ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

SCIENTIFIC REASONING ABILITY OF STUDENT TEACHERS IN GENERAL SCIENCE PROGRAM

สุวิมล นาเพีย[1*], จรรยา ดาสา[2]

Suwimol Nahpia[1*], Chanyah Dahsah[2]

[1] นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 10110 ประเทศไทย*

[1]Doctoral Student, Doctor of Education Program in Science Education, Srinakharinwirot University, 10110, Thailand*

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 10110 ประเทศไทย

[2]Assistant Professor Dr., Faculty of Science, Srinakharinwirot University, 10110, Thailand

E-mail address (Corresponding author): [1*]suwimol.napia@g.swu.ac.th

---

รับบทความ : 23 เมษายน 2565 / ปรับแก้ไข : 25 พฤษภาคม 2565 / ตอบรับบทความ : 21 มิถุนายน 2565

Received : 23 April 2022 / Revised : 25 May 2022 / Accepted : 21 June 2022

DOI : 10.14456/nrru-rdi.2022.72

ABSTRACT

Scientific reasoning is an essential skill for transforming students into scientific literate. In addition, scientific reasoning is a part of the professional competence of science teachers. This research aims to explore the scientific reasoning abilities of 30 2nd general science students using simple random sampling. Data were collected using a 24-item scientific reasoning scale using related biologically daily life situations and measuring two components, deductive reasoning, and inductive reasoning, that the consistency index was 0.67-1.00. The data was analyzed by means and content analysis. The results showed that the mean scores in all sub-components were low. Inductive reasoning on inductive proof identification was the highest mean score ($\bar{x}$=0.73, S.D.=0.44 out of 2 points), followed by inductive reasoning on inductive conclusions ($\bar{x}$=0.61, S.D.=0.55 out of 2 points), and deductive reasoning in deductive reasoning ($\bar{x}$=0.59, S.D.=0.54 out of 2 points), respectively. The lowest mean score was the inductive reason on inductive reasoning ($\bar{x}$=0.40, S.D.=0.56 out of 2 points), and flowing by deductive reasoning on deductive reasoning ($\bar{x}$=0.49, S.D.=0.50 out of 2 points). The content analysis indicated that they incompletely provided reasons to support their claims. The results of this research reflect that the science teacher curriculum should promote more student teachers' scientific reasoning, primarily in the inductive and deductive hypotheses field.

Keywords : Scientific reasoning, Student teachers in general science, Scientific reasoning, Deductive reasoning, Inductive reasoning

บทคัดย่อ

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางวิชาชีพของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน ใช้การสุ่มอย่างง่าย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ โดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องด้านชีววิทยาและเป็นเหตุการณ์ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และวัด 2 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67-1.00 จากนั้นวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ย และวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดกลุ่มคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประประกอบย่อย มีค่าเฉลี่ยในระดับต่ำ โดยการให้เหตุผลแบบอุปนัยด้านการระบุหลักฐานแบบอุปนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ($\overline{X}$=0.73, S.D.=0.44 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน) ลำดับที่สอง คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย ($\overline{X}$=0.61, S.D.=0.55

จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน) และลำดับที่สาม คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยด้านการระบุหลักฐานแบบนิรนัย ($\overline{X}$ =0.59, S.D.=0.54 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน) สำหรับด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย ($\overline{X}$ =0.40, S.D.=0.56 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน) และ การให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบนิรนัย ($\overline{X}$ =0.49, S.D.=0.50 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน) และจากผลการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ลงข้อสรุปโดยใช้เหตุผลสนับสนุนได้ไม่สมบูรณ์ จากผลการวิจัยที่ได้นี้สะท้อนว่าหลักสูตรครุศาสตร์วิทยาศาสตร์ ควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนา การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์วิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านอุปนัยและการตั้งสมมติฐานนิรนัย

คำสำคัญ : การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, นักศึกษาครุศาสตร์วิทยาศาสตร์, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย

