



Research Article

THE DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING ABILITY THROUGH ARCS MODEL
LEARNING ACTIVITIES ON THE SEQUENCE AND SERIES OF
GRADE 12 STUDENTS

การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS
เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

Received: March 25, 2023

Revised: May 22, 2023

Accepted: May 25, 2023

Nawapol Chaichana^{1*} Kasamsuk Ungchittrakool² and Wanintorn Poonpaiboonpipat³

นาวพล ชัยชนะ^{1*} เกษมสุข อุงจิตต์ตระกูล² และวรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์³

^{1,2,3}Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยนเรศวร

*Corresponding Author, E-mail: Nawapol.c9@gmail.com

Abstract

This research was aimed to: 1) study the guidelines for ARCS Model learning activities on the sequence and series, and 2) to develop the critical thinking ability through ARCS Model learning activities on the sequence and series of grade 12 students. The research followed action research consisting of planning, action, observation, and reflection. It operates as a continuous operating cycle of 4 cycles. The participants consisted of 12 students in grade 12. There were four research tools which are lesson plan based on ARCS Model learning activities on sequence and series, reflection form, activity sheet, and critical thinking ability test. The results showed that: 1) Guidelines for learning activities should focus on: 1.1) asking questions and giving examples of situations; 1.2) linking the definition/theorem of sequences and series to real situations; 1.3) arguing with appropriate reasons; and 1.4) finding a way to find a variety of answers, 2) the development of critical thinking ability of students in grade 12 were: 2.1) during the using of the ARCS Model learning activities on the sequence and series, students' critical thinking abilities were enhanced in overall, 2.2) after learning through ARCS Model learning activities on the sequence and series, most students' critical thinking abilities (89.85%) were at a good level.

Keywords: Critical Thinking Ability, ARCS Model Learning Activities, Sequence and Series

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม 2) พัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กระบวนการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล ดำเนินเป็นวงจรปฏิบัติการต่อเนื่องกัน 4 วงจรผู้เข้าร่วมวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 คน มีเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม แบบสะท้อนผล ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS มีประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1.1) การตั้งคำถามและยกตัวอย่างสถานการณ์ 1.2) การเชื่อมโยงระหว่างนิยาม/ทฤษฎีบทของลำดับและอนุกรมกับสถานการณ์จริง 1.3) การวิพากษ์โดยอ้างเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และ 1.4) แนวทางในการหาคำตอบอย่างหลากหลาย 2) การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS พบว่า 2.1) ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์สูงขึ้น 2.2) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ในภาพรวมพบว่ามีจำนวนนักเรียนมีผลการวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ในระดับดี ร้อยละ 89.85

คำสำคัญ: ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS ลำดับและอนุกรม

บทนำ (Introduction)

การจัดการศึกษาในปัจจุบันได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการพัฒนาทักษะความสามารถในการคิดให้แก่ผู้เรียนว่า สถานศึกษาหรือผู้เกี่ยวข้องจะต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดที่หลากหลาย และเป็นการคิดที่บูรณาการความรู้ที่ได้มาจากศาสตร์ต่างๆ การฝึกทักษะการคิดอย่างต่อเนื่องจะทำให้ผู้เรียนมีการคิดในระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) ในส่วนของกระบวนการคิดจะเกิดจากการถกเถียง ไม่เชื่อ หรือสงสัยของข้อมูลที่ได้รับจนเกิดคำถามในเชิงโต้แย้งกัน ทำให้การพยายามหาคำตอบในลักษณะแตกต่างไปจากเดิมไปสู่การคิดเชิงวิพากษ์

ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์เป็นส่วนหนึ่งของทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์และการคาดเดา โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในแง่มุมที่แตกต่างว่าอะไรคือความจริง อะไรคือความถูกต้อง คิดด้วยความรอบคอบระมัดระวัง ใช้สติปัญญาและไตร่ตรองอย่างวิพากษ์ (Sariwat, 2006) ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการนำมาใช้กับกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรมสูง มีทฤษฎี กฎ นิยามที่มากมายที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้น หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการเหล่านี้จะทำให้เกิดคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่นั้น จะต้องผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการวิพากษ์โต้แย้งโดยใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มากมายมาสนับสนุนเพื่อให้เกิดข้อสรุปที่เป็นไปได้ การคิดเชิงวิพากษ์จึงเป็นความสามารถที่จำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยได้สำรวจปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสอนโดยการสอบถามและสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้เบื้องต้น พบว่า ในการเรียนรู้ของนักเรียนจะมีลักษณะรับฟังรับรู้เพียงด้านเดียว เนื่องจากครูเน้นการบรรยายเนื้อหาในสัดส่วนที่มากกว่าจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เมื่อเรียนไปแล้วเกิดองค์ความรู้ในลักษณะเดิมคือเข้าใจตามองค์ความรู้ที่ครูสอนหรือเกิดความสับสน เช่น สับสนระหว่างผลต่างร่วมกับอัตรา

