

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

DIAGNOSIS OF MATHEMATICAL MISCONCEPTIONS ABOUT RATIO, PROPORTION, AND PERCENTAGE OF MATTHAYOM SUKSA I STUDENTS

ไพโรจน์ ोंงตุ้ว*, และ วรณัฐ แหยมแสง

สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง และ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Pairote Ong-Tua*, and Woranuch Yamsang

Mathematics Education of Faculty of Education, Ramkhamhaeng University and Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

*Corresponding Author E-mail : pai.ongtua@gmail.com

(วันที่รับบทความ : เมษายน 1, 2567 ; วันแก้ไขบทความ : เมษายน 28, 2567 ; วันตอบรับบทความ : เมษายน 30, 2567)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และ ร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 23 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบ กลุ่ม (Cluster sampling random) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 38 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .317 ถึง .863 โดยข้อที่คู่ขนานกันมีค่าความยากง่ายใกล้เคียงกัน มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .206 ถึง .620 โดยข้อที่คู่ขนานกันมีค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกัน และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .908 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการเข้าใจแนวคิด มีจำนวนนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนต่ำสุด ร้อยละ 21.74 และจำนวนนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 56.52
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการตีความ มีจำนวนนักเรียนที่ตีความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ร้อยละ 8.70 และ จำนวนนักเรียนที่ตีความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 47.83
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดคำนวณ มีจำนวนนักเรียนที่คิดคำนวณคลาดเคลื่อนต่ำสุด ร้อยละ 8.70 และจำนวนนักเรียนที่คิดคำนวณคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 26.09

คำสำคัญ : มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์, การวินิจฉัย

Abstract

This research aims to study mathematical misconceptions among Matthayom Suksa one students focusing on ratios, proportions and percentages. The sample group comprised Matthayom Suksa one students who studied at Chulalongkorn University Demonstration School, Secondary Division, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation in the second semester of the academic year 2023, one classroom with 23 students in total. The students were selected using cluster sampling. The research tool utilized was a diagnostic test on mathematical misconceptions regarding ratios, proportions, and percentages. The test was used in the form of a parallel structured test with four multiple-choice options, consisting of 38 items ranging in difficulty from .317 to .863 with paired items having similar levels of difficulty. The test's discrimination power ranged from .206 to .620 with paired items having similar discrimination power. The test's reliability coefficient was .908. Statistical analysis used in this study include frequency and percentage.

The results illustrated the mathematical misconceptions about ratios, proportions, and percentages of Matthayom Suksa one students as follows :

1. Mathematical misconceptions in terms of conceptual understanding, the lowest percentage of students with misconceptions was 21.74%, and the highest percentage of students with misconceptions was 56.52%.

2. Mathematical misconceptions in terms of interpretation, the lowest percentage of students with misconceptions was 8.70%, and the highest percentage of students with misconceptions was 47.83%.

3. Mathematical misconceptions in terms of computation, the lowest percentage of students with misconceptions was 8.70%, and the highest percentage of students with misconceptions was 26.09%.

Keywords : Mathematical Misconceptions, Diagnosis

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนากระบวนการคิดของมนุษย์ เนื่องจากเป็นวิชาที่ต้องใช้เหตุผล คิดสร้างสรรค์และคิดแก้ปัญหา ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล คิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ มีทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันก่อให้เกิดการพัฒนาในศาสตร์ต่าง ๆ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551 : 56) สอดคล้องสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560 : 1) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ เช่นเดียวกับที่โครงการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (หลักสูตรฐานสมรรถนะ : Competency-based Education) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2565 : 30) กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ใกล้ตัว อยู่ร่วมกับธรรมชาติและผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ดังที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในด้านการดำรงชีวิต และเป็นพื้นฐานของความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ

การศึกษาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการศึกษาเนื้อหาสาระใหม่และเนื้อหาสาระที่ต่อเนื่องจากระดับประถมศึกษา ซึ่งมีเนื้อหาสาระหลายประการที่สอดคล้องและเกี่ยวเนื่องมาจนถึงระดับมัธยมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์จากชั้นประถมศึกษา ได้แก่ จำนวนเต็ม ทศนิยม เศษส่วน สมการ และ อัตราส่วนและร้อยละ เป็นต้น เนื้อหาต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น นักเรียนจำเป็นต้องศึกษาอีกครั้ง และเรียนรู้เนื้อหาสาระที่สูงขึ้นในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แม้ว่าเนื้อหาสาระบางประการนักเรียนจะได้ศึกษามาแล้วนั้น กลับพบว่านักเรียนยังมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนไม่สามารถนำความรู้ที่นักเรียนมีในชั้นประถมศึกษาต่อยอดการเรียนรู้ในชั้นมัธยมศึกษาได้ สอดคล้องกับแนวคิดที่กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนและข้อบกพร่องทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อครูผู้สอน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องการให้นักเรียนมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ สูตรและการแก้ปัญหา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญเป็นนามธรรมมากขึ้น กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานเดิม หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี จะส่งผลให้การเรียนในระดับต่อไปดำเนินไปได้ด้วยดี ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ แต่หากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่ดีพอ ก็จะส่งผลให้การเรียนในชั้นต่อไปดำเนินไปด้วยความลำบาก (นพพร แหยมแสง และอุไร ชีรัมย์, 2561 : 47) ดังนั้น การเรียนรู้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้ของนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครูผู้สอน

สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบนักเรียน ตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 ถึง 2565 มีคะแนนเฉลี่ย คือ 63.49, 59.86 และ 66.36 ตามลำดับ หากเมื่อพิจารณาแบบทดสอบตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้แล้ว พบว่า มาตรฐานการเรียนรู้ ค.1.1 : เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ ร้อยละของค่าเฉลี่ยของนักเรียน ที่ตอบถูกต้องตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 ถึง 2565 มีคะแนนเฉลี่ย คือ 65.66, 59.21 และ 67.55 ตามลำดับ ทั้งนี้หากพิจารณาแบบทดสอบรายข้อพบว่า ข้อสอบข้อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ นักเรียนที่ผลการทดสอบอยู่ในระดับร้อยละ 65.42, 64.15 และ 97.16 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563, 2564, 2565 : 3)

แม้ว่าผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศในทุก ๆ มาตรฐานการเรียนรู้ก็ตาม แต่จากประสบการณ์ด้านการสอนของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนส่วนมากยังมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สังเกตได้จากคะแนนทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน พิจารณาตามมาตรฐานการเรียนรู้และการวิเคราะห์ผลการทดสอบรายข้อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ นอกจากนี้ ยังสังเกตจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน อาทิ การทำงาน การทำแบบฝึกหัด การทำการบ้านและการตอบคำถามในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนตอบคำถาม เขียนอธิบายคำตอบหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละไม่ถูกต้อง ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นนี้จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญในการวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ประเด็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อให้ครูผู้สอนนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องหรือปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน และเพื่อส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอันจะส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษามีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 7 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 190 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 23 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling random) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม โดยนักเรียนในห้องเรียนแต่ละระดับความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบคู่ขนานชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 38 ข้อ (19 ข้อคู่ขนาน) โดยอ้างอิงเนื้อหาสาระตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อใช้วินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ (1) อัตราส่วน : อัตราส่วน, อัตราส่วนที่เท่ากัน และ อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน (2) สัดส่วน : สัดส่วน, สัดส่วนตรง และ สัดส่วนผกผัน และ (3) ร้อยละ : ร้อยละ, การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับ ประเภท มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และตรวจสอบภาษา แล้วเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป โดยทุกข้อคำถามมีค่าดัชนีอยู่ระหว่าง .60 ถึง 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้มาปรับปรุงและนำไปทดลองใช้ เพื่อหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบคู่ขนานโดยใช้วิธีการทดสอบแบบไค-สแควร์ (Chi-square test: χ^2) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคู่ขนานมากกว่า .05 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบคู่ขนาน ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .317 ถึง .863 โดยข้อสอบคู่ขนานกันมีระดับความยากง่ายใกล้เคียงกัน หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบคู่ขนาน ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .206 ถึง .620 โดยข้อสอบคู่ขนานกันมีค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกัน และค่าหาความเชื่อมั่นตามเกนท์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .908

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 23 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม โดยผู้วิจัยเตรียมแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพและผ่านการคัดเลือก จำนวน 38 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทดสอบก่อนการสอบและทดสอบนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน ตามวันและเวลาที่กำหนด และนำผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกตอบผิดและสรุปอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการประมวลผลเพื่อหาค่าต่าง ๆ ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ (1) ความถี่ และ (2) ค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกรายด้าน

ความคลาดเคลื่อน	จำนวน	ความถี่	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ	อันดับ
1. การเข้าใจแนวคิด	23	13	56.52	สูงสุด	1
	23	5	21.74	ต่ำสุด	
2. การตีความ	23	11	47.83	สูงสุด	2
	23	2	8.70	ต่ำสุด	
3. การคิดคำนวณ	23	6	26.09	สูงสุด	3
	23	2	8.70	ต่ำสุด	

