

บทความวิจัย (Research Article)

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

THE RELATIONSHIP BETWEEN MOTIVATION TOWARD LEARNING BIOLOGY AND BIOLOGICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF HIGH SCHOOL STUDENTS

Received: November 22, 2020

Revised: January 29, 2021

Accepted: February 10, 2021

ฐาปกรณ์ ฤทธิมหา¹ อलगกลด แทนอมทอง² และปาริชาติ แสนนา^{3*}
Thapakorn Ritmaha¹ Alongglod Tanomthong² and Parichat Saenna^{3*}

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยขอนแก่น^{1,2,3}Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: parichsa@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) แรงจูงใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา และความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสร้างและพัฒนาเป็นโมเดลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 106 คน ได้จากการสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือวัดเป็นแบบวัดความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจแบบประมาณค่า ประกอบด้วยด้านต่างๆ ทั้งหมด 6 ด้าน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างโมเดลสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 และ IBM SPSS Amos ผลการวิเคราะห์ พบว่า การควบคุมความเชื่อในการเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.13$, $SD = .67$) ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (CMIN/DF = 2.610, GFI = .962, RMSEA = .047, CFI = .937, AGFI = .912) ตามเกณฑ์ทางสถิติทดสอบ ผลการวิเคราะห์โมเดล พบว่าแรงจูงใจด้านความเครียดเกี่ยวกับการสอบ ($p < .001$, $TE = .09$) มีค่าอิทธิพลสูงสุด ดังนั้น การเพิ่มความสามารถในการสร้างความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ควรลดความกังวลเกี่ยวกับการทดสอบ

คำสำคัญ: แรงจูงใจการเรียนรู้ชีววิทยา ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา โมเดลสมการโครงสร้าง

Abstract

The purpose of this research is to examine 1) motivation towards learning biology, and 2) the relationship between motivation towards learning biology and Biological Conceptual Understanding (BCU) of high school biology students using structural equation modeling (SEM). The BCU test and 6 dimensions of well-established motivation questionnaire were used as a tool to collect data. A hundred and six of students, who were studying in a high school, was selected as a target group. Data were analyzed IBM SPSS statistics 22 and IBM SPSS Amos. The results found Control of Learning Beliefs has a highest mean ($\bar{X} = 4.13$, $SD = .67$). The model was consistent with empirical data (CMIN/DF = 2.610, GFI = .962, RMSEA = .047, CFI = .937, AGFI = .912). It reveals that Test Anxiety was highest significantly

negative correlated with BCU ($p < .001$, $TE = .09$). The results suggest to promote the conceptual understanding of students, teaching and learning should reduce anxiety of testing.

Keywords: Motivation Toward Learning Biology, Biological Conceptual Understanding, Structural Equation Modelling

บทนำ

รายวิชาชีววิทยา (Biology) เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ (Science) ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้และการสืบเสาะและอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งพัฒนาสมรรถนะต่างๆ ควบคู่กัน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2013) อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ชีววิทยามีลักษณะแตกต่างจากการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์อื่นๆ การศึกษาของ Cimer (2012) พบว่า ความยากลำบากในการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาของนักเรียนมีสาเหตุ 3 ประการ ได้แก่ 1) แนวคิดและเหตุการณ์ทางชีววิทยาจำนวนมากที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และมีความเป็นนามธรรม 2) คำศัพท์และข้อเท็จจริงทางชีววิทยามีจำนวนมาก และ 3) ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชานี้ไม่เพียงพอ ซึ่งอุปสรรคดังกล่าวส่งผลต่อการสร้างความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยาที่จะสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้

ทั้งนี้ ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับการสังเกตและสอบถามจากคุณครูประจำการของผู้วิจัย พบว่าบ่อยครั้งมีการจัดการเรียนรู้เป็นแบบบรรยายเพื่อให้ทันนักเรียนได้เนื้อหาครบตามหลักสูตร เน้นการรู้คำศัพท์เฉพาะ นักเรียนขาดความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาการเรียนรู้ ส่วนใหญ่มักจะรอคำตอบจากครู ดังนั้น เมื่อนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้แสดงแนวคิดหรือเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิด นักเรียนมักจะมีปัญหาในการตอบคำถาม เพราะความรู้ถูกจำกัดอยู่กับสิ่งที่ครูบอกหรือที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน ซึ่งทั้งหมดนี้อาจส่งผลให้นักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้วิชา (Firmansyah et al., 2018)