ส่วนร่วม หรือสับสนวิธีการเปลี่ยนรูปของลำดับเพื่อหาลิมิต เมื่อเจอโจทย์หรือปัญหาเกี่ยวกับลำดับและอนุกรมที่ไม่เคยพบเจอมาก่อนจึงไม่สามารถแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ ยังขาดการคิดเชิงวิพากษ์ และการใช้มุมมองที่หลากหลายในการเรียนรู้ เรียนไปตามกระบวนการ ไม่มีการตั้งคำถาม แยกแยะข้อเท็จจริง และความสอดคล้อง อีกทั้งขาดการโต้แย้งหรือให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลจนนำไปสู่การหาคำตอบไม่ได้ โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องลำดับและอนุกรมที่ต้องมีการศึกษารูปแบบ ความสัมพันธ์ นิยามและทฤษฎีบทด้วยวิธีการที่หลากหลายมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาจะต้องได้มาจากกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์จากนิยาม ทฤษฎีบท และข้อตกลงทางคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการวิพากษ์ถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้จริงแล้วนำมาใช้ตัดสินใจ เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้

Keller (1987) ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนหาเหตุผลมาโต้แย้งกันเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ครอบคลุมทุกด้าน ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Attention) จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ 2) ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relevance) จะแสดงประโยชน์ของเนื้อหา เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับความเป็นจริง 3) ขั้นสร้างความมั่นใจ (Confidence) มุ่งเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถควบคุมกระบวนการเรียนรู้ พร้อมทั้งมีการวัดผลการเรียนรู้ และ 4) ขั้นสร้างความพึงพอใจ (Satisfaction) ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจมากขึ้นโดยจัดกิจกรรมที่นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง และมีการวัดประเมินผล เรียกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS ซึ่ง Emerson (2013) กล่าวถึง ARCS Model ว่าสามารถเพิ่มกลยุทธ์ในการสอนทำให้เกิดทักษะการคิดเชิงวิพากษ์อย่างมีประสิทธิภาพ และงานวิจัยของ Suherman et al. (2021) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ARCS Model มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งผู้วิจัยเห็นว่าในแต่ละขั้นตอนเปิดโอกาสให้ผู้สอนออกแบบการสอนหรือจัดกิจกรรมได้หลากหลาย มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้ได้ประสบการณ์จริง มีการตั้งคำถาม แยกแยะข้อเท็จจริงที่มีความสอดคล้องกัน อธิบายโต้แย้งเหตุผล จนนำไปสู่การหาคำตอบ ซึ่งเหมาะสมกับความสนใจและลักษณะของผู้เรียนในปัจจุบัน

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำผลการวิจัยมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียนที่จำเป็นในการดำรงชีวิต สร้างนวัตกรรมที่นำไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย เกิดประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน สังคมและประเทศชาติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีในการดำเนินการวิจัย โดยนำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม มาพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS ถูกพัฒนาโดย Keller และนักวิจัยหลายท่าน (Keller, 1987; Kurt & Kecik, 2017; Siksoy & Ozdamli, 2016) ซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมเรื่อง ลำดับและอนุกรม เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้

ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนหาเหตุผลมาโต้แย้งกัน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ครอบคลุมทุกด้าน โดยมีกระบวนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสร้างความสัมพันธ์ ขั้นสร้างความมั่นใจ และขั้นสร้างความพึงพอใจ

1.2 ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ มีนักวิชาการหลายท่าน (Emerson, 2013; Moonkam, 2004; Sariwat, 2006) ได้ให้ความหมายไว้ซึ่งสรุปได้ว่าเป็นความสามารถในการคิดพิจารณาผ่านกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้ข้อมูล บทนิยาม ทฤษฎี และองค์ความรู้ต่างๆ มีการตรวจสอบ โต้แย้ง ตัดสินใจ และแก้ไขปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแม่นยำ โดยผู้วิจัยประเมินผลตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี 5 องค์ประกอบ ประกอบไปด้วย ระบุหรือคิดคำถาม แยกแยะข้อเท็จจริง ตระหนักถึงความไม่สอดคล้องกัน อธิบายความ และตัดสินหาคำตอบ โดยแต่ละองค์ประกอบแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี (2) พอใช้ (1) และปรับปรุง (0)

2. ประเภทของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ดำเนินการตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect)

3. ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขนาดใหญ่ ในจังหวัดพิจิตร จำนวน 12 คน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จากการสอบถามและสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่าความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนอยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา

4. ตัวแปรการวิจัย

4.1 ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม

4.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบคือ 1) ระบุหรือคิดคำถาม 2) แยกแยะข้อเท็จจริง 3) ตระหนักถึงความไม่สอดคล้องกัน 4) อธิบายความ 5) ตัดสินหาคำตอบ

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือวิจัยในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมจำนวน 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง 2) แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลเป็นผู้บันทึก โดยผู้ร่วมสะท้อนผลเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประเด็นที่มีการจดบันทึก ได้แก่ ผลการพัฒนา ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง 3) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำ 120 นาที 4) ใบกิจกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยนำเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันมากำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมวิพากษ์เป็นกลุ่มใหญ่และหาคำตอบ

การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างเครื่องมือวิจัยพร้อมกำหนดเกณฑ์การประเมินผล แล้วนำเสนอเครื่องมือวิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ และด้านหลักสูตรและการสอน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และพิจารณาค่า IOC ของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ผลการตรวจสอบพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความถูกต้องเหมาะสมอยู่