จากตารางที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสูงสุด 3 อันดับแรก ดังนี้ ด้านการเข้าใจ ร้อยละ 56.52 ด้านการตีความ ร้อยละ 47.83 และด้านการคิดคำนวณ ร้อยละ 26.09 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการทำแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 38 ข้อ (19 คู่ขนาน) โดยแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งประกอบด้วย 3 หัวข้อ คือ อัตราส่วน (อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน และอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน) สัดส่วน (สัดส่วน สัดส่วนตรง และสัดส่วนผกผัน) และร้อยละ (ร้อยละ การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ) ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการเข้าใจแนวคิด

1.1 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับอัตราส่วน พบว่า มีนักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 30.43 ซึ่งเป็นโจทย์เกี่ยวกับการเข้าใจในบทนิยามและหลักการของการเปลี่ยนประโยคภาษาเขียนเป็นอัตราส่วน คือ ข้อความ “คุกกี้ 3 กล่อง ราคา 50 บาท” เขียนเป็นอัตราส่วนได้ตรงกับข้อใด ซึ่งนักเรียนเลือกตัวเลือก “มีข้อถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ” ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องและนักเรียนเลือกตอบมากที่สุด เมื่อพิจารณาแล้วแสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจมีแนวคิดว่าการเขียนแสดงอัตราส่วนสามารถเขียนได้อย่างหลากหลาย ซึ่งเป็นความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์ด้านการเข้าใจแนวคิดในการเขียนอัตราส่วน เช่นเดียวกับ Ben-Chaim, et al. (2012 : 1) ที่ทำการศึกษากับการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราส่วนและสัดส่วน พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของอัตราส่วนและสัดส่วน เช่นความหมายของเศษส่วน หน่วยวัด สัดส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน สอดคล้องกับงานวิจัยของอัมพร ม้าคนอง (2545 : 19) ที่ศึกษาการวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดในด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามสมบัติ มากที่สุด โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ สาเหตุหนึ่งอาจมาจากการที่นักเรียนขาดความตระหนักในเงื่อนไขหรือกฎเกณฑ์ที่จะนำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติเหล่านั้นไปใช้ ซึ่งความผิดพลาดในลักษณะนี้เกิดขึ้นได้ง่าย นักเรียนควรให้ความสำคัญและทำความเข้าใจกับสิ่งเหล่านี้ ตลอดจนนำไปใช้ให้เกิดความเคยชินเพื่อจะทำให้ข้อผิดพลาดในด้านนี้ลดลง

1.2 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากัน พบว่า มีนักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 56.52 ซึ่งเป็นโจทย์เกี่ยวกับการเข้าใจแนวคิดเรื่องการเท่ากันของอัตราส่วน 2 อัตราส่วน คือ “กำหนดอัตราส่วน $h : g$ เท่ากับ อัตราส่วน $c : d$ ข้อใดถูกต้อง” ซึ่งนักเรียนเลือกตัวเลือก “มีข้อถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ” ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องและนักเรียนเลือกตอบมากที่สุด เมื่อพิจารณาแล้วแสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจมีแนวคิดเรื่องการเท่ากันของอัตราส่วน 2 อัตราส่วนว่าเมื่ออัตราส่วน 2 อัตราส่วนเท่ากันแล้วจำนวนที่หนึ่ง (จำนวนแรก) ของทั้ง 2 อัตราส่วนจะเท่ากัน และจำนวนที่สอง (จำนวนหลัง) ของทั้ง 2 อัตราส่วนจะเท่ากันเช่นกัน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวมโนทัศน์ ด้านการเข้าใจแนวคิดในการพิจารณาอัตราส่วนที่เท่ากัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kaplan, et al. (2011 : 966) ที่ทำการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผิดเกี่ยวกับความหมายของอัตราส่วนและสัดส่วน โดยมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านแนวคิดของสัดส่วน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนเข้าใจผิดพลาดในด้านแนวคิดจะส่งผลต่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของจงกล ทำสวน (2548 : 107) ได้วินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เรื่อง สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการประยุกต์ อัตราส่วน และร้อยละ ความยาว พื้นที่ พื้นที่ผิวและปริมาตร ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง และสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก พบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ คิดเป็นร้อยละ 33.65 โดยนักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติมากที่สุด ซึ่งทำให้เห็นว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจกับทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติอย่างถ่องแท้และฝึกนำทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติไปใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