บทนำ

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จึงจัดเป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2001, p. 70) และยังเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางวิชาชีพของผู้สอนวิทยาศาสตร์ (Krell et al., 2022, pp. 16-17) ในการศึกษาครั้งนี้ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของการเกิดเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของนักศึกษาครุศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนรู้มาก่อน ซึ่งเกิดจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง รวบรวมข้อมูล นำข้อมูล หลักฐานที่ได้ไปวิเคราะห์ ตีความ ประเมินทั้งความถูกต้องและสอดคล้องของหลักการแนวคิด ทฤษฎีและนำไปสร้างข้อสนับสนุนสมมติฐาน หรือ ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น ซึ่งสรุปความหมายการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบนิรนัยและแบบอุปนัยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive reasoning) (Lawson, 2009, pp. 356-362; Sternberg. 2009, p. 578; Overholser,1993, p. 75) คือความสามารถในการสร้างคำอธิบายเพื่อให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุป โดยแสดงถึงข้อมูล หลักฐานที่ได้จากการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำกันหลายครั้ง หรืออาจเกิดจากการสังเกตข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ที่มีอยู่ก่อน นำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก วิเคราะห์ ตีความหมาย และระบุถึงรูปแบบของข้อมูล ความสอดคล้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของสาเหตุการเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ โดยระบุสมติฐานที่อยู่บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือ การระบุตัวแปรต่าง ๆ ที่นำไปสู่กระบวนการพิสูจน์สมมติฐาน รวมไปถึงหลักการ แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับข้อมูล หลักฐาน ประกอบการอธิบายเหตุและผลในข้อสรุปดังกล่าว และสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ได้ 3 องค์ประกอบย่อย คือ การลงข้อสรุปแบบนิรนัย การระบุหลักฐานแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย

จากความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัย มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการศึกษาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกฝนในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโครงการ การให้ครูใช้การเรียนรู้ด้วยโครงงานเพื่อสำรวจทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มขนาดใหญ่ที่แตกต่างกัน (Putri et al., 2020, p. 032083) ดังนั้นความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นความสามารถในการพัฒนาและปรับปรุงผ่านการได้รับความรู้ (Ahmad, Shah, & Raheem, 2020, p. 356) ซึ่งจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับ

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์วิทยาศาสตร์ในประเทศ มีข้อมูลน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ข้อมูลการศึกษาที่พบในงานวิจัยต่างประเทศนั้น ก็เป็นบริบทที่แตกต่างจากประเทศไทย อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงความสำคัญของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อนักศึกษาครุศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาสำรวจความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เพื่อทราบระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลไปใช้ออกแบบวางแผนพัฒนาความสามารถที่จะนำไปสู่ความเป็นประโยชน์ต่อความสามารถทางวิชาชีพของนักศึกษาครุศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและอุปนัยของนักศึกษาครุศาสตร์วิทยาศาสตร์ทั่วไปที่เรียนในรายวิชาชีววิทยา 1

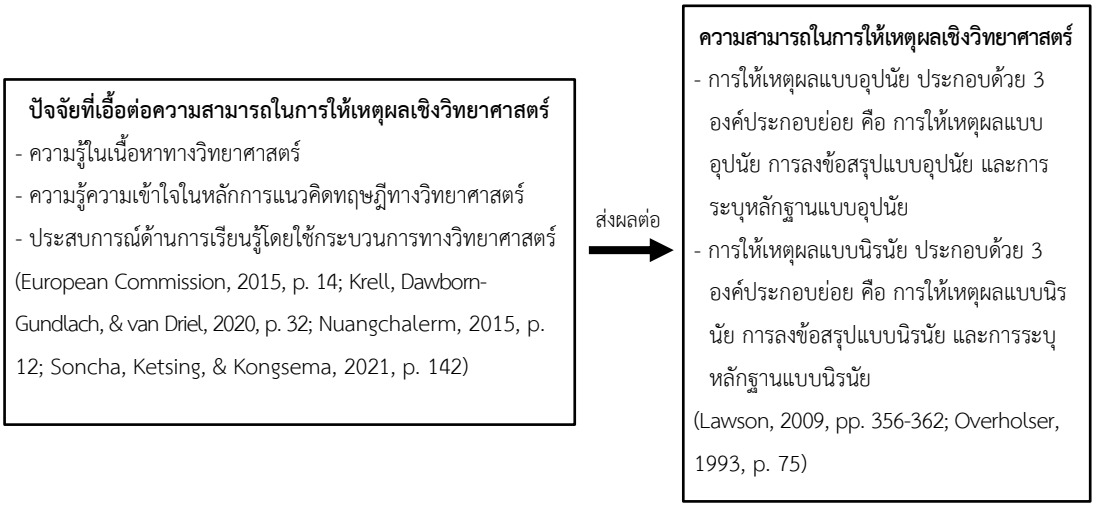
ประโยชน์การวิจัย

1. ผลการศึกษาทำให้ทราบระดับความสามารถพื้นฐานในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้สอนในวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยมุ่งเน้นการให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย

2. ผลการศึกษาที่ได้เป็นโยชน์ต่อหลักสูตรครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในการนำไปเป็นแนวทางวางแผนออกแบบกิจกรรมเสริมสมมรถนะทางวิชาชีพครูให้เข้มแข็งยิ่งขึ้น

การทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิดในการวิจัย

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่เป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Soncha, Ketsing, & Kongsema, 2021, p. 142) และเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางวิชาชีพของครูวิทยาศาสตร์ (Krell et al., 2022, p. 1) ด้วยครูมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้กับผู้เรียน (Habaci et al., 2013, p. 264) และความรู้ความสามารถของครูสามารถส่งผลต่อทักษะและความสามารถของผู้เรียนของตนได้ (European Commission, 2015, p. 14; Krell et al., 2020, p. 2305) และในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้เรียนต้องคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อนำข้อมูล หลักฐานทั้งจากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ก่อนและการสืบเสาะจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และนำมาการเขียนอธิบายหรือลงข้อสรุปนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล (Krell, Dawborn-Gundlach, & van Driel, 2020, p. 32) ซึ่งการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) นั้นสำคัญต่อการศึกษาเรียนรู้ ทั้งเพื่อการสร้างคำอธิบายที่มีหลักการแนวคิดทฤษฎีสนับสนุนที่มีความน่าเชื่อถือได้อย่างสมเหตุสมผล รวมถึงการนำแนวคิด ทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ จึงได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัยของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมเพื่อวางแผนพัฒนากิจกรรมที่มุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติการให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรัยซึ่งเป็นประโยชน์แก่ความสามารถทางวิชาชีพครูของนักศึกษาครูในอนาคต และประยุกต์สร้างเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานเชิงสำรวจเพื่อต้องการค้นหา ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษารายบุคคล โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา 1 ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องละ 30 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 60 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา 1 ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม (Koul, 1984, p. 108) นักศึกษาทุกคนยังไม่เคยผ่านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ แต่เป็นการสอนแบบปกติที่ใช้การบรรยาย ในบทความนี้ผู้วิจัยใช้การอ้างถึงนักศึกษารายบุคคลโดยใช้สัญลักษณ์ S ย่อมาจาก Student ตามด้วยเลข 1-30 คือ S1-S30 เพื่อรักษาความลับและสิทธิของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งนักศึกษา มหาวิทยาลัย และผู้ที่เกี่ยวข้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดของ Lawson (1978, pp. 15-16) โดยแบบวัดประกอบด้วยบทความที่เป็นประเด็นทางชีววิทยาจำนวน 10 บทความ และมีข้อคำถามปลายเปิด 24 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน รวม 48 คะแนน โดยข้อสอบแต่ละข้อมี 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลเพื่ออธิบายคำตอบที่เลือก ครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย 15 ข้อ และแบบอุปนัย 9 ข้อ จากนั้นส่งแบบวัดให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องกับนิยามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Index of item objective congruence : IOC) (Rovinelli & Hambleton, 1977, pp. 49-60) ผลการประเมิน มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00 เสร็จแล้วจึงทดลองใช้แบบวัดกับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งผลการทดลองใช้ ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.23-0.57 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง

0.40-0.72 และนำมาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธีกาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ของ Cronbach (1990, PP. 202-204) ซึ่งกำหนดค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดระหว่าง 0.50-0.90 ขึ้นไป (Kanjanawasri, 2001, p. 205) พบว่าแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.54

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ยื่นคำร้องขอออกหนังสือรับรอง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ยื่นหนังสือรับรองขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยถึงคณบดี คณะครุศาสตร์ ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อขออนุญาตประสานงานในการเก็บรวบข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3. ประสานงานกับกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการภายใต้มาตรการควบคุมสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรน่า 2019 โดยผ่านช่องทางการสื่อสาร Facebook และ zoom ตามวันเวลาที่กำหนดเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการวิจัย การดำเนินการวิจัย และสิทธิที่กลุ่มตัวอย่างพึงมี เช่น การเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจโดยลงนามในแบบแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการ และสิทธิ์ในการถอนตัวในเมื่อไม่ประสงค์เข้าร่วมได้โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ และชื่อ ที่อยู่ ข้อมูลส่วนตัว ของกลุ่มตัวอย่างจะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เอกสารรับรองเลขที่ SWUEC-G-294/2564 ออก ณ วันที่ 16 กรกฎาคม 2564

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ในคาบเรียนวิชาชีววิทยา 1 ใช้เวลาสอบ 120 นาที