ในระดับมากที่สุด และค่า IOC ของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์มีค่ามากกว่า 0.50 ขึ้นไปทุกข้อ จากนั้นนำเครื่องมือวิจัยมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เครื่องมือวิจัยมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยปฏิบัติการ จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมสังเกตการณ์และทำการบันทึกผลลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และรวบรวมข้อมูลในประเด็นอื่นๆ เพิ่มเติมในระหว่างจัดกิจกรรม โดยขั้นตอนแรกดำเนินการปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย แล้วดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6.2 เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เสร็จสิ้นในแต่ละแผน ผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกข้อมูลและร่วมสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในประเด็นต่างๆ และประเด็นที่สำคัญอื่นๆ เพิ่มเติมเกี่ยวกับอุปสรรคปัญหา ในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6.3 นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยพิจารณาถึงปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ปัญหา และสรุปผล จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการในวงจรถัดไป

6.4 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครบทั้ง 4 วงจรแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม แล้วนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลต่อไป

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Kemmis & McTaggart, 1988) ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

7.1 รวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลจากบันทึกสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์โดยการพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis) และมีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือแบบสามเส้าด้านผู้วิจัย

7.2 รวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์มาทำการวิเคราะห์แล้วเสนอในรูปแบบร้อยละและความเรียง โดยมีการประเมินทั้งหมด 5 องค์ประกอบได้แก่ 1) ระบุหรือคิดคำถาม 2) แยกแยะข้อเท็จจริง 3) ตระหนักถึงความไม่สอดคล้องกัน 4) อธิบายความ และ 5) ตัดสินหาคำตอบ โดยในแต่ละองค์ประกอบมีเกณฑ์การประเมินแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี (2) พอใช้ (1) และปรับปรุง (0) โดยมีตัวอย่างเกณฑ์การประเมินตาม Table 1

Table 1

Component 3 assessment criterion recognizes inconsistencies

เกณฑ์การประเมินองค์ประกอบที่ 3 ตระหนักถึงความไม่สอดคล้องกัน

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ	ระดับคุณภาพ
นักเรียนสามารถอ้างเหตุผล และให้เหตุผลที่มีความสอดคล้องกันเรื่อง ลำดับและอนุกรมได้	2 (ดี)
นักเรียนสามารถอ้างเหตุผล แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่มีความสอดคล้องกันเรื่อง ลำดับและอนุกรมได้	1 (พอใช้)
นักเรียนไม่สามารถอ้างเหตุผล และให้เหตุผลที่มีความสอดคล้องกันเรื่อง ลำดับและอนุกรมได้	0 (ปรับปรุง)

ผลการวิจัย (Results)

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยนำเสนอตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4 ในแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ และแนวทางการจัดกิจกรรม ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 มีเนื้อหาเกี่ยวกับลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต จำนวน 3 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ชั่วโมง โดยชั้นสร้างความสนใจ ผู้สอนกับนักเรียนร่วมสนทนาเกี่ยวกับจำนวนในชีวิตประจำวัน ชั้นสร้างความสัมพันธ์ ให้นักเรียนนำนิยาม/ทฤษฎีบทของลำดับมาใช้ เพื่อแยกแยะตัวแปรและค่าต่างๆ ที่สอดคล้องกับลำดับที่กำหนด ชั้นสร้างความมั่นใจ ให้นักเรียนแก้ปัญหา “อันไหนใช่เลย” ซึ่งเป็นการวิพากษ์ว่าลำดับที่กำหนดเป็นลำดับชนิดใด และทำกิจกรรม “ฉันจะไปให้ถึงเธอ” โดยกำหนดสถานการณ์การเดินทางกันตามลำดับที่กำหนด ให้นักเรียนได้ปฏิบัติ ร่วมกันวิพากษ์เพื่อหาข้อสรุป และชั้นสร้างความพึงพอใจ ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้จากข้อมูลที่ร่วมวิพากษ์กัน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนให้ความสนใจ มีการเชื่อมโยงความรู้ แยกแยะความแตกต่างระหว่างลำดับต่างๆ ได้ รวมทั้งมีการวิพากษ์สนับสนุนคำตอบของตนเองโดยการอ้างอิงจากนิยาม/ทฤษฎีบทของลำดับอย่างถูกต้อง ทำให้ได้ข้อสรุปที่น่าพึงพอใจ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลให้ความเห็นสอดคล้องกันว่า นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมตามองค์ประกอบแต่มีจำนวนน้อย เช่น นักเรียนบางคนยกตัวอย่างลำดับได้ เช่น 2, 1, 2, 1, 2, 1 หรือ 1, 1, 1, 1, 1 มีการตั้งคำถามว่า “ลำดับอนันต์เป็นอย่างไร” รวมถึงกำหนดลำดับ 5, 25, 125, 625, ... นักเรียนตอบว่า “ลำดับแรกคูณ 5 ตัวต่อไปเรื่อยๆ ผมว่าเป็นลำดับเรขาคณิต” และสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มาสนับสนุนความถูกต้อง นำไปวิพากษ์และบอกได้ว่าลำดับใดเป็นลำดับเลขคณิตหรือเรขาคณิต ส่วนปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข ได้แก่ นักเรียนบางคนยังไม่กล้าตอบคำถามเนื่องจากขาดความมั่นใจ โดยผู้วิจัยได้ส่งเสริมและให้กำลังใจ ว่าความคิดไม่มีผิดมีถูก ขอให้มีความกล้าหาญทางความคิด มีนักเรียนสับสนตัวแปรระหว่างผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตและอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต ผู้วิจัยจึงอธิบายแนวทางแยกแยะระหว่างตัวแปรว่าให้นักเรียนสังเกตคำว่าผลต่างซึ่งการดำเนินการจะเกี่ยวกับการบวกหรือลบจะเป็นลำดับเลขคณิต ส่วนอัตราส่วนร่วมให้สังเกตคำว่าอัตราส่วนซึ่งการดำเนินการจะเกี่ยวกับการคูณหรือหารจะเป็นลำดับเรขาคณิต ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะตัวแปรได้ถูกต้อง อีกทั้งมีนักเรียนบางคนยังไม่สามารถสรุปคำตอบที่เป็นที่พึงพอใจของตนเองได้ เนื่องจากยังสับสนวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้จากการร่วมวิพากษ์กับเพื่อน ผู้วิจัยจึงต้องช่วยเหลือด้วยการเรียงลำดับวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีแล้วให้นักเรียน

