

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
A CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF
BIOLOGY TEACHERS IN THE OFFICE OF BASIC EDUCATION COMMISSION

สุวรรณา รักเสนาะ¹, ปริญญาภรณ์ ตั้งคุณานันต์², บุญจันทร์ สีสันต์³
Suwana Laksanoh¹, Pariyaporn Tungkunanant² Boonchan Sisan³

Corresponding author, e-mail: laksanoh@hotmail.com

Received: May 05, 2020; Revised: May 25, 2020; Accepted: June 22, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 400 คน ได้มาจากการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*power³ และใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถาม ซึ่งมีค่าความเที่ยงเนื้อหาระหว่าง 0.60 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่น 0.946 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

ผลการวิจัยพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยองค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเรียงลำดับค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านการเรียนการสอนและการจัดการชั้นเรียน ด้านมนุษยสัมพันธ์และการสื่อสาร ด้านทักษะการคิด ด้านจริยธรรมและจรรยาบรรณครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา และด้านความรู้และความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา เท่ากับ 0.96, 0.92, 0.87, 0.87 และ 0.85 ตามลำดับค่าไค-สแควร์สัมพันธ์ (Relative chi-square : χ^2/df) เท่ากับ 1.17 ค่านัยสำคัญทางสถิติ (p) เท่ากับ 0.10 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (GFI) เท่ากับ 0.98 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.91

คำสำคัญ: คุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

^{2,3} อาจารย์ประจำสาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ABSTRACT

The objective of the research is to analyze the confirmatory factors of the characteristics of biology teachers in the Office of Basic Education Commission. The sample groups used in this research are 400 biology teachers in the Office of Basic Education Commission. The researcher uses the multi-stage sampling in the research. Moreover, G*power3 program is used to specify the sample size. The research instrument is the questionnaires with the content validity of 0.60 – 1.00 and the reliability level of 0.946. The statistic method used in this research is confirmatory factor analysis (CFA).

It is found that the model is consistent with the empirical information. There are 5 aspects of the confirmatory factors of the characteristics of biology teachers in the Office of Basic Education Commission. These aspects can be arranged by descending order as the following; instruction and classroom management, human relationship and communication, thinking skill, scientific morality and ethics, and teacher's knowledge and ability. The levels of the aspects are consecutively 0.96, 0.92, 0.87, 0.87, and 0.85. The relative chi-square score(χ^2/df) is 1.17. The statistical significance value (p) is 0.10. Furthermore, the goodness of fit index (GFI) is 0.98. And, the level of the adjusted goodness of fit index (AGFI) is 0.91.

Keywords: The Characteristics of Biology Teachers, A Confirmatory Factor Analysis

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 1 ความมุ่งหมายและหลักการของการจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ระบุการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ในมาตรา 23 จึงได้มีจุดมุ่งหมายส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Office Of The National Education Commission, 2010, p.5-13) เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกและสามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

ซึ่งล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (Ministry of Education, 2010, p.92)

การส่งเสริมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องส่งเสริมการเรียนรู้ตั้งแต่ในสถานศึกษาครูผู้สอนเป็นบุคคลสำคัญในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาเพราะว่าครูเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้พร้อมที่จะออกไปสู่สังคมที่มีการแข่งขันสูง และเนื่องจากสภาพสังคมที่มีความเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเปลี่ยนไป ดังนั้น ครูผู้สอนจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนา ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดสมรรถนะของครูผู้สอน (Chatchai Vangmeejongmee, 2017, p.49) กล่าวได้ว่าประกาศนียบัตรวิชาชีพครูไม่ใช่