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลเสร็จแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Lawson (1978, pp. 11-24) โดยเกณฑ์การให้คะแนนจะพิจารณาจากคำตอบทุกคำตอบ ถ้าตอบถูกทุกคำตอบจะได้คะแนนเต็ม หากตอบถูกไม่ครบจะได้คะแนนบางส่วน แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ตั้งแต่ 0 1 และ 2 จากนั้นเสนอผลการวิเคราะห์แก่อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

ตัวอย่างคำถาม : จากบทความข้างต้น การเกิดโรคระบาดเกิดจากภาวะโลกร้อนใช่หรือไม่เพราะเหตุใด (Sinhaburajarn, 2021, online)

ตอนที่ 1 ตัวเลือก

ก. ใช่ เพราะ อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดการละลายของน้ำแข็งที่มีเชื้อโรคอยู่ก่อนแล้ว

ข. ไม่ใช่ เพราะ เกิดจากพลังงานความร้อนจากแก๊สมีเทนทำให้เชื้อโรคแพร่ระบาดเร็วขึ้น

ค. ใช่ เพราะ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเสียหายต่อการเกษตรจึงบุกรุกพื้นที่ป่าทำให้เสี่ยงต่อการระบาดของเชื้อโรค

ตอนที่ 2 จงให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ (การลงข้อสรุปแบบอุปนัย)

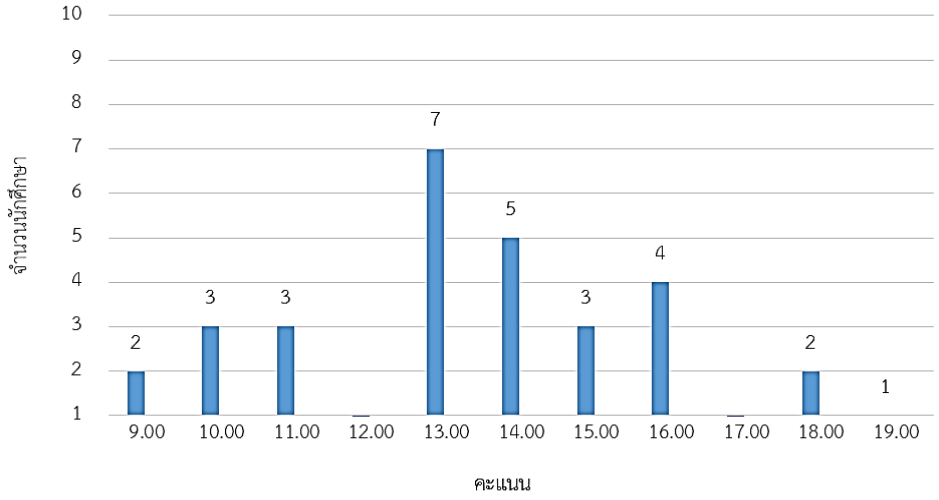
แนวคำตอบ : ภาวะร้อนโลกทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจนไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้โดยเฉพาะพื้นที่ในแถบศูนย์สูตรจึงมีการย้ายพื้นที่เพาะปลูกด้วยการบุกรุกพื้นที่ป่าแห่งใหม่ เป็นเหตุให้มีการสัมผัส เคลื่อนย้าย และการผ่าเหล่าของเชื้อไวรัส

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ระบุ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อน เป็นเหตุให้ทำการเกษตรไม่ได้ และ เหตุดังกล่าวจึงมีการบุกรุกป่าทำให้มีการสัมผัสเชื้อต่างถิ่นเกิดการระบาดของเชื้อได้	2
ระบุ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อน เป็นเหตุให้ทำการเกษตรไม่ได้ หรือ เหตุดังกล่าวจึงมีการบุกรุกป่าทำให้มีการสัมผัสเชื้อต่างถิ่นเกิดการระบาดของเชื้อได้	1
ไม่มีการระบุทั้ง ระบุ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อน เป็นเหตุให้ทำการเกษตรไม่ได้ และเหตุดังกล่าวจึงมีการบุกรุกป่าทำให้มีการสัมผัสเชื้อต่างถิ่นเกิดการระบาดของเชื้อได้	0

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบนิรนัยและแบบอุปนัยของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่เรียนในรายวิชาชีววิทยา 1 แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 จำนวนนักศึกษาและคะแนนที่ได้ เรียงลำดับจากคะแนนน้อยไปหามาก