1.3 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับร้อยละ พบว่า มีนักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 56.52 ซึ่งเป็นโจทย์เกี่ยวกับการเข้าใจในบทนิยาม กฎและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ คือ “ร้อยละ m เขียนเป็นอัตราส่วนได้ตรงกับข้อใด” ซึ่งนักเรียนเลือกตัวเลือก “มีข้อถูกต้องมากกว่า 1 ข้อ” ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องและนักเรียนเลือกตอบมากที่สุด เมื่อพิจารณาแล้วแสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจมีแนวคิดเรื่องร้อยละไม่สัมพันธ์กับอัตราส่วน โดยนักเรียนไม่สามารถเขียนร้อยละในรูปของอัตราส่วนได้ ทั้งการสลับจำนวนที่หนึ่ง (จำนวนแรก) กับจำนวนที่สอง (จำนวนหลัง) หรือการสลับตัวเลขของร้อยละกับ 100 และการนำ 100 มาดำเนินการกับตัวเลขของร้อยละ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโน

ทัศนด้านการเข้าใจแนวคิดในการเขียนร้อยละ สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรา ภาลิบุตร และนพพร แหยมแสง (2565 : 10) ที่ศึกษาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสังวาลย์วิท 7 พบว่า ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎีบท นิยาม คิดเป็นร้อยละ 58.40 ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความหมายของอัตราส่วนทำให้นำอัตราส่วนมาประยุกต์ใช้ในเรื่องร้อยละไม่ได้

จากการอภิปรายผลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการเข้าใจแนวคิด ซึ่งเป็นข้อผิดพลาดในการเรียน/ความเข้าใจเกี่ยวกับบทนิยาม ทฤษฎีบท สูตร กฎ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนสูงสุดถึงร้อยละ 56.52 โดยมีมโนทัศน์ด้านการเข้าใจแนวคิดนี้มีความสำคัญต่อการเรียนรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไพจิตร กรชม (2562 : 133) ที่ได้ศึกษาข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าสาเหตุข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนเรื่องบทประยุกต์ ด้านความรู้ความเข้าใจ นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ด้านการเข้าใจแนวคิดยังคงต้องได้รับการแก้ไขเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องต่อไป

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการตีความ

2.1 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน พบว่า มีนักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 17.39 ซึ่งเป็นโจทย์เกี่ยวกับการเขียนอัตราส่วนของจำนวนสองจำนวนจากอัตราส่วนของจำนวนสามจำนวน เช่น “ถ้าอัตราส่วนของน้ำหนักรองเตชต่อน้ำหนักของพิมพ์ต่อน้ำหนักของต้อม เป็น $k : m : n$ แล้ว อัตราส่วนของน้ำหนักรองต้อมต่อน้ำหนักของพิมพ์เขียนเป็นอัตราส่วนได้ตรงกับข้อใด” จากผลการวิเคราะห์นักเรียนที่ตอบผิดพบว่านักเรียนอาจเลือกตัวเลือกที่สลับกับคำตอบที่ถูกต้อง กล่าวคือ จากโจทย์ปัญหาข้างต้น นักเรียนเลือกคำตอบ $m : n$ แทนการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คือ $n : m$ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจว่าอัตราส่วนของจำนวนสองจำนวนเขียนแทนกันโดยการสลับที่กันได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Güler and Güveli (2023 : 184) ที่ทำการศึกษาคำอธิบายมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ โดยใช้แนวคิดของความขัดแย้งทางปัญญา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการเข้าใจผิด ขาดความรู้ความสามารถในการทำ ความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา หากนักเรียนได้รับการแก้ไข ทบทวน ผูกผันหรือเพิ่มเติมประสบการณ์จะทำให้สามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

2.2 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับอัตราส่วนตรง พบว่า มีนักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 26.74 ซึ่งเป็นโจทย์เกี่ยวกับการเขียนโจทย์ปัญหาเป็นสัดส่วนตรง เช่น “ผ้าเช็ดตัวผืนหนึ่งมีอัตราส่วนด้านกว้างต่อด้านยาวเป็น 5 : 8 ถ้าผ้าเช็ดตัวผืนนี้วัดด้านยาวได้ 44 นิ้ว แล้วด้านกว้างจะยาวกี่นิ้ว” จะสามารถเขียนโจทย์ปัญหาเป็นสัดส่วนได้ตรงกับข้อใด จากผลการวิเคราะห์นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนเลือกตัวเลือกที่เขียนโจทย์ปัญหาเป็นสัดส่วนตรง โดยการสลับสัดส่วนของอัตราส่วนที่ 2 ซึ่งทำให้ไม่สอดคล้องกับการเขียนสัดส่วน กล่าวคือ จากโจทย์ปัญหาข้างต้น นักเรียนเลือกคำตอบ $\frac{3}{5} = \frac{x}{18}$ แทนการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คือ $\frac{3}{5} = \frac{18}{x}$ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ หรือนักเรียนอาจไม่มีความรอบคอบในการเขียนสัดส่วนตรงที่สอดคล้องกับเงื่อนไข สอดคล้องกับงานวิจัยของ Arican (2018 : 237) ที่ได้ทำการวิจัยผลลัพธ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 282 คน พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์ของสัดส่วนตรง ร้อยละ 62 ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องสัดส่วนตรงและการแก้ปัญหาสัดส่วนตรงในชีวิตประจำวัน