เปรียบเทียบแต่ละวิธีว่าวิธีใดถูกต้องสมเหตุสมผลที่สุด จึงให้นักเรียนตัดสินหาคำตอบ และนำไปใช้ในการปรับปรุงวางแผนในวงรอบถัดไป

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 มีเนื้อหาเกี่ยวกับลิมิตของลำดับ จำนวน 3 ชั่วโมง โดยนำประเด็นปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุง ได้แก่ เพิ่มการยกตัวอย่าง ทบทวนนิยาม/ทฤษฎีบทที่ยากและซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น เพิ่มเวลาในการวิพากษ์ให้มากขึ้น กระตุ้นให้นักเรียนคิด และสร้างความมั่นใจในคำตอบที่ได้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ชั่วโมง โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน มากำหนดเป็นตัวอย่าง แล้วนำเสนอปัญหา “อยากออกไปเตะชอปป้าหาลิมิต” และกิจกรรม “ลงภูเขา” ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและร่วมกันวิพากษ์เพื่อหาข้อสรุป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม มีการตั้งคำถาม พยายามแยกแยะและทำความเข้าใจกับนิยาม/ทฤษฎีบทเกี่ยวกับลิมิตของลำดับ ดูความสอดคล้องวิธีการหาลิมิตของแต่ละลำดับ มีการวิพากษ์โดยให้เหตุผลที่สนับสนุนคำตอบของตนเองอย่างสมเหตุสมผล จนทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลให้ความเห็นว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมตามองค์ประกอบมากขึ้น เช่น นักเรียนตั้งคำถามว่า “หาลิมิตแบบรวดเร็วมีวิธีการอื่นอีกหรือไม่” อีกทั้งนักเรียนแยกแยะและเห็นความสอดคล้องกันระหว่างค่าลิมิตของลำดับคู่เข้าและคู่ออกได้ และมีการวิพากษ์โดยมีนักเรียนบางคนเสนอว่า “ให้เปลี่ยนรูปของลำดับนั้นก่อนค่อยดำเนินการหาลิมิต” หรือ “ใช้กราฟมาช่วย” จนได้ข้อสรุปในการหาคำตอบ ส่วนปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข ได้แก่ ความเข้าใจนิยาม/ทฤษฎีบทคลาดเคลื่อน ทำให้การให้เหตุผลอ้างอิงในการวิพากษ์ไม่สมเหตุสมผลเท่าที่ควร ไม่ได้คำตอบที่หลากหลาย ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายและยกตัวอย่างเพิ่มเติมเป็นรายบุคคล แล้วให้นักเรียนร่วมวิพากษ์กันเพื่อให้ได้วิธีการหาคำตอบที่แม่นยำมากขึ้น พร้อมทั้งนำไปใช้ในการปรับปรุงและวางแผนในวงรอบถัดไป

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 มีเนื้อหาเกี่ยวกับอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต จำนวน 3 ชั่วโมง โดยนำประเด็นปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุง ได้แก่ ทบทวนนิยาม/ทฤษฎีบทเปรียบเทียบกับสถานการณ์ต่างๆ มากขึ้น เพิ่มเวลาในการวิพากษ์ กระตุ้นให้นักเรียนคิด และสร้างความมั่นใจในคำตอบที่ได้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ชั่วโมง โดยกำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเป็นตัวอย่าง นำเสนอปัญหา “บวกกันได้ไหมบวกได้รีเปล่า” และกิจกรรม “ออกหรือไม่ออก” ให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมและวิพากษ์ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีการตั้งคำถาม คิดทบทวนแนวคิดของผู้อื่น นำนิยาม/ทฤษฎีบทเกี่ยวกับอนุกรมมาใช้ในการอธิบาย หาคำตอบให้กับตนเอง แล้วนำไปวิพากษ์ร่วมกันด้วยเหตุผลที่สมเหตุสมผล จนสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลให้ความเห็นว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมตามองค์ประกอบเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อกำหนดสถานการณ์นักเรียนตั้งคำถาม “อย่างนี้ต้องทำเป็นอนุกรมก่อนใช่ไหมครับ” หรือ “หนูลองทำแล้วใช้สูตรอนุกรมเลขคณิตค่ะ” นักเรียนแยกแยะและเห็นความสอดคล้องกันของอนุกรม $2+4+6+8+10$ ว่าเป็นอนุกรมเลขคณิต และ $10+100+1000+10000$ เป็นอนุกรมเรขาคณิต รวมถึงนักเรียนมีการวิพากษ์ถึงโจทย์ปัญหาที่กำหนด “ดูจากอนุกรมแล้ว ค่าที่ได้ต้องเป็นบวกนี้ครับ” หรือ “วิธีการที่โจทย์ทำก็ถูกแล้วนะ ทำมาตามขั้นตอนเลยนะ” โดยมีการเพิ่มเวลาวิพากษ์