จากภาพ 2 พบว่าในภาพรวมนักศึกษามีคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ กล่าวคือไม่มีนักศึกษาคนใดได้คะแนนเกินกว่าร้อยละ 40 โดยนักศึกษาทั้งหมดมีคะแนนอยู่ในช่วง 9-19 คะแนน จากเต็ม 48 คะแนน (คิดเป็นคะแนนร้อยละ 18.75-39.58 จากคะแนนเต็ม) และมีนักศึกษาที่ได้คะแนนอยู่ในสามลำดับแรกเรียงลำดับจากคะแนนมากไปหาน้อย คือ 19 คะแนน จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.33) 18 คะแนน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 6.67) และ 16 คะแนน จำนวน 4 คน (ร้อยละ 13.33)

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายองค์ประกอบย่อย

องค์ประกอบย่อย ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$)	S.D.
1. การลงข้อสรุปแบบอุปนัย	10	0.61	0.50
2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	4	0.40	0.56
3. การระบุหลักฐานแบบอุปนัย	4	0.73	0.44
4. การลงข้อสรุปแบบนิรนัย	10	0.49	0.50
5. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	10	0.53	0.48
6. การระบุหลักฐานแบบนิรนัย	10	0.59	0.54
รวมเฉลี่ย	48	0.56	0.50

จากตาราง 2 เมื่อพิจารณาคะแนนตามองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประประกอบย่อย (คะแนนเต็ม เท่ากับ 2) มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยในองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบอุปนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ($\overline{X}$ =0.73, S.D.=0.44) ลำดับที่สองคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย ($\overline{X}$ =0.61, S.D.=0.50) และลำดับที่สามคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบนิรนัย ($\overline{X}$ =0.59, S.D.=0.54) และน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย ($\overline{X}$ =0.40, S.D.=0.56) และองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบนิรนัย ($\overline{X}$ =0.49, S.D.=0.50) ตามลำดับ

ในการจัดกลุ่มคำตอบของนักศึกษาของแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบย่อยเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และระบุเหตุผลได้ไม่สอดคล้อง ได้ตัวอย่างคำอธิบาย ทั้ง 6 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1. ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย : การลงข้อสรุปแบบนิรนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การลงข้อสรุปแบบนิรนัย โดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับความเครียดทำให้ผมหงอกเร็วขึ้นจริงหรือไม่ (Katajit, 2017, online) พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 93.33 สามารถอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และเพียงร้อยละ 6.67 สามารถอธิบายข้อสรุปโดยระบุเหตุผลได้ถูกต้อง และสอดคล้องทั้งหมด โดยแสดงตัวอย่างคำตอบ ดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด : ความเครียดมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่ออายุมากขึ้นรวมไปถึงผมที่เปลี่ยนสีไปตามวัย เป็นกระบวนการที่เซลล์ถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระประสิทธิภาพจะลดลงซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่เป็นไปตามวัยปกติไม่ได้เกิดจากการเครียด Miri Seiberg กล่าวว่า ความเครียดมีแนวโน้มทำให้ผมหลุดร่วงมากกว่าทำให้กลายเป็นสีเทา (S9)

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน : ที่ปรึกษาด้านผิวหนัง Miri Seiberg จาก Global Dermatology Institute กล่าวว่าความเครียดมีแนวโน้มที่จะทำให้ผมร่วงและเพิ่มการหลุดร่วงมากกว่าทำให้กลายเป็นสีเทา (S26)

2. ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย : การระบุหลักฐานแบบนิรนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การระบุหลักฐานแบบนิรนัย โดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการคาดเดาความน่าจะเป็นของกระแสน้ำในมหาสมุทรที่ไหลเร็วขึ้นนั้นอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (BBC News

Thailand, 2020, online) พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 93.33 สามารถอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และเพียงร้อยละ 6.67 สามารถอธิบายข้อสรุปโดยระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด โดยแสดงตัวอย่างคำอธิบาย ดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด : มีการคาดเดาความเร็วเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 1.9 เปอร์เซ็นต์ต่อระยะเวลาทุก 10 ปีและตั้งแต่ศตวรรษ 1990 เป็นต้นมากระแสลมมีความเร็วขึ้น ส่งผลให้กระแสน้ำในมหาสมุทรมีความเร็วขึ้นราว 5 เปอร์เซ็นต์ในทุก 10 ปีและเป็นเช่นนี้มา 20 ปีแล้ว (S1)

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน : กระแสน้ำในมหาสมุทรไหลเร็วยิ่งขึ้นกว่าเดิมเรา 5 เปอร์เซ็นต์ในทุก 10 ปีและเป็นเช่นนี้มาเป็นเวลาถึง 20 ปีแล้ว (S3)

3. ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย : การให้เหตุผลแบบนิรนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการทดลองทำปุ๋ยหมักเติมอากาศ (Senasingh, 2020, online) พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 96.67 สามารถอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และอีกร้อยละ 3.33 ระบุเหตุผลไม่สอดคล้อง โดยแสดงตัวอย่างคำอธิบาย ดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน : การหมักปุ๋ยระบบเติมอากาศเกี่ยวกับการจัดรูปร่างของกองปุ๋ยให้เหมาะสมทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมการกำหนดอัตราส่วนวัตถุดิบและมีความชื้นที่พอเหมาะ (S27)

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลไม่สอดคล้อง : เพราะการกำหนดอัตราคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัตถุดิบรวมทั้งการย่อยพืชให้มีขนาดเล็กและมีความชื้นที่พอเหมาะจะทำให้กองปุ๋ยสามารถสะสมที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายเอาไว้ภายในกองปุ๋ยได้ (S7)

4. ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย : การลงข้อสรุปแบบอุปนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การลงข้อสรุปแบบอุปนัยโดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการพิสูจน์ข้อสันนิษฐานของทฤษฎี Panspermia ซึ่งเชื่อเรื่องความเป็นไปได้ของการรอดชีวิตของหมีน้ำหรือ “ทาร์ดิเกด” ในยานอวกาศว่าเหตุใดทฤษฎีดังกล่าวจึงไม่น่าเชื่อถือ (BBC News Thailand, 2021, online) พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 63.33 สามารถอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และอีกร้อยละ 36.67 สามารถอธิบายข้อสรุปโดยระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด โดยแสดงตัวอย่างคำอธิบาย ดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด : ทฤษฎี Panspermia อาจมีข้อจำกัดและเป็นไปได้ยากกว่า อย่างเช่นประเด็นของหมีน้ำเป็นสัตว์หลายเซลล์จะไม่สามารถทนต่อแรงปะทะขณะอุกกาบาตพุ่งชนโลกซึ่งชนด้วยความเร็ว11 กิโลเมตรต่อวินาที (S11)

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน : สิ่งมีชีวิตไม่สามารถแพร่พันธุ์ในจักรวาลได้ อย่างเช่นหมีน้ำหลายเซลล์ยังไม่สามารถทนต่อแรงปะทะขณะอุกกาบาตพุ่งชนโลก (S1)

5. ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย : การระบุหลักฐานแบบอุปนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การระบุหลักฐานแบบอุปนัยโดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการทดลองใช้ผงชูรสในการห้ามเลือด (Niamthong, 2018, online) พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 90.33 สามารถอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และอีกร้อยละ 10.00 ระบุเหตุผลไม่สอดคล้อง โดยแสดงตัวอย่างคำอธิบาย ดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน : สามารถสรุปผลการทดลองได้โดยรวมว่าหนูแรทที่ได้รับสารห้ามเลือดทั้งสองชนิด สามารถห้ามเลือดได้เนื่องจากสารทั้งสองชนิดมี Na^+ เป็นองค์ประกอบซึ่ง Na^+ มีผลต่อการแข็งตัวของเลือดนั่นเอง (S17)

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลไม่สอดคล้อง : เพราะมีงานวิจัยที่ทดลองเกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือดเพื่อศึกษากลไกการรักษาสมดุลของเหลวในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่น (S23)

6. ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย : การให้เหตุผลแบบอุปนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การให้เหตุผลแบบอุปนัยโดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการเกิดโรคระบาดมีความเกี่ยวข้องอะไรกับภาวะโลกร้อน และให้ค้นหาเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงมีการบุกรุกป่าจนทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของเชื้อโรค (Sinhaburajarn, 2021, online) พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 63.33 ระบุเหตุผลไม่สอดคล้อง ร้อยละ 33.33 สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และอีกร้อยละ 3.33 สามารถให้เหตุผลโดยระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด โดยแสดงตัวอย่างคำอธิบาย ดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด : การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อนจึงทำให้บางพื้นที่ได้รับผลกระทบไม่สามารถปลูกพืชได้ จึงมีการบุกรุกป่าเพื่อหาพื้นที่ในการปลูกพืช (S1)

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน : อุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นทำให้บริเวณที่ร้อน ที่ยังเส้นศูนย์สูตรไม่เหมาะกับการปลูก พืชบางชนิดอีกจึงทำให้เกิดการบุกรุกป่า (S4)

ตัวอย่างคำอธิบายที่ระบุเหตุผลไม่สอดคล้อง : การปลูกพืชบางชนิดทำให้เกิดการระบาดของเชื้อโรคในแถบศูนย์สูตรเนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างร้อนถึงร้อนมากและอาจมีเชื้อแบคทีเรีย เจือปนอยู่ (S16)