หลักประกันว่าเป็นครูมืออาชีพ แต่คุณลักษณะและสมรรถนะของครูที่แสดงถึงการเป็นครูมืออาชีพอย่างแท้จริง โดยจะต้องสามารถจัดการเรียนการสอนให้ได้ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีการประเมินอย่างยุติธรรม ใช้รูปแบบการสอนที่ทันสมัย เหมาะสมกับเนื้อหา มีการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน และรู้จักใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นเพื่อจัดการเรียนการสอน (Pornpun Waitayangkoon, 2013, online)ความเข้าใจในปรัชญาเป้าหมาย ทฤษฎี หลักการและแนวปฏิบัติของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเฉพาะ และต้องการการฝึกฝนและความเชี่ยวชาญเฉพาะทางมาจัดการให้เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสม เพื่อให้การศึกษาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อให้ประชาชนในอนาคตได้รับประโยชน์จากการเรียนวิทยาศาสตร์เต็มที่จะเห็นได้ว่าครูคือกุญแจสำคัญ เมื่อวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะย่อมต้องการครูที่ได้รับการฝึกฝนเฉพาะทางและได้รับการพัฒนาวิชาชีพครูไปสู่ครูวิทยาศาสตร์คุณภาพสูง เพื่อเป็นหลักประกันว่านักเรียนจะได้รับประสบการณ์การเรียนรู้และการทำงานทางวิทยาศาสตร์แบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งยังไม่มีการใดตระหนักถึงความจำเป็นนี้และยังไม่มีความแนชัดด้วยว่าจะทำอย่างไรกับประเด็นนี้ อย่างไรก็ตามระดับนโยบายควรรับมือกับเรื่องการสร้างครูคุณภาพสูงเพื่อทำให้มีนักเรียนจำนวนมากที่สุดอยู่ในมือของครูที่ดี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012, p.50)

ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวกับสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ศึกษาไว้ เช่น นันทยา ไชยฆัฒิม (Nantiya Chaimatchim, 2014, p. 118-119) ได้ศึกษาการประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบ และแบบสอบถาม ประกอบด้วยส่วนที่ใช้วัดสมรรถนะการวัดและประเมินผลการศึกษา 3 ด้าน คือ สมรรถนะด้านความรู้ความเข้าใจ สมรรถนะด้านทักษะปฏิบัติ และสมรรถนะด้านคุณลักษณะส่วนบุคคล

พบว่า ครูมีความรู้ความเข้าใจด้านการวัดและประเมินผล การคิดวิเคราะห์ในระดับปานกลาง มีพฤติกรรมหรือมีทักษะปฏิบัติในระดับมากที่สุด และมีคุณลักษณะส่วนบุคคลในระดับมาก ครูมีความต้องการจำเป็นที่ควรได้รับการพัฒนาในด้านความรู้ความเข้าใจในการวัดและประเมินผลการศึกษา มากกว่าด้านทักษะปฏิบัติ และด้านคุณลักษณะส่วนบุคคล และ ศุภลักษณ์ เป้นเพชร (Suppaluk Panphet, 2015, p.90-108) ได้ศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42 ครอบคลุม 4 องค์ประกอบ คือ ด้านคุณลักษณะของความเป็นครู ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ และด้านปฏิบัติการสอน พบว่าสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา มีสมรรถภาพอยู่ในระดับดี โดยด้านคุณลักษณะของความเป็นครูมีสมรรถนะสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนควรพัฒนาให้มีสมรรถนะที่สูงขึ้นต่อไป

รายวิชาชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่สำคัญที่มุ่งศึกษาสิ่งมีชีวิตทุกชนิดอย่างมีเหตุผล อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางเกษตรกรรม อุตสาหกรรม สาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ การศึกษาชีววิทยาในศตวรรษที่ 21 เป็นการศึกษาที่เน้นบูรณาการกับศาสตร์อื่น ๆ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ การบูรณาการความรู้จากหลายสาขาช่วยให้เกิดความเข้าใจเชื่อมโยงไปสู่วิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในสังคมได้แก่ ด้านการผลิตอาหารอย่างยั่งยืน ด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศ ด้านการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ และด้านสุขภาพของมนุษย์ (National Research Council, 2009, p. 2-13) ดังนั้น จากความสำคัญและความจำเป็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมี

ความสนใจที่จะศึกษาคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา เนื่องด้วย วิชาชีววิทยาได้กลายเป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ มีการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา เพื่อให้มีคุณภาพมากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญ ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนจึงต้องพัฒนาตนเองสามารถปฏิบัติงานหรือดำเนินกิจกรรมในวิชาชีพครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำความรู้ ทักษะคุณลักษณะของตนเองมาพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ดี เป็นผู้เรียนที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของประเทศไทย โดยงานวิจัยครั้งนี้นอกจากมุ่งเน้นที่จะศึกษาคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาแล้ว ยังคาดหวังถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น คือ คุณภาพของผู้เรียน นำไปสู่แนวทางการปรับปรุงการเรียนการสอนของคุณครูต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูที่สอนวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2561 จำนวน 4,373 คน การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*power3 (Poonpong Suksawang, 2013, p.16) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจากพื้นฐานของ Power analysis โดยกำหนดอำนาจทดสอบ (Power test) ที่ระดับ .95 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (α error prob) เท่ากับ .05 และกำหนดขนาดส่งผล (Effect size) อยู่ในช่วงปานกลางเท่ากับ 0.3 ค่าองศาอิสระของโมเดลอิสระ (Degrees of freedom for independence model) เท่ากับ

31 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ 400 คน เพื่อป้องกันการขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่างจึงได้เพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 50 ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงได้เพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น จำนวน 600 คน และใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาตัวแปรคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ 1) ความรู้และความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา (teacher's knowledge and ability) ประกอบด้วย 7 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1.1) ความรู้ด้านชีววิทยา 1.2) ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ 1.3) ความรู้ด้านเคมี 1.4) ความรู้ด้านฟิสิกส์ 1.5) ความรู้ด้านธรณีวิทยา 1.6) การใช้เครื่องมือปฏิบัติการชีววิทยา 1.7) ทักษะภาคปฏิบัติในห้องปฏิบัติการชีววิทยา 2) ทักษะการคิด (thinking skill) ประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ 2.1) คิดวิเคราะห์ 2.2) คิดอย่างมีวิจารณญาณ 2.3) การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ 2.4) การสืบเสาะหาความรู้และตัดสินใจด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ 3) การเรียนการสอนและการจัดการชั้นเรียน (instruction and classroom management) ประกอบด้วย 8 ตัวชี้วัด ได้แก่ 3.1) การออกแบบหลักสูตรเพื่อตอบสนองของความต้องการของนักเรียน 3.2) การวางแผนการสอน 3.3) จัดกิจกรรมการสอนแบบ active learning ด้วยกระบวนการกลุ่มและการมีส่วนร่วมของนักเรียน 3.4) การเรียนนอกห้องเรียน และการทัศนศึกษา 3.5) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และสื่อสารสนเทศในการจัดการเรียนรู้ 3.6) เป็นผู้อำนวยความสะดวกและสนับสนุนนักเรียนในการเรียน 3.7) การสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ 3.8) การตรวจสอบและการประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง 4) มนุษย์สัมพันธ์ และการสื่อสาร (human relationship and communication) ประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด ได้แก่ 4.1) การมีอารมณ์ขัน แสดงได้อย่างเหมาะสม

4.2) กระตือรือร้น 4.3) มีความเป็นผู้นำ 4.4) สื่อสารและสร้างปฏิสัมพันธ์กับบุคคลรอบข้าง 4.5) ดูแลช่วยเหลือนักเรียน 4.6) ให้ความร่วมมือกับครอบครัว ชุมชนและสถาบันการศึกษาและ 5) จริยธรรม และจรรยาบรรณครู วิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา (scientific morality and ethics) ประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด ได้แก่ 5.1) การใช้เทคโนโลยีอย่างรับผิดชอบ 5.2) การใช้สัตว์ทดลองอย่างรับผิดชอบ 5.3) เคารพสิทธิของเอกสารประกอบการสอน 5.4) ปฏิบัติงานโดยมุ่งประสิทธิผลขององค์กร 5.5) การพัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ 5.6) การมีส่วนร่วมในองค์กรวิชาชีพ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามจำนวน 2 ตอน 37 ข้อคำถาม ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน และนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงศัพท์มีค่าระหว่าง .60 - 1.00 และนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับครู จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับพบว่ามีความเท่ากับ 0.946

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำบันทึกเสนอขอของงานบัณฑิตศึกษา คณะครู ศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกหนังสือเพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย
2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมแบบสอบถาม ดำเนินการเก็บแบบสอบถามด้วยตนเองและส่งไปรษณีย์ไปถึงกลุ่มตัวอย่างโดยผ่านไปยังผู้บริหารสถานศึกษา