มากขึ้นจนนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข ได้แก่ นักเรียนบางคนมีปัญหาในการหาข้อมูลจากสื่อต่างๆ เนื่องจากข้อมูลคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนปรึกษากับเพื่อนร่วมพูดคุย ซักถาม แลกเปลี่ยนข้อมูลที่ค้นหาได้ โดยผู้วิจัยช่วยตรวจสอบข้อมูลที่นักเรียนได้นั้นถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งบางคนมีปัญหาในการนำนิยาม/ทฤษฎีบทของอนุกรมมาใช้ ตรวจสอบอ้างอิงความน่าเชื่อถือของวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายซ้ำและยกตัวอย่างวิธีการนำไปใช้ในการตรวจสอบอ้างอิง และยังมีประเด็นปัญหาในส่วนของทวิภาคีคือนักเรียนมีการพูดคุยออกนอกประเด็น ทำให้การวิพากษ์บางช่วงหาข้อสรุปไม่ได้ ซึ่งผู้วิจัยต้องแก้ไขด้วยการควบคุมเวลาและตัดประเด็นเนื้อหาส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก แล้วนำไปปรับปรุงวางแผนในวงรอบถัดไป

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 มีเนื้อหาเกี่ยวกับผลบวกของอนุกรม จำนวน 3 ชั่วโมง โดยนำประเด็นปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับปรุง ได้แก่ ทบทวนนิยาม/ทฤษฎีบทเปรียบเทียบกับสถานการณ์ต่างๆ มากขึ้น เพิ่มเวลาในการวิพากษ์ กระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อให้ได้แนวทางที่หลากหลาย

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ชั่วโมง โดยกำหนดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาเสนอปัญหา “บุกล่าทำพิสูจน์” และกิจกรรม “ขอให้ช่วย” ให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมและวิพากษ์ร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนนำนิยาม/ทฤษฎีบทของอนุกรมมาใช้ในการอธิบายแนวทางหาผลบวกของอนุกรมด้วยตนเอง มีการวิพากษ์ร่วมกันโดยมีการอ้างเหตุผลจากนิยาม/ทฤษฎีบท ทำให้ได้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลให้ความเห็นว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมตามองค์ประกอบเพิ่มมากขึ้น เช่น นักเรียนสงสัยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นอกเหนือจากศึกษาว่ามีอะไรบ้าง หรือการคำนวณกำไรจากการขายของในแต่ละเดือน และตัดสินใจคำตอบได้ รวมถึงการวิพากษ์สถานการณ์ที่กำหนดถึงความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งมีนักเรียนให้ความเห็นว่า “ฝากเงินเหมือนได้น้อยกว่า แต่นานไปได้เยอะกว่า เอาสูตรเรขาคณิตมาคิดได้เลย” หรือ “ยังงอยู่เลย ปันผลมันได้เยอะนะ” จนนำไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ส่วนปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข ได้แก่ นักเรียนบางคนหาข้อมูลคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนพูดคุย ซักถาม แลกเปลี่ยนข้อมูล โดยผู้วิจัยช่วยตรวจสอบข้อมูล อีกทั้งนักเรียนบางคนยังสับสนกับสัญลักษณ์แทนการบวก ใช้สูตรการหาผลบวกผิด และคำนวณตัวเลขผิด ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายสัญลักษณ์และนิยาม/ทฤษฎีบทซ้ำเพิ่มเติม แล้วให้นักเรียนฝึกคำนวณซ้ำๆ เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยลง

1.5 แนวทางการจัดกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 1 ตั้งคำถามและยกตัวอย่างสถานการณ์

ขั้นตอนนี้ควรเริ่มต้นจากการกำหนดสถานการณ์หรือยกเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น การเดิน การแต่งของลูกบอล การออมเงิน การค้าขาย หรือเป็นการทดลองวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ การคำนวณความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจว่ามีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในเรื่องลำดับและอนุกรมอย่างไร นักเรียนจะเกิดคำถามและความสงสัยในเหตุการณ์รอบตัวว่ามีสถานการณ์ใดที่มีความเกี่ยวข้อง ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดคำถามแล้วตั้งปัญหาเพื่อหาคำตอบโดยการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหนังสือเรียน สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือการสอบถามพูดคุยกับเพื่อน ครู ผู้รู้ หรือผู้เชี่ยวชาญ เมื่อนักเรียนสามารถมองเห็นถึงความเกี่ยวข้องกันของสถานการณ์ต่างๆ กับความรู้ในเรื่องลำดับและอนุกรม จะทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะและความเกี่ยวข้องกันระหว่างสถานการณ์จริงกับนิยาม/ทฤษฎีบทที่เป็นนามธรรมเป็นอย่างมากได้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงระหว่างนิยามหรือทฤษฎีบทของลำดับและอนุกรมกับสถานการณ์จริง