แรงจูงใจ (Motivation) เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดพฤติกรรมที่จะบรรลุเป้าหมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียน (Keller, 2008) และยังเป็นความสามารถภายในส่วนบุคคล หนึ่งใน 5 องค์ประกอบของทฤษฎีองค์ประกอบเชาว์อาร์มณของ Goleman (1998) กล่าวว่ามนุษย์มีความสามารถทางเชาว์อาร์มณ 2 ส่วน ได้แก่ ความสามารถที่เป็นปัจเจกบุคคล (Personal Competence) และความสามารถทางสังคม (Social Competence) แรงจูงใจเป็นการใช้ความชอบจากส่วนลึกที่สุดมาใช้ในการกระทำไปสู่สิ่งที่มุ่งหวังได้ หรือเสริมสร้างความเพียรที่จะพัฒนาและนำมาช่วยในการเผชิญกับความท้าทาย (Menhart, 1998)

โดยก่อนหน้านี้ Pintrich et al. (1993) ได้พัฒนาแบบวัดแรงจูงใจ ขึ้นจากแนวคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม (Social Cognition Theory) แรงจูงใจและกลยุทธ์ในการเรียนรู้ของ Bandura (1986) เนื้อหาการวัด ได้แก่ 1) การเห็นคุณค่า (แรงจูงใจภายใน แรงจูงใจภายนอก และการเห็นคุณค่าของงาน) 2) ความคาดหวัง (ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเอง และการรับรู้ความสามารถของตนเอง) และ 3) อารมณ์ (ความกังวลใจในการสอบ) ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า แรงจูงใจในการเรียนรู้มีผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Schunk, 2012; Ahmad & Safaria, 2013; Jiang et al., 2014; Firmansyah et al., 2018) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความสนใจในการเรียน และเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ความเชี่ยวชาญ (Mastery Learning) และนำไปสู่การเรียนรู้ในเชิงบวก (Kusurkar et al., 2013)

จากที่ได้กล่าวไปข้างต้น แม้พบว่ารายวิชาชีววิทยาเป็นรายวิชาที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย เนื่องจากสามารถมองเห็นและเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวันได้ เมื่อเทียบกับรายวิชาอื่นในวิชาวิทยาศาสตร์ (Sadi, 2015) แต่จากการการศึกษานิววิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ผ่านมาอธิบายถึงกลไกหรือปัจจัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านแรงจูงใจที่อาจจะส่งผลต่อการเกิดขาดความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแรงจูงใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา และความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา และความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา โดยวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เพื่อศึกษาว่าองค์ประกอบใดจากแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการสร้างความเข้าใจแนวคิด

ชีววิทยา ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยาและเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อนักวิจัยทางด้านการศึกษาศาสตร์เพื่อทำการวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

วิธีการวิจัย

1. **ระเบียบวิธีวิจัย** ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบวิธีวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)
2. **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** เพื่อทำการศึกษาค้นคว้าตามวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มเดียวกัน คือ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแบบสหศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่ง ในตัวเมืองของจังหวัดขอนแก่น ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 106 คน ทั้งหมดเป็นนักเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วยเพศชายร้อยละ 39.62 เป็นเพศหญิงร้อยละ 60.38 ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้พิจารณาให้เป็นไปตามเงื่อนไขการเลือกกลุ่มตัวอย่างทางสถิติวิธีที่จะทำให้โมเดลสมการโครงสร้างมีความแข็งแกร่ง เหมาะสม และเป็นไปตามวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ผู้วิจัยจึงพิจารณาข้อจำกัดและความเป็นไปได้ตามเกณฑ์ของ Hair et al. (2010)

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 แบบวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา เป็นแบบสอบถามวัดแรงจูงใจ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ จำนวน 31 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยปรับจากแบบสอบถามต้นฉบับของ Pintrich and DeGroot (1990) ได้แก่ 1) การตั้งเป้าหมายภายใน (Intrinsic Goal Orientation: IGO) 2) การตั้งเป้าหมายภายนอก (Extrinsic Goal Orientation: EGO) 3) การให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ (Task Value: TV) 4) การควบคุมความเชื่อในการเรียน (Control Of Learning Beliefs: CLB) 5) การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านการเรียนและประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Self-Efficacy for Learning and Performance: SLP) และ 6) ความเครียดเกี่ยวกับการสอบ (test anxiety: TA) โดยข้อคำถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert Scale) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้วิจัยนำเสนอแบบสอบถามที่ผู้วิจัยแปลต่อผู้เชี่ยวชาญและนักวิชาการจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องทางด้านภาษารวมถึงข้อคำถามและจุดประสงค์ที่มุ่งวัดด้วยเทคนิคค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ซึ่งผลการตรวจสอบ พบว่า ค่าอยู่ระหว่าง .71 - .82 ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ที่มากกว่า .05 (Rovinelli & Hambleton, 1997)