3. กำหนดการส่งคืนข้อมูล ผู้วิจัยเก็บแบบสอบถามกลับคืนด้วยตนเอง และบางส่วนส่งผ่านทางไปรษณีย์มายังผู้วิจัย ผู้วิจัยตรวจความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับ ได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์ 513 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 85.5 ของแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลคุณลักษณะครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis)

สรุปผลการวิจัย

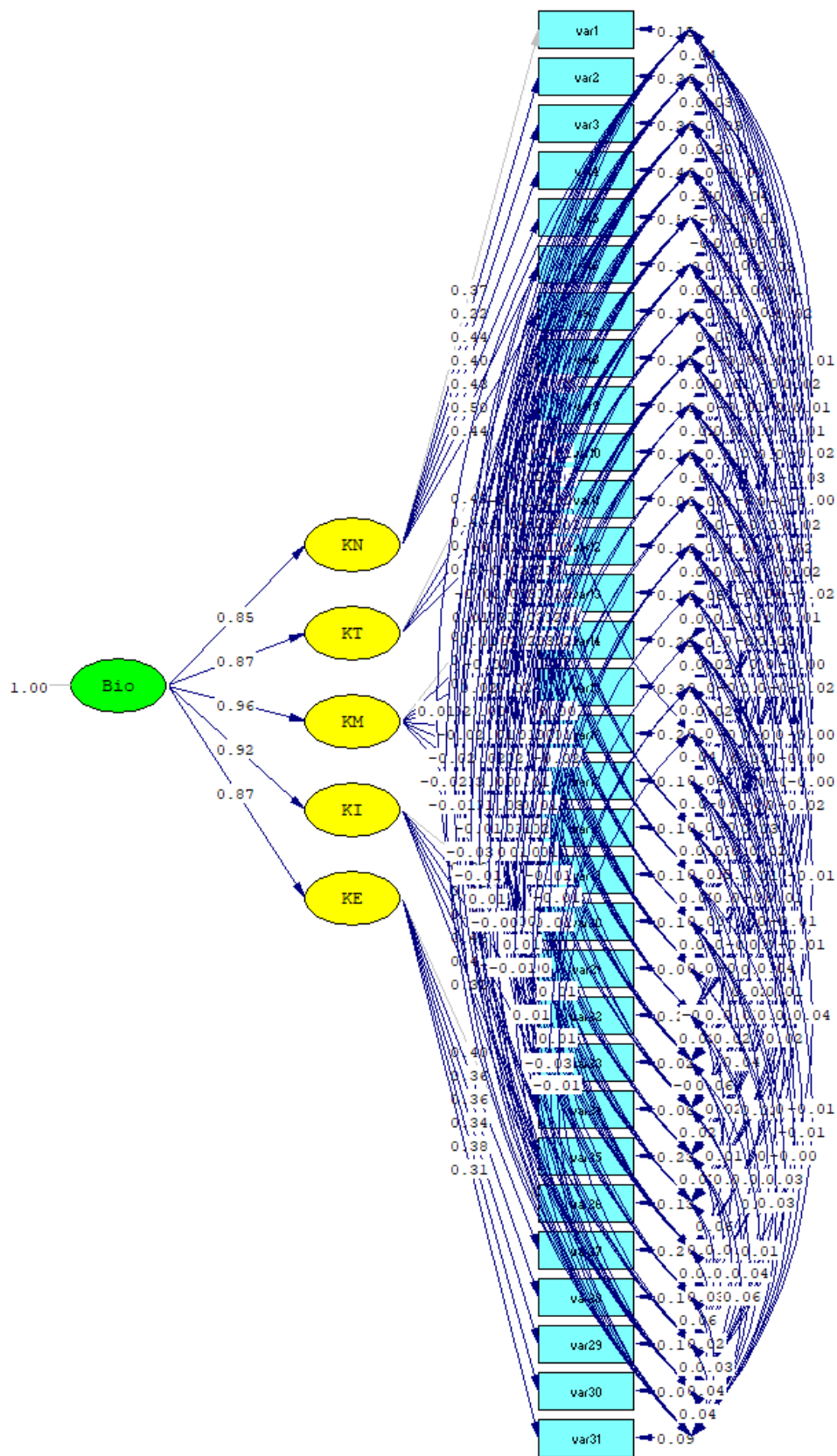
การวิจัยเรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ดังนี้ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบ b(SE)	สัมประสิทธิ์การทำนาย R ²
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง		
1. ด้านความรู้และความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา	0.85*(.07)	0.73
2. ด้านทักษะการคิด	0.87*(.06)	0.76
3. ด้านการเรียนรู้การสอนและการจัดการชั้นเรียน	0.96*(.05)	0.92
4. ด้านมนุษยสัมพันธ์และการสื่อสาร	0.92*(.07)	0.85
5. ด้านจริยธรรม และจรรยาบรรณครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา	0.87*(.06)	0.75