2.3 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับอัตราส่วนผกผัน พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 34.78 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเขียนโจทย์ปัญหาเป็นสัดส่วนผกผัน เช่น “ในการสร้างบ้านหลังหนึ่ง ถ้าทุกคนทำงานได้เท่า ๆ กัน จะใช้คนทำงาน 14 คน สร้างบ้านเสร็จภายในเวลา 360 วัน ถ้าต้องการทราบว่าจะใช้คนงานกี่คน ให้สร้างบ้านเสร็จภายในเวลา 240 วัน จะสามารถเขียนโจทย์ปัญหาเป็นสัดส่วนได้ตรงกับข้อใด” จากผลการวิเคราะห์นักเรียนที่ตอบผิด พบว่านักเรียนเลือกตัวเลือกที่เขียนโจทย์ปัญหาเป็นสัดส่วนผกผันโดยไม่ได้อ่านปริมาณชุดที่ 2 เป็นส่วนกลับเนื่องจากเป็นสัดส่วนผกผัน กล่าวคือ จากโจทย์ปัญหาข้างต้น นักเรียนเลือกคำตอบ $\frac{x}{240} = \frac{14}{360}$ แทนการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

คือ $\frac{x}{14} = \frac{360}{240}$ แสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจไม่มีความรอบคอบในการเขียนสัดส่วนผกผันที่สอดคล้องกับเงื่อนไข สอดคล้องกับงานวิจัยของ Arican (2018 : 237) ที่ได้ทำการวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 282 คน พบว่านักเรียนมีมีโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์ของสัดส่วนผกผัน ร้อยละ 48 ซึ่งเป็นมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องสัดส่วนผกผันและการแก้ปัญหาคำนวณตรงในชีวิตประจำวัน และมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องสัดส่วนผกผัน ร้อยละ 39.1

2.4 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับการคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 47.83 ซึ่งเป็นโจทย์เกี่ยวกับการเขียนประโยคสัญลักษณ์จากโจทย์ปัญหาร้อยละ เช่น จากโจทย์ปัญหานี้ “42 เป็นร้อยละ 20 ของจำนวนใด” เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ตรงกับข้อใด จากผลการวิเคราะห์นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า ตัวเลือกที่นักเรียนตอบผิดส่วนมากจะเป็นการเขียน 42 ให้สัมพันธ์กับจำนวน 100 ในรูปของอัตราส่วน กล่าวคือ จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนเลือกตอบ $\frac{42}{100} = \frac{20}{x}$ แทนการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คือ $\frac{20}{100} = \frac{42}{x}$ แสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจตีความจากโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้องโดยไม่ได้อิงพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับโจทย์ปัญหา สอดคล้องกับ Kaplan, et al. (2011 : 966) ที่ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 42 คน จากโรงเรียนรัฐบาลแห่งหนึ่งในเขตบึงกมล กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกับสัดส่วน เขียนสัดส่วน ไม่ถูกต้อง และสอดคล้องกับงานวิจัยของจงกล ทำสวน (2548 : 107-108) ได้วินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เรื่อง สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการประยุกต์ อัตราส่วนและร้อยละ ความยาว พื้นที่ ปริมาตร และปริมาตร ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง และสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก พบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนการแปลความหมาย จากประโยคภาษาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 76.74 และด้านการนำข้อมูลมาใช้ผิด คิดเป็นร้อยละ 23.26 นักเรียนขาดทักษะในการตีความโจทย์ซึ่งในโจทย์ที่มีความยากระดับสูงมักจะไม่ให้ข้อมูลมาโดยตรง แต่จะให้ในลักษณะที่สัมพันธ์กับตัวแปรอื่นซึ่งนักเรียนต้องหาความสัมพันธ์นั้นให้ได้ เพื่อให้สามารถนำมาใช้ได้ตามที่ต้องการ