3.2 แบบวัดความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ผู้วิจัยใช้เป็นเครื่องมือวัดระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา โดยวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาจากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนแล้ว ผู้วิจัยสังเคราะห์ออกมาเป็นแบบวัดความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาในรูปแบบของข้อสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ (IOC อยู่ระหว่าง .80 - 1.00) และมีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคล้ายตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่นแบบสอดคล้องภายในและด้านอำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่า Cronbach's Alpha อยู่ระหว่าง .81 - .93 ผู้วิจัยประเมินระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาเป็น 6 ระดับ โดยดัดแปลงจากเกณฑ์ของ Chi and Roscoe (2002)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล และสถิติอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติเบื้องต้น

4.2 ใช้สถิติอ้างอิงวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sample Correlation) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 เพื่อสำรวจขนาดและทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 31 ตัวแปร ซึ่งค่าความสัมพันธ์ไม่ควรเกิน .75 ($r \leq .75$) (Prasith-rathsint, 2008)

4.3 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Amos ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Maximum Likelihood (ML) เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดล (Model Validation) การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พิจารณาความสอดคล้องของโมเดล (Goodness of Fit) ระหว่างข้อมูลเชิงทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากค่าดัชนีที่แสดงความสอดคล้อง ได้แก่ ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ ($CMIN/DF \leq 3$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI $> .90$) ค่าดัชนีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ($RMSEA < .08$) ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ ($CFI > .90$) และค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้ ($AGFI > .90$) (Diamantopoulos & Siguaw, 2000; Kelloway, 2015)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปตามการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสถิติเชิงพรรณนา และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การสร้างและทดสอบโมเดลสมการโครงสร้างเพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2 ข้อดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น ซึ่งผู้วิจัยได้เป็นผลการวิจัย 2 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ผลการวิเคราะห์แรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานจากแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนในแต่ละด้าน ปรากฏผลดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงค่าเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยา (N = 106)

องค์ประกอบแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยา	จำนวน (ข้อ)	ตัวอย่างคำถาม	$\bar{X} \pm SD$
1. การตั้งเป้าหมายภายใน (Intrinsic Goal Orientation: IGO)	4	ฉันชอบเรียนหรือทำกิจกรรมที่ได้ท้าทายความสามารถเพราะจะทำให้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ (IGO1)	$3.91 \pm .72$
2. การตั้งเป้าหมายภายนอก (Extrinsic Goal Orientation: EGO)	4	สิ่งที่ทำให้ฉันพอใจมากที่สุดเวลานี้คือการได้เกรดและคะแนนสูง ๆ (EGO1)	$3.98 \pm .64$
3. การให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ (Task Value: TV)	6	ฉันคิดว่าวิชาชีววิทยามีประโยชน์ที่จะเรียนรู้ (TV4)	$3.82 \pm .60$
4. การควบคุมความเชื่อในการเรียน (Control of Learning Beliefs: CLB)	4	ถ้าฉันเรียนรู้ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ฉันจะสามารถเข้าใจเนื้อหาในวิชาชีววิทยาได้ (CLB1)	$4.13 \pm .67$
5. การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านการเรียนและประสิทธิภาพการเรียน (Self-Efficacy for Learning and Performance: SLP)	8	เมื่อพิจารณาถึงความยากของวิชาชีววิทยาทั้งหมด จากครูและความสามารถของฉันเอง ฉันคิดว่าฉันจะเรียนรู้วิชาชีววิทยาได้ดี (SLP8)	$3.56 \pm .59$
6. ความเครียดเกี่ยวกับการสอบ (Test Anxiety: TA)	5	ฉันรู้สึกกดดันและท้อแท้เมื่อต้องทำข้อสอบ (TA4)	$3.43 \pm .90$

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของแรงจูงใจด้านต่างๆ ซึ่งเป็นตัวแปรแฝงเป็นรายด้าน พบว่า การควบคุมความเชื่อในการเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($4.18 \pm .93$) รองลงมา คือ การตั้งเป้าหมายภายนอก ($3.98 \pm .64$) การตั้งเป้าหมายภายใน ($3.91 \pm .72$) การให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ ($3.82 \pm .60$) การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านการเรียนและประสิทธิภาพการเรียน ($3.56 \pm .59$) และความเครียดเกี่ยวกับการสอบ ($3.43 \pm .90$) มีตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา จากการวิเคราะห์ระดับของข้อมูลที่ได้จากแบบวัดระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา พบว่า โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 32.08 นักเรียนมีระดับความสามารถอยู่ในระดับที่ 4 คือความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ รองลงมา คือ ระดับที่ 3 (31.13%) ระดับที่ 5 และ 2 (17.92%) และระดับที่ 1 (0.94%) ตามลำดับ (ตาราง 2) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.17