$\chi^2 = 155.16$, $df = 134$, $p = 0.10$, $GFI = 0.98$, $AGFI = 0.91$, $CFI = 1.00$, $SRMR = 0.035$, $RMSEA = 0.021$,
 $RMR = 0.012$, $NFI = 1.00$, $NNFI = 1.00$

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมลิสเรล พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบเรียงลำดับค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากมากไปน้อย ดังนี้ ด้านการเรียนรู้การสอน และการจัดการชั้นเรียน ด้านมนุษยสัมพันธ์และการสื่อสาร ด้านทักษะการคิด ด้านจริยธรรม และจรรยาบรรณครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา และด้านความรู้และความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา เท่ากับ 0.96, 0.92, 0.87, 0.87 และ 0.85 ตามลำดับ ได้ค่าไค-สแควร์สัมพันธ์ (Relative chi-square : χ^2/df) เท่ากับ 1.17 ค่านัยสำคัญทางสถิติ (p) เท่ากับ 0.10 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (GFI) เท่ากับ 0.98 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.91 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 1.00 (NFI) มีค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ 0.035 มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (RMSEA) เท่ากับ 0.021 ดังแผนภาพ 1



ภาพ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง

อภิปรายผล

ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผล ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ห้องศึ่ประกอบเชิงยืนยันโมเดลคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพบว่าองค์ประกอบด้านการเรียนการสอนและการจัดการชั้นเรียนประกอบด้วย 8 ตัวชี้วัด เป็นองค์ประกอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาในด้านการเรียนการสอนและการจัดการชั้นเรียนสูงสุด และเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า การออกแบบหลักสูตรเพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน และการสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ทั้งนี้ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (Chaiwat Sutthirat, 2013, p.52-53) กล่าวว่า การออกแบบหลักสูตรที่ดีจะเป็นการสร้างเชื่อมั่นว่าหลักสูตรที่สร้างขึ้นนั้นสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติได้ การออกแบบเป็นการสร้างพิมพ์เขียว เพื่อให้ผู้ใช้หลักสูตรได้เห็นประสบการณ์ที่จำเป็นที่ผู้เรียนต้องได้รับ โดยกำหนดหรือออกแบบโครงสร้าง การกำหนดวิธีการนำหลักสูตรไปใช้ การกำหนดทิศทางรูปแบบการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้ใช้หลักสูตรมีความเข้าใจในกระบวนการต่าง ๆ สามารถนำไปปฏิบัติและประยุกต์ใช้ นำไปสู่จุดหมายของการจัดการศึกษานั้นได้สอดคล้องกับอนสไตน์ และฮันคินส์ (Omstein and Hunkins, 2004, p.165) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ จากการเปลี่ยนแปลงความคิดใหม่ ๆ โดยใช้แนวคิดการเรียนรู้แนวคิดการสอน มีการวางแผนการจัดเนื้อหาสาระประสบการณ์เรียนรู้ วิธีการปฏิบัติ สื่อการเรียนการสอน และการประเมินผล ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ การสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับครูผู้สอนสอดคล้องกับ แพทริก (Patrick, 2005, p.271) กล่าวถึงสภาพแวดล้อมทางการเรียนและประสิทธิภาพของครูช่วยกระตุ้นพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มี

อิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอน ในงานวิจัยของมหาวิทยาลัยฮาวาร์ด ได้กล่าวว่าความสำเร็จของครูและความคาดหวังของครูมีอิทธิพลต่อนักเรียน โดยได้มีการดำเนินการทดลองกับครูและนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา พบว่าหากครูสามารถรับมือกับพฤติกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียนที่ไม่พึงประสงค์ได้ จะช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนดีขึ้น และจะเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้ดีขึ้นตามมา สอดคล้องกับแนวคิดของโรเจอร์ส (Rogers, 1969, p.105) ที่กล่าวว่า การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนมีอิสระในการทำงานศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำให้คำปรึกษา อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความสะดวกและสิ่งอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน และกระทรวงศึกษาธิการ (Ministry of Education, 2010, p. 26) กล่าวว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีความสำคัญมาก ครูผู้สอน ต้องจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นบรรยากาศของความเป็นกัลยาณมิตรที่ดีต่อกัน

องค์ประกอบด้านมนุษยสัมพันธ์และการสื่อสารประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด พบว่าครูมีคุณลักษณะด้านนี้สูงเป็นลำดับรองจากองค์ประกอบด้านการเรียนการสอนและการจัดการชั้นเรียน และเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ พบว่า สื่อสารและสร้างปฏิสัมพันธ์กับบุคคลรอบข้าง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด สอดคล้องกับแนวคิดของ พิศมัย แก้วเจริญผล (Pitsamai Keawchareanpol, 2016, p. 39-140) กล่าวว่า การสื่อสารอย่างมีคุณภาพ ความสามารถในการสื่อสารของครูในชั้นเรียน โดยการถ่ายทอด แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้สอนและผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกันสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง การประสานประโยชน์ คือครูผู้สอนจะต้องมีมนุษยสัมพันธ์ กำกับควบคุมดูแลให้ความช่วยเหลือ ควบคุมพฤติกรรม ชี้แนะแนวทาง เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่น ไว้วางใจ คอยช่วยเหลือและแก้ปัญหาของผู้เรียน รายงานผลการเรียน การแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน

องค์ประกอบด้านทักษะการคิด ประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด เป็นองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบลำดับถัดมาและเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบพบว่าสามารถแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้และตัดสินใจด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพิมล หงส์เหม (Siripimol Honghem, 2014, p.100) เรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับดี โดยมีคะแนนในชั้นวางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับที่หนึ่ง รองลงมาคือขั้นดำเนินการแก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและประเมินผลตามลำดับ สอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2013, p.6) ให้แนวคิดเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ

ด้านจริยธรรม และจรรยาบรรณครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด เป็นองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบลำดับถัดมา มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับทักษะการคิดและเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบพบว่า การใช้เทคโนโลยีอย่างรับผิดชอบ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิลาวลัย โพธิ์ทอง (Wilawan Phothong, 2018, p.25) เรื่องเทคโนโลยีกับการเรียนรู้ตลอดชีวิตของครู พบว่า การเรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับครูในโลกอนาคต เป็นสิ่งที่ระบบการผลิตครูจำเป็นต้องสร้างสมรรถนะนี้ให้เกิดขึ้นกับครูรุ่นใหม่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และพร้อม ๆ กันนั้น ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร ก็นับวันจะเข้ามาเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต เสมือนหนึ่งเทียบกับปัจจัยสี่ของมนุษย์ “ครู” เป็นบุคคลที่โดยบทบาทหน้าที่จะต้องรอบรู้และอยู่ ณ ตำแหน่งขอบแดนของ

องค์ความรู้ที่ทันสมัยที่สุด และเครื่องมือที่จะช่วยทำให้ลดเวลาในการเรียนรู้ คือ เครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่การจะเป็นเช่นนั้นได้ การสร้างนิสัยในการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เป็นส่วนหนึ่งของการค้นคว้า เป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงเป็นเงื่อนไขที่ครูสามารถปฏิบัติดำเนินการได้ทันที

สำหรับด้านความรู้และความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาประกอบด้วย 7 ตัวชี้วัด เป็นองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบน้อยที่สุดและเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบพบว่า สามารถใช้เครื่องมือปฏิบัติการชีววิทยา มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด จากงานวิจัยของ อาภาภรณ์ ปานมี (Apaporn Panmee, 2014, p.224-225) เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการ เรื่อง การทำสบู่เหลวผสมสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้มีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เน้นการปฏิบัติการทดลอง ยึดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำ ฝึกให้ผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน ซึ่งกิจกรรมปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้มีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น ผู้เรียนเรียนอย่างสนุกสนาน มีความกระตือรือร้น สนใจต่อการเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างเป็นขั้นตอนฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงทั้งเนื้อหาและกระบวนการ และจากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการในแต่ละบทยังเห็นว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ

ธีรวดี หังสนตร (Teerawadee Hungsanate, 2014, Abstract) เรื่องการออกแบบชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานจำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนมีทักษะการใช้อุปกรณ์เพิ่มมากขึ้น โดยสามารถเลือกใช้และต่ออุปกรณ์เข้ากับวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องตามประเภทของการใช้งานและสามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ได้ถูกต้อง

ภาพคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาได้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลของการศึกษานี้ทำให้ทราบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำคุณลักษณะเหล่านี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสอบคัดเลือกครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา

2. ผลของการศึกษานี้ทำให้ทราบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำคุณลักษณะเหล่านี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยาให้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น

3. ผลของการศึกษานี้ทำให้ทราบคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำคุณลักษณะเหล่านี้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. จากผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบด้านการเรียนการสอนและการจัดการชั้นเรียน เป็นองค์ประกอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดดังนั้นควรศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา

2. ควรศึกษาการพัฒนาเครื่องมือวัดคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา

3. ควรมีการศึกษาแบบเจาะลึกโดยการสัมภาษณ์บุคลากรในสถานศึกษา เพื่อเป็นการสะท้อน

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ฉัตรชัย หวังมีจมี. (2560). สมรรถนะของครูไทยในศตวรรษที่ 21: ปรับการเรียนเปลี่ยนสมรรถนะ. *วารสารวิจัยสถาบัน เสริมศึกษาและทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 12(2), 47-63.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2556). *การพัฒนาหลักสูตร ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ : วีพริ้นท์.
- ธีรวดี หังสนตร. (2557). การออกแบบชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานจำเป็น สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 6(1), 84-94.
- นันทิยา ไชยมีชัย. (2557). การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ด้านการ วัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัย มหาสารคาม*, 20(1), 118-133.
- พรพรรณ ไชยยากร. (2556). *สสวท. จุดประกายครูวิทย์-คณิตขับเคลื่อนสมรรถนะสู่ครูมืออาชีพ*. สืบค้นเมื่อ 19 สิงหาคม 2561, จาก http://www.trueplookpanya.com/true/ethic_detail.php?cms_id=13919.
- พิศมัย แก้วเจริญผล. (2559). การพัฒนากลยุทธ์การจัดการชั้นเรียนของครูในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 1 และเขต 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(1), 133-143.
- พูลพงศ์ สุขสว่าง. (2556). *โมเดลสมการโครงสร้าง*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด.
- วิลาวัลย์ โพธิ์ทอง. (2561). เรื่องเทคโนโลยีกับการเรียนรู้ตลอดชีวิตของครู. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, 11(2), 18-26.
- ศิริพิมล หงษ์เหม. (2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 6(1), 91-103.
- ศุภลักษณ์ เป้นเพชร. (2558). *การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39, 41 และ 42*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยการพัฒนาและภาวะถดถอย*. สืบค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2561, จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSLVlzendtdk1vUmc/view>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต*. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2561, จาก <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM1.pdf>.
- สัจจกานท์ คเชนทร์พนาไพร. (2560). ตัวบ่งชี้จรรยาบรรณวิชาชีพครูในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในกรุงเทพมหานคร. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 1(3), 28-40.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553*. สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2561, จาก <https://www.bic.moe.go.th/images/stories/Porrbor2542.pdf>.

อาภาภรณ์ ปานมี. (2557). การพัฒนาชุดปฏิบัติการ เรื่อง การทำสบู่เหลวผสมสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53*, 218-226.

National Research Council. (2009). *A New Biology for the 21st Century*. Washington DC: The National Academies Press.

Ornstein, A. G. and Hunkins. F. P. (2004). *Curriculum: Foundations, Principles and Issues*. New York: Pearson Education.

Patrick, H. (2005). Identifying Adaptive Classrooms: Dimensions of the Classroom Social Environment. *The Search Institute Series on Developmentally Attentive Community and Society*.V.3, 271-287.

Rogers, C.R. (1969). *Freedom to Learn*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.