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในภาพรวม นักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 2 มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัยในระดับค่อนข้างต่ำ ส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบย่อยพบว่า องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัยด้านการระบุหลักฐานแบบอุปนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 0.73 และ 0.61 จากคะแนนเต็ม 2 ตามลำดับ โดยนักศึกษาสามารถอธิบายโดยระบุเหตุและผลได้ค่อนข้างสมบูรณ์ แต่ยังขาดการสรุปเชื่อมโยงหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้กับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบย่อย พบว่า ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 0.40 โดยองค์ประกอบดังกล่าวต้องระบุการเชื่อมโยงข้อมูล หลักฐานเข้ากับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งส่วนใหญ่ไม่พบในการเขียนอธิบายคำตอบของนักศึกษา เมื่อพิจารณาในองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย พบว่า นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยด้านการระบุหลักฐานแบบนิรนัย มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 0.59 และ 0.53 ตามลำดับ โดยนักศึกษาสามารถระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน แต่ยังขาดการระบุข้อมูลหลักฐานที่น่าเชื่อถือจากการศึกษาค้นคว้าโดยใช้กระบวนทางวิทยาศาสตร์มาประกอบการอธิบายการคาดเดา รวมทั้งขาดการนำแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป ส่วนองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัยด้านการลงข้อแบบนิรนัย พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 0.49 นักศึกษามีการกล่าวที่มาของข้อมูลจากการศึกษาแต่ส่วนใหญ่ขาดการเชื่อมโยงหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุน

หรือโต้แย้งข้อสรุป จากการศึกษาพบว่ามีงานวิจัยบางส่วนที่ศึกษาและได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ เช่น นลินี สอนชา, เมษยะมาศ คงเสมา และจีระวรรณ เกษสิงห์ (Soncha, Kongsema, & Kassingh, 2021, p. 151) ที่ได้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยา และชานนท์ คำปิวทา, ธิติยา บงกชเพชร และปราณี นางงาม (Khampiuta, Bongkotphet, & Nangngang., 2018, p. 68) ที่ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้งเรื่อง ระบบย่อยอาหารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่างได้ข้อสรุปว่า นักเรียนขาดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยไม่สามารถจำแนกข้อมูลและลงข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหลักฐานได้ รวมถึงพบว่านักศึกษาไม่สามารถระบุแหล่งที่มาของข้อมูลหลักฐานที่น่าเชื่อถือและใช้มันได้อย่างเต็มที่ และด้วยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัยในภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจากผู้เรียนไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และยังรวมถึงจำนวนครั้งของการปฏิบัติกิจกรรม อาจส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Krell et al. (2022, p. 1) ที่ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า จำนวนการปฏิบัติกิจกรรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีผลโดยตรงทั้งระดับความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และความสามารถใน การให้เหตุผลเพิ่มขึ้น ดังนั้น ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้า เน้นการปฏิบัติด้วยตนเองตั้งแต่เริ่มต้นการศึกษา สังเกต ตั้งคำถามจากสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่พบ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมที่ให้มีการตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน หากนักเรียนได้รับโอกาสซ้ำ ๆ จะพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลได้ดีที่สุด (Krell, Dawborn-Gundlach & van Driel, 2020, p. 32) ฝึกการทำงานร่วมกัน ทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐาน ฝึกวิเคราะห์ตีความหมายข้อมูล โดยการร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยน สะท้อนความคิดเห็นและลงข้อสรุป (Soncha, 2018, p. 124)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัยในภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้า เน้นการปฏิบัติด้วยตนเองและร่วมกันทำงานเป็นทีม ตั้งแต่เริ่มต้นการศึกษา สังเกต ตั้งคำถามจากสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่พบ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมที่ให้มีการทดสอบสมมติฐาน ให้มีกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากขึ้น หากนักเรียนได้รับโอกาสซ้ำ ๆ จะพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลได้ดีที่สุด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรทำวิจัยในประเด็นเกี่ยวกับ การศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย ที่มีความเหมาะสมกับนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์เพื่อจะได้แก้ปัญหาหรือพัฒนาได้สอดคล้องกับผู้เรียนให้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

Ahmad, M., Shah, M. A. U. H., & Raheem, M. A. (2020). Scientific reasoning ability and academic achievement of secondary school students. *Global Regional Review, 1*, 356-363. http://dx.doi.org/10.31703/grr.2020 (V-I).39

BBC News Thailand. (2020). *Faster ocean currents may result in climate change*. Retrieved 15 May 2021, from https://www.bbc.com/thai (In Thai)

BBC News Thailand. (2021). Water *bear "Tardigrade" resistant to taunts survived even in bullets fired from High-speed gunfire.* Retrieved May 21, 2021, from https://www.bbc.com/thai/international-57199493 (In Thai)

Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing* (5th ed.). New York : Harper Collins.