ตาราง 2 แสดงระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ จำนวนนักเรียน และร้อยละจำนวนนักเรียน (N = 106)

ระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
ระดับ 5 ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาที่สมบูรณ์แต่ไม่ถูกต้อง	19	17.92
ระดับ 4 ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	34	32.08
ระดับ 3 ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาที่สมบูรณ์แต่ไม่ถูกต้อง	33	31.13
ระดับ 2 ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาที่ไม่ถูกต้อง	19	17.92
ระดับ 1 ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาที่ไม่เชื่อมโยง	1	.94
ระดับ 0 ไม่มีความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา	-	.00

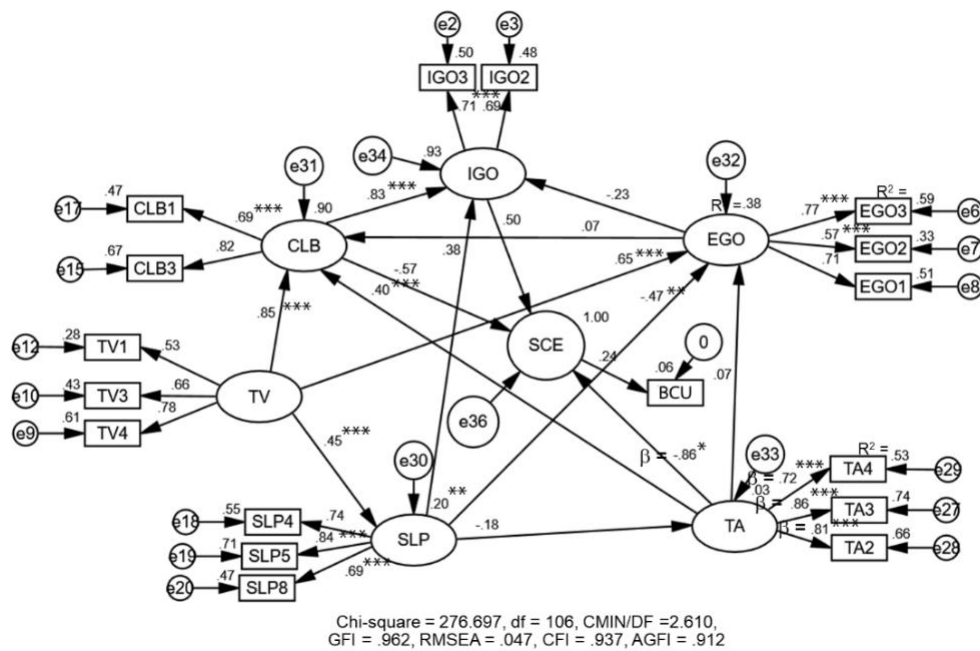
$\bar{X}$ = 4.08, SD = 1.17, SE = .11, Sk = -.89, Ku = -.67, C.V. = .29

ตอนที่ 2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา

1. การทดสอบความตรงของโมเดลการวัดตัวแปรแฝง ผู้วิจัยทำการทดสอบโมเดลการวัดตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวแปร และทดสอบความตรงของโมเดลด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืน (Goodness of Fit) ของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ค่าความสัมพันธ์ (r) ระหว่างตัวแปรแฝง คำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ (λ) ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) น้อยกว่า .50 น้อยกว่าจะตัดออกจากโมเดล ผลการประเมินโมเดลการวัดด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีข้อพิสูจน์ที่ชัดเจนว่าองค์ประกอบของโมเดลมีความน่าเชื่อถือ ดังเกณฑ์ตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัด ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) เกณฑ์การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง 2) เกณฑ์การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นเชิงโครงสร้างและค่าเฉลี่ยของการผันแปรที่สกัดได้ และ 3) เกณฑ์ตรวจสอบค่าทางสถิติ

2. ความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้าง ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงและองค์ประกอบเชิงยืนยันหลังปรับปรุงแบบจำลองจนได้แบบจำลองที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (CR, AVE และ Cronbach's Alpha) ค่าความตรงแบบรวมศูนย์ (Convergent Validity) พบว่า ทุกตัวแปรมากกว่า .70 ค่าองค์ประกอบมาตรฐาน (Standardized Factor Loading) ของแต่ละตัวแปรมีค่ามากกว่า .50 ค่าความแปรปรวนที่สกัดได้เฉลี่ย (Average Variance Extracted: AVR) ของตัวแปรแต่ละตัวมีค่า .50 ขึ้นไป และค่าความเที่ยงเชิงโครงสร้าง (Construct Reliability: CR) ของตัวแปรแต่ละตัวมีค่ามากกว่า .70 โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่า CMIN/DF = 2.610, GFI = .962, RMSEA = .047, CFI = .937, AGFI = .912 ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีและข้อมูลเชิงประจักษ์ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. การพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้าง การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของตัวแปร ได้แก่ การวิเคราะห์อิทธิพลทางตรง (Direct Effect: DE) อิทธิพลอ้อม (Indirect Effect: IE) และอิทธิพลรวม (Total Effect: TE) ที่ได้พัฒนาขึ้นภายในโมเดลโครงสร้าง (ภาพ 1)