นักเรียนควรเรียนรู้เกี่ยวกับนิยาม/ทฤษฎีบท ที่เกี่ยวกับลำดับและอนุกรม และผ่านการยกตัวอย่างสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แยกแยะข้อมูลเพื่อนำไปศึกษาเปรียบเทียบกับนิยาม/ทฤษฎีบทที่ได้เรียนรู้มาถึงตัวแปรและค่าต่าง ๆ ถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร และมีการตรวจสอบถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้ ซึ่งครูจะต้องอธิบายทำความเข้าใจเกี่ยวกับนิยาม/ทฤษฎีบทเรื่องลำดับและอนุกรม และคณิตศาสตร์อื่นๆ ที่จะต้องนำมาใช้ให้นักเรียนเข้าใจอย่างถ่องแท้ โดยอาจมีการยกตัวอย่างกับคำถามง่ายๆ เช่น อนุกรม $2+4+6+8+10$ มีค่า $d = 2$ ถ้าอนุกรมนี้เป็นอนุกรมอนันต์จะหาผลบวกได้หรือไม่ ที่ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่ยกตัวอย่างกับตัวแปรและค่าต่างๆ ของนิยาม/ทฤษฎีบทได้ ผ่านการตั้งคำถาม พูดคุย สอบถาม อภิปราย ร่วมกันที่จะทำให้นักเรียนสามารถเห็นความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน สามารถแยกแยะข้อเท็จจริงและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่างๆ ได้

ขั้นตอนที่ 3 วิพากษ์โดยอ้างเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล

ครูควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน หรือสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็น โดยกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ให้นักเรียนได้วิเคราะห์เพื่อหาคำตอบ และใช้นิยาม/ทฤษฎีบทเรื่องลำดับและอนุกรมมาช่วยในการอธิบายหรือให้เหตุผลให้มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น เช่น การนำเสนอกิจกรรมลงภูเขา โดยกำหนดสถานการณ์ให้ชายคนหนึ่งกำลังลงเขามาทางให้เลือกสามทาง แต่ละทางจะเดินกันเป็นลำดับตามที่กำหนด ซึ่งมีเงื่อนไขว่าทางเดินใดเป็นลำดับคู่เข้าแสดงว่าปลายทางเดินเป็นหน้าผา และทางเดินใดเป็นลำดับคู่ออกแสดงว่าทางเดินนั้นสามารถเดินลงเขาได้อย่างปลอดภัย ซึ่งการนำเสนอปัญหานี้ให้นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในนิยาม/ทฤษฎีบทเรื่องลำดับและอนุกรมอย่างถ่องแท้ในขั้นตอนที่แล้ว เพื่อนำมาปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เหล่านี้ โดยนักเรียนจะต้องคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นเบื้องต้น หลังจากนั้นร่วมกันนำเสนอและวิพากษ์แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อให้ได้แนวทางและคำตอบที่ถูกต้องที่สุด นักเรียนจะต้องสามารถโต้แย้งด้วยเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล มีการนำเหตุผลตามหลักของนิยาม/ทฤษฎีบทเรื่องลำดับและอนุกรมมาใช้ในการอ้างอิงและสนับสนุนเหตุผล และวิธีการของตนเองว่ามีความถูกต้องสอดคล้องกันหรือไม่ หากไม่ถูกต้องจะปรับแก้อย่างไรให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและมีความสมเหตุสมผลมากขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เห็นวิธีคิดและแนวทางแก้ปัญหาของเพื่อนคนอื่น ๆ ที่หลากหลาย ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีการวิพากษ์กันด้วยข้อมูล อ้างเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล ไม่นอกประเด็นในการถกเถียงกัน เพื่อให้นักเรียนได้แนวคิดและแนวทางแก้ปัญหาที่มีความสมเหตุสมผลและมีความมั่นใจในวิธีการนั้นที่สุด เพื่อที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจคำตอบในขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 หาแนวทางในการหาคำตอบอย่างหลากหลาย

ขั้นตอนสุดท้ายนี้ต่อเนื่องมาจากขั้นตอนที่ 3 เมื่อนักเรียนได้แนวคิด วิธีการ และการอ้างอิงที่สมเหตุสมผลจากการวิพากษ์มาแล้ว นักเรียนจะต้องตัดสินใจคำตอบที่มีความเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างเช่นจากกิจกรรมลงภูเขาที่กล่าวมาข้างต้น นักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกทางเดินลงภูเขาที่เป็นลำดับคู่ออกซึ่งจะเดินทางอย่างปลอดภัย โดยคำนวณอย่างรอบคอบและสมเหตุสมผลที่สุด ด้วยการอ้างอิงนิยาม/ทฤษฎีบทเรื่องลำดับและอนุกรม และคณิตศาสตร์อื่นๆ ซึ่งเป็นคำตอบที่ตัดสินใจแล้วและมีความพึงพอใจต่อคำตอบที่ได้มากที่สุด ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความกล้าคิด กล้าตัดสินใจในแนวคิดและวิธีการที่ได้ถูกวิพากษ์กลับกรองมาแล้วด้วยเหตุผล นิยาม/ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องต่างๆ พร้อมทั้งนำเสนอทางเลือกอื่นๆ ที่น่าสนใจได้

2. ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ผลดังนี้

2.1 ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยพิจารณาภาพรวมตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ดัง Table 2

Table 2

The development of critical thinking ability through ARCS model learning activities on the sequence and series of grade 12 students

ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับดี				ผลการพัฒนา
	ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ (ร้อยละ)				
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4	
1. ระบุหรือคิดคำถาม	4 (33.33)	5 (41.67)	9 (75.00)	11 (91.67)	สูงขึ้น
2. แยกแยะข้อเท็จจริง	6 (50.00)	6 (50.00)	8 (66.67)	10 (83.33)	สูงขึ้น
3. ตระหนักถึงความไม่สอดคล้องกัน	3 (25.00)	6 (50.00)	7 (58.33)	11 (91.67)	สูงขึ้น
4. อธิบายความ	3 (25.00)	7 (58.33)	8 (66.67)	11 (91.67)	สูงขึ้น
5. ตัดสินหาคำตอบ	8 (66.67)	8 (66.67)	9 (75.00)	12 (100.00)	สูงขึ้น
	ภาพรวม				สูงขึ้น

Table 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ในภาพรวมสูงขึ้น เมื่อพิจารณาจากการประเมินรายองค์ประกอบเมื่อดำเนินกิจกรรมจนครบทุกวงจรปฏิบัติการ พบว่า องค์ประกอบที่ 5 มีจำนวนนักเรียนอยู่ในระดับดีสูงสุด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ องค์ประกอบที่ 1, 3 และ 4 มีจำนวนนักเรียนอยู่ในระดับดีเท่ากัน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 และองค์ประกอบที่ 2 มีจำนวนนักเรียนอยู่ในระดับดีต่ำที่สุด จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33

2.2 ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ดัง Table 3

Table 3

The development of critical thinking ability through ARCS model learning activities on the sequence and series of grade 12 students

ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

องค์ประกอบ ที่	จำนวนนักเรียนที่มีผลการทดสอบในระดับดี (ร้อยละ)										ร้อยละ ภาพรวม
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	
1. ระบุหรือ คิดคำถาม	12 (100)	12 (100)	-	-	-	11 (91.67)	12 (100)	-	12 (100)	11 (91.67)	97.22
2. แยกแยะ ข้อเท็จจริง	10 (83.33)	12 (100)	-	-	-	12 (100)	11 (91.67)	-	12 (100)	10 (83.33)	93.06
3. ตระหนักถึง ความไม่ สอดคล้องกัน	11 (91.67)	11 (91.67)	-	10 (83.33)	9 (75.00)	12 (100)	9 (75.00)	-	11 (91.67)	10 (83.33)	86.46
4. อธิบาย ความ	11 (91.67)	12 (100)	12 (100)	10 (83.33)	9 (75.00)	12 (100)	8 (66.67)	8 (66.67)	11 (91.67)	10 (83.33)	85.83
5. ตัดสินหา คำตอบ	12 (100)	11 (91.67)	12 (100)	9 (75.00)	10 (83.33)	10 (83.33)	8 (66.67)	9 (75.00)	11 (91.67)	12 (100)	86.67
ภาพรวมทุกองค์ประกอบ											89.85

หมายเหตุ - หมายถึง ข้อที่ไม่มีการวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ในองค์ประกอบนั้น

Table 3 แสดงให้เห็นว่า ในภาพรวมมีจำนวนนักเรียนที่มีผลการวัดในระดับดี ร้อยละ 89.85 เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ องค์ประกอบที่มีจำนวนนักเรียนที่มีผลการทดสอบในระดับดีสูงสุด คือ องค์ประกอบที่ 1 ระบุหรือคิดคำถาม รองลงมาคือ องค์ประกอบที่ 2 แยกแยะข้อเท็จจริง องค์ประกอบที่ 5 ตัดสินหาคำตอบ องค์ประกอบที่ 3 ตระหนักถึงความไม่สอดคล้อง และองค์ประกอบที่ 4 อธิบายความ ตามลำดับ โดยมีแนวทางในการตอบคำถามของผู้เรียนดัง Figure 1

Figure 1

Show a good level of element 2 student questions answering guidelines

แสดงแนวทางการตอบคำถามของผู้เรียนตามองค์ประกอบที่ 2 ในระดับดี

1. อุคมเรียงจบแล้วกำลังทำงานทำโดยสนใจที่อุคมมีครทำงานกับบริษัทสองแห่ง มีข้อมูลดังนี้

บริษัท	เงินเดือนเริ่มต้น (บาท)	ได้รับเงินเดือนเพิ่มปีละ (บาท)
บริษัท เอบีซี จำกัด	20,000	950
บริษัท ดีอีเอฟ จำกัด	18,000	1,200

1) จากข้อมูลการรับสมัครงาน นักเรียนคิดว่าปัญหาของอุคม คือ ...
 2) จากข้อมูลเงินเดือนของทั้งสองบริษัทเมื่อนำมาเรียงเป็นลำดับจะเป็นลำดับใด เพราะเหตุใด

ABC: 20,000, 20,950, 21,900, 22,850
 +950 +950 +950
 เป็นลำดับเลขคณิต
 ผลรวม = 950
 ทำให้ได้รวมเงินทั้งหมด