European Commission. (2015). *Science education for responsible citizenship. Brussels: European Commission.* Retrieved 15 May 2021, from http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_educatio/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Habaci, I, Karatas, E., Adıgüzelli, F., Ürker, A., & Atiici, R. (2013). Current problems of teachers. *Turkish Studies, 8*(6), 264.

Kanjanawasri, S. (2001). *Choosing the right statistics for research* (4th ed.). Bangkok : Boonsiri Kampim. (In Thai)

Katajit, P. (2017). *True or fictional? Stress causes gray hair to grow faster.* Retrieved April 15, 2021, from https://www.scimath.org/article-biology/item/7423-2017-08-08-07-56-36 (In Thai)

Katajit, P. (2017). *Why does a person's height decrease with age?.* Retrieved April 15, 2021, from https://www.scimath.org/article-biology/item/11482-2020-04-21-07-38-30 (In Thai)

Khampiuta, C., Bongkotphet, T., & Nangngang, P. (2018). Developing the ability to justify oriented Science using the controversial teaching model of digestive system for 4th grade students. *Journal of Teaching and Learning Development, Rangsit University, 12*(1), 56-71. (In Thai)

Koul, L. (1984). *Methodology of Educational Research*. New Delhi : Vani Education Book.

Krell, M., Dawborn-Gundlach, M., & van Driel, J. (2020). Scientific reasoning competencies in science teaching. *Teaching Science*, *66*(2), 32-42.

Krell, M., Redman, C., Mathesius, S., Krüger, D., & van Driel, J. (2020). Assessing pre-service science teachers' scientific reasoning competencies. *Research in Science Education, 50*(6), 2305-2329.

Krell, M., Khan, S., Vergara, C., Cofré, H., Mathesius, S., & Krüger, D. (2022). Pre-Service Science Teachers' Scientific Reasoning Competencies: Analyzing the Impact of Contributing Factors. *Research in Science Education.* https://doi.org/10.1007/s11165-022-10045-x

Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching, 15*(1), 11-24.

Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education, 94*(2), 356-362.

Lawson, A. E., Clark, B., Cramer-Meldrum, E., Falconer, K. A., Sequist, J. M., & Kwon, Y. J. (2000). Development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist?. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 37*(1), 81-101.

National Research Council. (2001*). Educating Teachers of Science, Mathematics, and Technology*. Washington, DC : National Academies Press.

Niamthong, N. (2018) *Is it true to say that MSG is forbidden to hemorrhages?*. Retrieved April 15, 2021, from https://www.scimath.org/article-biology/item/8505-2018-07-18-04-51-29 (In Thai)

Nuangchalerm, P. (2015). Objectives of the 21st Century Teaching and Learning in Science. *Journal of Education, MahaSarakham University, 9*(4), 7-14. (In Thai)

Overholser, J. C. (1993). Elements of the Socratic Method: II. Inductive reasoning. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training, 30*(1), 75-85. https://doi.org/10.1037/0033-3204.30.1.75

Putri, N. D., Handayanto, S. K., Hidayat, A., & Saniso, E. (2020, June). Students' scientific reasoning skills in a fluid and its correlation with project activity. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567, No. 3, p. 032083). IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1567/3/032083

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Tijdschrift voor Onderwijs research, 2*, 49-60.

Senasingh, V. (2020). *Aerated compost.* Retrieved April 15, 2021, from https://www.scimath.org/article-Biology/item/10990-2019-10-25-07-40-50 (In Thai)

Sinhaburajarn, S. (2021). *What does the plague have to do with global warming?*. Retrieved April 17, 2021, from https://www.scimath.org/article-biology/item/11659-2020-06-30-06-16-15 (In Thai)

Soncha, N. (2018). *The Development of Grade tenth Students' Scientific Reasoning Ability Though Argument-Driven Inquiry*. Thesis, Master of Education Program in Science Education, Kasetsart University, Bangkok. (In Thai)

Soncha, N., Kongsema, M., & Kassingh, J. (2021). Enhancing Grade 10 Students' Scientific Reasoning in Biology Course through Argument-Driven Inquiry. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning, 15*(2), 140-153. (In Thai)

Sternberg, R. J. (2009). *Cognitive Psychology.* Belmont, CA : Wadsworth.