หมายเหตุ: IGO = การตั้งเป้าหมายภายใน, EGO = การตั้งเป้าหมายภายนอก, TV = การให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ, CLB = การควบคุมความเชื่อในการเรียน, SLP = การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านการเรียนและประสิทธิภาพการเรียน, TA = ความกังวลเกี่ยวกับการสอบ, SCE (BCU) = ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา (* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$)

ภาพ 1 โมเดลสมการโครงสร้างของแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากภาพโมเดลสมการโครงสร้างที่ 2 อิทธิพลของแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาที่มีผลต่อระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา โดยระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาได้รับอิทธิพลทางตรงเชิงลบจากแรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบอย่างมีนัยสำคัญ ($DE = -.86$, $p < .05$) และการควบคุมความเชื่อในการเรียน ($DE = -.57$) แต่ได้รับอิทธิพลทางตรงเชิงบวกจากการตั้งเป้าหมายภายใน ($DE = .50$) อย่างไรก็ตาม แรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยามีอิทธิพลต่อระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาทั้งทางตรงและทางอ้อม (ตาราง 3)

ตาราง 3 คำนวณน้ำหนักมาตรฐานของเส้นอิทธิพลทางตรง (DE) เส้นอิทธิพลทางอ้อม (IE) และอิทธิพลรวม (TE) ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม	R ²	อิทธิพล	ตัวแปรอิสระ					
			IGO	EGO	TV	CLB	SLP	TA
SCE (BCU)	.057	DE	.503	-	-	-.566	-	-.858
		IE	-	-.127	-.022	.419	.416	-.068
		TE	.238	-.063	-.006	-.053	.170	-.248
IGO	.930	DE	-	-.231	-	.832	.382	-
		IE	-	.058	.780	-	.025	.322
		TE	-	-.183	.663		.352	.182
EGO	.380	DE	-	-	.648	-	-.473	-
		IE	-	-	-.217	-	-.012	-
		TE	-	-	.347	-	-.398	.037

ตัวแปรตาม	R ²	อิทธิพล	ตัวแปรอิสระ					
			IGO	EGO	TV	CLB	SLP	TA
CLB	.900	DE	-	.070	.853	-	-	.401
		IE	-	-	-.001	-	-.105	.005
		TE	-	.098	.958	-	-.120	.304
SLP	.200	DE	-	-	.447	-	-	-
		IE	-	-	-	-	-	-
		TE	-	-	.440	-	-	-
TA	.030	DE	-	-	-	-	-.177	-
		IE	-	-	-.079	-	-	-
		TE	-	-	-.119	-	-.210	-

หมายเหตุ : R² = ค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนองที่อธิบายได้

จากตาราง 3 แสดงความสอดคล้องและอิทธิพลของตัวแปรของแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาต่อความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา แรงจูงใจด้านการตั้งเป้าหมายภายใน (IGO) ได้รับอิทธิพลโดยรวมเชิงบวกจากการให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำสูงที่สุด (TE = .66) รองลงมา คือ แรงจูงใจด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนและประสิทธิภาพการเรียนรู้ (TE = .35) และความกังวลเกี่ยวกับการสอบ (TE = .18) ตามลำดับ

แรงจูงใจด้านการควบคุมความเชื่อในการเรียน (CLB) ได้รับอิทธิพลโดยรวมเชิงบวกจากแรงจูงใจด้านการให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำสูงที่สุด (TE = .96) รองลงมา คือ แรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบ (TE = .30) และการตั้งเป้าหมายภายนอก (TE = .09) ตามลำดับ

แรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบ (TA) ได้รับอิทธิพลโดยรวมเชิงลบจากแรงจูงใจด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนและประสิทธิภาพการเรียนรู้สูงที่สุด (TE = -.21) รองลงมา คือ แรงจูงใจด้านการให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ (TE = -.119, -.12)

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยาและความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการเรียนชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ซึ่งสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา

จากการการศึกษาแรงจูงใจเกี่ยวกับการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยา ผลการศึกษา พบว่า ระดับแรงจูงใจด้านการควบคุมความเชื่อในการเรียนมีค่าเฉลี่ยของระดับแรงจูงใจสูงสุดเท่ากับ 4.13 ซึ่งอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่านักเรียนเชื่อว่าการเรียนชีววิทยาให้เข้านั้นขึ้นอยู่กับความสามารถและความพยายามของตนเอง รองลงมาเป็นแรงจูงใจด้านอื่นซึ่งอยู่ในระดับการมีแรงจูงใจปานกลาง ได้แก่ แรงจูงใจด้านการตั้งเป้าหมายภายนอก ($\bar{X}$ = 3.98) การตั้งเป้าหมายภายใน ($\bar{X}$ = 3.91) การให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ ($\bar{X}$ = 3.82) และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนและประสิทธิภาพการเรียนรู้ตามลำดับ ($\bar{X}$ = 3.56) ส่วนแรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบอยู่ในระดับแรงจูงใจปานกลางมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.43 ตามลำดับ ผลการวิจัยข้างต้นแย้งกับรายงานการวิจัยของ Yamamura and Takehira (2017) ที่พบว่า เกรดเฉลี่ย (Grade Motivation) ซึ่งเป็นแรงจูงใจภายนอกมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ทั้งนี้ อาจจะเนื่องจากบริบทของระดับการศึกษาของนักเรียน และแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ระดับของแรงจูงใจเกี่ยวกับการเรียนชีววิทยาในแต่ละด้านแตกต่างกัน ความตั้งใจที่จะกระทำ (Behavioral Intention) เจตคติต่อการกระทำพฤติกรรม (Attitude Toward the Behavior) ความคิดเห็นที่เป็นบรรทัดฐานของสังคม (Subjective Norms) และความเชื่อ (Beliefs) เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมจริงของ

ปัจเจกบุคคล (Fishbein & Ajzen, 1975) และอาจจะเป็นไปได้ว่าธรรมชาติของเนื้อหาวิชา หรือบริบทที่ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ (Ozbas, 2019) ในที่นี้ผู้วิจัยสำรวจในบริบทของการเรียนชีววิทยาซึ่งนักเรียนมักจะมีแนวคิดว่าเป็นวิชาที่สามารถศึกษาหรือทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ทำให้มีผลการวิจัยที่แตกต่างไปจากงานวิจัยข้างต้น

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการเรียนวิชาชีววิทยาและความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา

กลุ่มตัวแปรสังเกตได้ 31 ตัวแปร ของตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวแปร สามารถร่วมกันทำนายความแปรปรวนของระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา เรื่อง ระบบหายใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ แสดงให้เห็นว่าแรงจูงใจแต่ละด้านที่ทำการศึกษามีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุต่อระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ผู้วิจัยได้อภิปรายผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ที่สำคัญ ดังนี้

2.1 แรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบมีอิทธิพลเชิงลบต่อระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาได้รับอิทธิพลทางตรงเชิงลบจากแรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบ (TA) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($DE = -.86, p < .05$) แสดงให้เห็นถึงหากนักเรียนมีแรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบสูง จะส่งผลให้ระดับความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาของผู้เรียนจะลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ($\beta = -.54, p < .05, R^2 = .51$) โดยทั่วไปความเครียดเกี่ยวกับการทดสอบและความวิตกกังวลมีความสัมพันธ์ทางลบกับความคาดหวัง และผลการเรียน (Academic Performance) ความวิตกกังวลและอารมณ์นั้นส่งผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพการเรียน (Pintrich & DeGroot, 1990) ซึ่งความกังวลใจเกี่ยวกับการสอบเกี่ยวข้องกับลักษณะสมบูรณ์แบบนิยม (Perfectionism) ของบุคคล (Stoeber & Rambow, 2007) หรือการเป็นนักเรียน “เก่ง” มีลักษณะเฉพาะเช่น การวิจารณ์ตนเอง และเปรียบเทียบความสามารถของตนเองและคนอื่น ๆ ที่ส่งผลให้เกิดความรู้สึกผิด ความอับอาย และความวิตกกังวล นอกจากนี้ ความรู้สึกทางอารมณ์ที่ประหม่าเหล่านี้อาจนำไปสู่การลดความนับถือตนเองและความกลัวในการทดสอบและประเมินผล ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลเชิงลบต่อประสิทธิภาพในการเรียน ดังจะเห็นได้ว่าแรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบ ยังได้รับอิทธิพลโดยรวมเชิงลบจากแรงจูงใจด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านการเรียนและประสิทธิภาพการเรียนสูงที่สุด