2.5 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 47.83 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับการซื้อขายสินค้า ขาดทุน/กำไร เช่น จากโจทย์ปัญหานี้ “พ่อค้าคิดป้ายขายรองเท้าราคา 1,250 บาท ในราคานี้ทำให้ได้กำไร 20% จงหาว่าต้นทุนของรองเท้าราคากี่บาท” เขียนโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ตรงกับข้อใด จากการวิเคราะห์นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนเลือกคำตอบผิดพลาดหลายโดยนักเรียนเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของสัดส่วนไม่ถูกต้อง ทำให้แปลความหมายจากภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของอุไรวรรณ ศรีไชยมูล (2554 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีสมเด็จพิทยพัฒน์วิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด พบว่า นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการอ่านแปลความสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด คือ ขาดความรอบคอบและขาดการไตร่ตรองที่ถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยเสนอแนวทางแก้ไขการเกิดมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยการสอนซ่อมเสริม การฝึกทักษะด้วยนวัตกรรม การเสริมแรง การสร้างความตระหนัก และฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญ

จากการอภิปรายผลเกี่ยวกับมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ด้านการตีความ ซึ่งเป็นข้อผิดพลาดในการแปลความหมายจากโจทย์/ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแปลความหมายจากภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ได้ และการนำข้อมูลไปใช้ไม่ถูกต้องนั้น ซึ่งมีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 47.83 มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการตีความนี้จะส่งผลต่อการหาคำตอบที่ถูกต้อง หากนักเรียนแปลความหมาย เขียนประโยคสัญลักษณ์หรือพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้องนั้น นักเรียนจะไม่สามารถดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้องได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพรพรรณ โตโฆชนพันธุ์ (2565 : 195) ที่ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนตรรกยะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเด่นชัด ได้แก่ หลักการหาผลลัพธ์ของการลบทศนิยม ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่นำหลักการหารทศนิยมมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ และการเปรียบเทียบเศษส่วน ที่แสดงว่านักเรียนมีความมั่นใจมากกว่าคำตอบ

และเหตุผลที่เลือกนั้นถูกต้อง แต่ความเป็นจริงคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนเลือกนั้นไม่ถูกต้อง ดังนั้น จะเห็นได้ว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ด้านการตีความ เป็นมโนทัศน์ที่ต้องได้รับการแก้ไขเช่นเดียวกัน

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดคำนวณ

3.1 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากัน พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 8.70 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาการคิดคำนวณเกี่ยวกับการซื้อขายสินค้า คือ จากโจทย์ปัญหา “ไข่ไก่ 6 ฟอง ราคา 36 บาท ถ้าซื้อไข่ไก่ 72 ฟอง จะต้องจ่ายเงินกี่บาท” มีวิธีการดำเนินการตรงกับข้อใด จากการวิเคราะห์ให้นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนเลือกคำตอบ “ $\frac{\text{ราคาไข่ไก่}}{\text{จำนวนไข่ไก่}} = \frac{36 \times 6}{72 \times 6} = \frac{216}{432}$ ดังนั้น จะต้องจ่ายเงิน 216 บาท” แทนคำตอบที่ถูกต้อง คือ “ $\frac{\text{จำนวนไข่ไก่}}{\text{ราคาไข่ไก่}} = \frac{6 \times 12}{36 \times 12} = \frac{72}{432}$ ดังนั้น จะต้องจ่ายเงิน 432 บาท” แสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจขาดพื้นฐานในการเขียนแสดงความสัมพันธ์เพื่อเขียนความสัมพันธ์ในการหาคำตอบและการแสดงวิธีหาคำตอบที่ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรา ภาลบุตร และนพพร แหยมแสง (2565 : 12) ที่ศึกษาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสังวาลย์วิท 7 พบว่า ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดคำนวณ สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากันหรือเลือกการดำเนินการที่ไม่สอดคล้องในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่าครูผู้สอนจะต้องออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในเนื้อหาสาระอัตราส่วนที่เท่ากันเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว

3.2 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับสัดส่วน พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 21.74 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการแก้สมการสัดส่วน คือ “กำหนดสัดส่วนที่เท่ากันดังนี้ $\frac{3}{5} = \frac{1.5}{x}$ ค่าของ x ตรงกับข้อใด” จากการวิเคราะห์ให้นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนเลือกคำตอบ “ $\frac{3 \div 2}{5 \times 2} = \frac{1.5}{x}$ ดังนั้น $x = 10$ ” แทนคำตอบที่ถูกต้อง คือ “ $\frac{3 \div 2}{5 \div 2} = \frac{1.5}{x}$ ดังนั้น $x = 2.5$ ” แสดงให้เห็นว่านักเรียนตีความโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูลที่กำหนดให้ไปใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องได้ โดยตัวเลือกที่ผิดและนักเรียนเลือกตอบนั้นสามารถดำเนินการได้ถูกต้องแต่เป็นมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องตามหลักการของสัดส่วน เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ Shoaib and Akhter (2020 : 381) ที่ได้ศึกษาการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1,500 คน จาก 50 โรงเรียน พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์อย่างมาก นักเรียนใช้ความจำเกี่ยวกับสูตร สมบัติ และวิธีคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จึงไม่สามารถให้เหตุผลได้ ซึ่งผู้วิจัยแนะนำว่าหนังสือแบบเรียนในระดับมัธยมศึกษาควรได้รับการปรับปรุงโดยเล็งเห็นความสำคัญในการเพิ่มหรือมีหมวดชัดเจนของเนื้อหา อาทิ การหาตัวคูณร่วมน้อย ตัวหารร่วมมาก เซต ฟังก์ชัน อสมการ การแยกตัวประกอบและจำนวนเชิงซ้อน เพื่อจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์แทนที่จะนำไปสู่มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3.3 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับสัดส่วนตรง พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 26.09 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อขายสินค้าที่ใช้ความรู้เรื่องการแก้สัดส่วนตรงในการหาคำตอบ คือ จากโจทย์ปัญหา “ไม้บรรทัดราคา 72 บาท ถ้ามีเงิน 432 บาท จะซื้อไม้บรรทัดได้กี่อัน” มีวิธีการดำเนินการตรงกับข้อใด จากการวิเคราะห์ให้นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนเลือกคำตอบหลากหลาย คำตอบที่ผิดที่นักเรียนส่วนใหญ่เลือก “ $\frac{y}{72} = \frac{12}{432}$ นั่นคือ $\frac{y}{72} = \frac{12 \div 6}{432 \div 6}$ ดังนั้น $y = 2$ อัน” แทนคำตอบที่ถูกต้อง คือ “ $\frac{y}{432} = \frac{12}{72}$ นั่นคือ $\frac{y}{432} = \frac{12 \times 6}{72 \times 6}$ ดังนั้น $y = 72$ อัน” แสดงให้เห็นว่านักเรียนคิดคำนวณผิดพลาดซึ่งไม่ได้พิจารณาคำตอบที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ กล่าวคือ นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลและคิดคำนวณหาคำตอบแล้วตรวจสอบคำตอบว่าสอดคล้องหรือตรงตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาหรือไม่ สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2545 : 19) ที่ศึกษาการวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการคิดคำนวณ นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนสรุปผลไม่ถูกต้องหรือสรุปผลไม่ครบทุกกรณี นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์หากรณีที่จะทำให้คำตอบซึ่งสอดคล้องกับโจทย์ได้ครบถ้วน การแก้ปัญหายังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งการคิดคำนวณต้องใช้ทักษะและความเข้าใจเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะฝึกฝนให้เกิดความชำนาญซึ่งควรได้ปฏิบัติตั้งแต่เริ่มเรียนวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น

3.4 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับการคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 26.09 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาวิธีการดำเนินการของร้อยละ คือ จากโจทย์ปัญหา “650 เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของ 2,600” มีวิธีการดำเนินการตรงกับข้อใด จากการวิเคราะห์นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนเลือกคำตอบ “ $\frac{x}{2,600} = \frac{100}{650}$ ” นั่นคือ $\frac{x}{2,600} = \frac{100 \times 4}{650 \times 4}$ ดังนั้น $x = 400$ ” แทนคำตอบที่ถูกต้อง คือ “ $\frac{x}{100} = \frac{650}{2,600}$ ” นั่นคือ $\frac{x}{100} = \frac{650 \div 26}{2,600 \div 26}$ ดังนั้น $x = 25$ ” แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในการเปลี่ยนจำนวนหลังของอัตราส่วนทั้งสองชุดให้เป็น 100 แต่นักเรียนมีการคำนวณผิดพลาดอาจเนื่องมาจากขาดพื้นฐานในการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง อนึ่งนักเรียนอาจมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการตีความในการเขียนสัดส่วนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาร่วมด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hamza (2018 : 1848) ที่ได้ศึกษาประเด็นและแนวทางการแก้ไขการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง อัตราส่วนและสัดส่วน โดยใช้เทคนิค Envelope กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาระยะอัตราส่วนและสัดส่วน โดยสับสนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ระหว่างการย่อและการขยายของสัดส่วน นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการเข้าใจแนวคิดว่าหากบวกหรือลบจำนวนแรกและจำนวนหลังของอัตราส่วนแล้วจะทำให้อัตราส่วนไม่เปลี่ยนแปลง และพบว่านักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการคิดคำนวณ การคูณไขว้ของสัดส่วน