DEF: 18,000, 19,200, 20,400, 21,600
 +1,200 +1,200 +1,200
 เป็นลำดับเลขคณิต
 ผลรวม = 1,200
 ทำให้ได้รวมเงินทั้งหมด

$a_n = a_1 + (n-1)d$

การอภิปรายผล (Discussions)

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ พบว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการสะท้อนผล ได้แก่ 1) การตั้งคำถามและยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ 2) การเชื่อมโยงระหว่างนิยาม/ทฤษฎีบทของลำดับและอนุกรมกับสถานการณ์จริง 3) การวิพากษ์โดยอ้างเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และ 4) การหาแนวทางในการหาคำตอบอย่างหลากหลาย เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS มุ่งเน้นให้เกิดกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เรียนรู้ ทำให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากขึ้น ไม่น่าเบื่อ ซึ่งมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ Plangsom (2014) ได้นำ ARCS Model มาประยุกต์ในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนแบบยูเลอร์นึ่ง พบว่า มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ และกระบวนการออกแบบ 11 ขั้นตอน ซึ่งทำให้เกิดการกระตุ้นความสนใจและความมั่นใจของผู้เรียนได้ เช่นเดียวกับการนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ให้กระตุ้นนักเรียนเกิดความสนใจ คิดคำถาม หาข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายผ่านการโต้แย้ง วิพากษ์ และให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง เกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย

2. ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS เรื่อง ลำดับและอนุกรม ในภาพรวมสูงขึ้น และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีผลการวัดในระดับดี ร้อยละ 89.85 ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างจัดกิจกรรมนักเรียนจะได้รับการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์อย่างต่อเนื่องตามวงจรปฏิบัติการ 4 วงจร โดยในแต่ละวงจรมีการปรับปรุงและวางแผนพัฒนาจากข้อมูลที่เป็นประเด็นปัญหาและแนวทางแก้ไขเพื่อให้วงจรถัดไปมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ที่เน้นกระตุ้นและเสริมแรงให้นักเรียนเกิดการกระบวนกรคิดด้วยการอภิปราย ถกเถียง โต้แย้ง ประเด็นต่าง ๆ จาก

เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลโดยอ้างอิงจากนิยามหรือทฤษฎีบท เรื่อง ลำดับและอนุกรม มาสนับสนุน ทำให้ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ระหว่างจัดกิจกรรมสูงขึ้น เมื่อมีการวัดผลหลังการจัดกิจกรรมจำนวนนักเรียนที่ได้ผลการประเมินอยู่ในระดับดีจึงสูงตามไปด้วย ซึ่ง ผลการวิจัยเป็นไปตามที่ Emerson (2013) กล่าวว่าแม้จะมีโมเดลของ Keller มากมายแต่ ARCS Model สามารถเพิ่มกลยุทธ์ในการสอนทำให้เกิดทักษะการคิดเชิงวิพากษ์อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมีความสอดคล้องกับ Suherman et al. (2021) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ ARCS Model และแรงจูงใจของนักเรียน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ARCS Model มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และแรงจูงใจของนักเรียนไม่มีอิทธิพลต่อทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนกิจกรรมการเรียนรู้ ARCS Model และแรงจูงใจไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งสรุปได้ว่า ARCS Model สามารถเป็นวิธีแก้ปัญหาในการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่านักวิจัยหลายท่านมีความคิดเห็นที่สนับสนุนและได้นำ ARCS Model มาพัฒนาความสามารถของผู้เรียน สอดคล้องกับผู้วิจัยที่นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรม เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียนในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ให้สูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรนำสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียนมาใช้ในการกำหนดปัญหาให้มากขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนคิด แยกแยะ และหาความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์กับนิยามหรือทฤษฎีบทเรื่องลำดับและอนุกรมได้

1.2 ในระหว่างวิพากษ์ควรควบคุมประเด็นและเพิ่มหรือลดระยะเวลาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ในช่วงจัดกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือทักษะในศตวรรษที่ 21

2.2 ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ ARCS ร่วมกับรูปแบบอื่นที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทั้ง 5 องค์ประกอบได้

References

- Emerson, M. K. (2013). *A model for teaching critical thinking*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED540588.pdf>
- Keller, J. M. (1987). Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design. *Journal of Instructional development*. 10(3), 2 – 10.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner* (3rd ed.). Geelong, Australia: Deakin University Press.
- Kurt, P. Y., & Kecik, I. (2017). The effects of ARCS motivational model on student motivation to learn English. *European Journal of Foreign Language Teaching*. 2(1), 22 – 44.

- Moonkam, S. (2004). *Critical teaching strategies*. Bangkok: Phabpim.
- Plangson, B. (2014). Development of design procedure of electronic book for U-learning using ARCS model. *Journal of Technical Education Development King Monkut's University of Technology North Bangkok*, 26(91), 26 – 33.
- Sariwat, L. (2006). *Thinking*. Bangkok: O.S. Printing House.
- Siksoy, G. A., & Ozdamli, F. (2016). Flipped classroom adapted to the ARCS model of motivation and applied to a Physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6), 1589-1603.
- Suherman, S., Zaman, A. M., & Farida, F. (2021). Fostering of mathematical critical thinking ability using ARCS model and students' motivation. *Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika*, 5(1), 134 – 143.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Measurement and evaluation of mathematics*. Bangkok: Se-Education Public Company.