นอกจากนี้ มีงานวิจัยที่ระบุว่าแนวคิดการสอบถือเป็นแนวคิดที่มีบทบาทสำคัญต่อการศึกษานในเอเชีย (Tsai, 2004; Tsai et al., 2011) ซึ่งจัดเป็นแนวคิดการเรียนระดับต่ำ (การจดจำ, การสอบ, การคำนวณและการฝึกปฏิบัติ) มีความสัมพันธ์กับวิธีการเรียนรู้แบบผิวเผิน (Surface Strategies) (Lee et al., 2008; Lin & Tsai, 2013) ส่งผลให้ขาดความพยายามในการเรียนรู้ อันเป็นการเพิ่มพูนความสามารถเชิงลึกในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Tsai et al., 2011)

2.2 แรงจูงใจด้านการตั้งเป้าหมายภายในมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาได้รับอิทธิพลทางตรงเชิงบวกจากการการตั้งเป้าหมายภายใน (IGO) ($DE = .50$) ซึ่งได้รับอิทธิพลโดยรวมเชิงบวกจากการให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำสูงที่สุด ($TE = .66$) รองลงมา คือ แรงจูงใจด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านการเรียนและประสิทธิภาพการเรียน ($TE = .35$) และความกังวลเกี่ยวกับการสอบ ($TE = .18$) แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เชื่อว่ารายวิชาที่กำลังเรียนรู้นี้มีความสำคัญและมีประโยชน์แล้ว มีแนวโน้มที่จะตั้งเป้าหมายทำความเข้าใจ เพื่อหลีกเลี่ยงความล้มเหลวในรายวิชา ซึ่งการที่ผู้เรียนรู้สึกถึงความมีประโยชน์ของภารกิจที่ได้รับมอบหมายนั้น จะทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือ ให้ความสนใจ หรือมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมกับการเรียนรู้ (Uzuntiryaki-Kondakci & Senay, 2015) ซึ่งการที่ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมในกิจกรรมในห้องเรียน ถือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นมากที่สุดของการเรียน (Duncan & McKeachie, 2005) การรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านการเรียนและประสิทธิภาพการเรียน (SLP) มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านแรงจูงใจด้านการตั้งเป้าหมายภายใน ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Firmansyah et al. (2018) เนื่องจากการรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นความเชื่อของบุคคลในความสามารถทำอะไรบางอย่าง ความเชื่อนี้จะเพิ่มแรงจูงใจที่จะทำให้นักเรียนเพิ่มพยายามอย่างเต็มที่ และเพิ่มความมั่นใจในการเรียน เพื่อให้บรรลุผลสูงสุด (Schunk, 2012)

นอกจากนี้ ยังพบว่า การควบคุมความเชื่อในการเรียนยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการตั้งเป้าหมายภายใน (IGO) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับแรงจูงใจ (Motivational Beliefs) และการควบคุมตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ (Self-Regulated Learning) (Marcou & Phillippou, 2005) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรู้คิด (Metacognition) ของผู้เรียน

2.3 แรงจูงใจด้านการควบคุมความเชื่อในการเรียนมีอิทธิพลรวมเชิงลบต่อความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยา ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาได้รับอิทธิพลทางตรงเชิงลบจากการควบคุมความเชื่อในการเรียน (CLB) ($DE = -.57$) ซึ่งแรงจูงใจด้านการควบคุม

ความเชื่อในการเรียนได้รับอิทธิพลโดยรวมเชิงบวกจากแรงจูงใจด้านการให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำสูงที่สุด ($TE = .96$) รองลงมา คือ แรงจูงใจด้านความกังวลเกี่ยวกับการสอบ ($TE = .30$) และการตั้งเป้าหมายภายนอก ($TE = .09$) ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษายืนยันกับรายงานของ Pintrich and DeGroot (1990) ที่พบว่า การควบคุมความเชื่อในการเรียน การตั้งเป้าหมายภายนอก และการให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ ความอุตสาหะพยายามของตัวนักเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะสร้างกลยุทธ์ในการเรียนเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามที่ต้องการ ผู้วิจัยอภิปรายข้อค้นพบนี้ว่า อาจจะเป็นผลสืบเนื่องจากบริบททางการศึกษาและความคาดหวังทางสังคม ยกตัวอย่างจากรายงานของ Tsai et al. (2011) ที่กล่าวว่า นักเรียนในแถบเอเชียมีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอบสูง ดังจะเห็นได้ว่า แรงจูงใจด้านการควบคุมความเชื่อในการเรียนได้รับอิทธิพลโดยรวมเชิงบวกจากแรงจูงใจด้านการให้คุณค่าต่อสิ่งที่กระทำ ซึ่งล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับการสอบและการตั้งเป้าหมายภายนอก เช่น ได้เกรด หรือได้คะแนนสูง เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการควบคุมความเชื่อการเรียนเป็นไปเพื่อการสอบ ไม่ได้เป็นไปเพื่อการสร้างความเข้าใจที่ลุ่มลึกและถ่องแท้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่มาจากบริบทเดียว ซึ่งได้ผลการวิจัยเป็นข้อมูลเบื้องต้นงานวิจัยในครั้งถัดไป อาจจะเพิ่มบริบทของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่หลากหลายขึ้น เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่สามารถอธิบายผลการวิจัยได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ฐาปนกร ฤทธิมะหา เป็นนักศึกษาทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาและครูประจำการที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือตอบคำถามในการวิจัยเป็นอย่างดี

References

- Ahmad, A., & Safaria, T. (2013). Effects of self-efficacy on students' academic performance. *Journal of Educational, Health and Community Psychology*, 2(1), 22-29.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Chi, M. T. H., & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. In M. Limon and L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 3-27). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61.
- Diamantopoulos, A., & Siguaw, J. A. (2000). *Introduction to LISREL: A guide for the uninitiated*. London: SAGE Publications.
- Duncan, T. G., & McKeachie, W. J. (2005). The making of the motivated strategies for learning questionnaire. *Educational Psychologist*, 40(2), 117-128.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Firmansyah, F., Komala, R., & Rusdi, R. (2018). Self-efficacy and motivation: Improving biology learning outcomes of senior high school students. *Journal Pendidikan Biologi Indonesia*, 4(3), 203-208.
- Goleman, D. (1998). *Working with emotional intelligence*. New York: Bantam Book.

- Hair, J. H., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis a global perspective* (7th ed.). Pearson: New York.
- Jiang, Y., Song, J., Lee, M., & Bong, M. (2014). Self-efficacy and achievement goals as motivational links between perceived contexts and achievement. *Educational Psychology*, 34(1), 92-117.
- Keller, J. M. (2008). First principles of motivation to learn and e3-learning. *Distance Education*, 29(2), 175-185.
- Kelloway, E. K. (2015). *Using Mplus for structural equation modeling: A researcher's guide*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Kusurkar, R. A., Ten-Cate, T. J., Vos, C. M. P., Westers, P., & Croiset, G. (2013). How motivation affects academic performance: A structural equation modeling analysis. *Advances in Health Sciences Education*, 18(1), 57-69.
- Lee, M. H., Johanson, R. E., & Tsai, C. C. (2008). Exploring Taiwanese high school students' conceptions of and approaches to learning science through a structural equation modeling analysis. *Science Education*, 92, 191-220.
- Lin, T. J., & Tsai, C. C. (2013). A multi-dimensional instrument for evaluating Taiwan high school students' learning self-efficacy in relation to their approaches to learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 1275-1301.
- Marcou, A., & Philippou, G. (2005). Motivational beliefs, self-regulated learning and mathematical problem solving. In H. L. Chick, & J. L. Vincent (Eds.), *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 297-304). Melbourne: PME.
- Menhart, S. F. (1998). *Emotional intelligence: An alternative explanation of career success. Development of a multi-componential theory of emotional intelligence and its relationship to interview outcomes* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No.9842173).
- Ozbas, S. (2019). High school students' motivation towards biology learning. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 48(1), 945-959.
- Pintrich, R. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82, 33-40.
- Pintrich, R. R., Smith, D. A., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire. *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801-813.
- Prasith-rathsint, S. (2008). *Multivariate techniques for social and behavioral sciences research : principles, methods and applications* (6th ed.) Bangkok : 3 Lada. [in Thai]
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1976). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal for Educational Research*, 2, 49-60.
- Sadi, Ö. (2015). The analysis of high school students' conceptions of learning in different domains. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(6), 813-827.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective*. Boston: Allyn & Bacon.
- Stoeber, J., & Rambow, A. (2007). Perfectionism in adolescent school students: Relations with motivation, achievement, and well-being. *Personality and Individual Differences*, 42(7), 1379-1389.

- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). *The biology teacher's handbook of science department according to the core curriculum of basic education in 2008 for grade 10-12*. Bangkok: Business Organization of the Office of the Welfare Promotion Commission for Teachers and Education Personnel. [in Thai]
- Tsai, C. C. (2004). Conceptions of learning science among high school students in Taiwan: A phenomenographic analysis. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1733-1750.
- Tsai, C. C., Ho, H. N. J., Liang, J. C., & Lin, H. M. (2011). Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science and self-efficacy of learning science among high school students. *Learning and Instruction*, 21(6), 757-769.
- Uzuntiryaki-Kondakci, E., & Senay, A. (2015). Predicting chemistry achievement through task value, goal orientations, and self-efficacy: A structural model. *Croatian Journal of Education*, 17(3), 725-753.
- Yamamura, S., & Takehira, R. (2017). Effect of practical training on the learning motivation profile of Japanese pharmacy students using structural equation modeling. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 14(2), 1-6.