3.5 เนื้อหาสาระเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ พบว่า นักเรียนตอบผิดสูงสุดร้อยละ 17.39 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับร้อยละ คือ จากโจทย์ปัญหานี้ “ฟาร์มแห่งหนึ่งเลี้ยงไก่ไว้ 400 ตัว ขายไก่ไป 20% จงหาว่าขายไก่ไปกี่ตัว (เมื่อ x แทนจำนวนไก่ที่ขายไป)” มีวิธีการดำเนินการตรงกับข้อใด จากการวิเคราะห์นักเรียนที่ตอบผิด พบว่า นักเรียนเลือกคำตอบ “ $\frac{20}{80} = \frac{x}{400}$ ” นั่นคือ $\frac{20 \times 5}{80 \times 5} = \frac{x}{400}$ ดังนั้น $x = 100$ ตัว” แทนคำตอบที่ถูกต้อง คือ “ $\frac{20}{100} = \frac{x}{400}$ ” นั่นคือ $\frac{20 \times 4}{100 \times 4} = \frac{x}{400}$ ดังนั้น $x = 80$ ตัว” แสดงให้เห็นว่านักเรียนอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณจากสิ่งที่โจทย์กำหนดแม้คำตอบที่ได้จะสัมพันธ์กับสัดส่วนแต่ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของโจทย์ สอดคล้องกับงานวิจัยของจงกล ทำสวน (2548 : 105-107) ได้วินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เรื่อง สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการประยุกต์ อัตราส่วนและร้อยละ ความยาวพื้นที่ พื้นที่ผิวและปริมาตร ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง และสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก พบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดในด้านการคิดคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 45.67 ของข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำแนกข้อผิดพลาดด้านการคำนวณได้เป็น สรุปผลไม่ถูกต้องหรือสรุปผลไม่ครบทุกกรณี คิดเป็นร้อยละ 62.89 ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 21.65 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นในการแก้สมการและอสมการ คิดเป็นร้อยละ 8.25 และทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคิดคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 7.21 สาเหตุข้อผิดพลาดต่าง ๆ อาจเนื่องมาจากเมื่อนักเรียนคำนวณหาคำตอบหรือแสดงวิธีทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนมักจะตอบทันทีโดยที่ไม่ได้มีการแทนค่าของคำตอบหรือค่าของตัวแปรที่คำนวณมาได้ว่าสอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ จึงทำให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบทุกกรณี

จากการอภิปรายผลเกี่ยวกับมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ซึ่งเป็นข้อผิดพลาดในการคิดเลข การคำนวณพื้นฐานในการแสดงคำตอบ และการแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง นั้น ซึ่งมีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 26.09 โดยมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการคิดคำนวณนี้สิ่งที่ต้องได้รับการแก้ไขไม่ต่างจากด้านอื่น ๆ เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของไพฑูรย์ เอื้อบุญประดิษฐ์ (2563 : 204) ที่วินิจฉัยข้อบกพร่องและให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนเกินครึ่งหนึ่งมีข้อบกพร่องในคุณลักษณะการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและคุณลักษณะการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะขั้นสูงของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งควรควรนำข้อมูลสารสนเทศนี้ไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเพื่อยกระดับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยฝึกให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นปรากฏทั้ง 3 ด้าน โดยมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการเข้าใจแนวคิดมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการตีความ และด้านการคิดคำนวณ ตามลำดับ ซึ่งครูผู้สอนสามารถพิจารณาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนของตนให้ดีขึ้น ทั้งนี้ เมื่อครูได้รับผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแล้ว ครูควรอธิบายลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้น ๆ ให้นักเรียนรับทราบข้อผิดพลาดเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขตนเองให้ดีขึ้น

2. ครูผู้สอนควรตรวจสอบความรู้ความเข้าใจพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนก่อนการเรียนการสอนเรื่องดังกล่าว อาทิ จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นต้น ข้อมูลดังกล่าวจะทำให้ครูผู้สอนสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ตรงประเด็นยิ่งขึ้น

3. ครูผู้สอนควรทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อตรวจสอบความคงทนในการเรียนรู้ (Learning retention) ทั้งการทดสอบความรู้เดิมที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและความรู้ที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ในประเด็นย่อยนั้นจำนวนมากพอ เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ประเด็นนั้น ๆ ได้อย่างถี่ถ้วน นอกจากนี้ การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์หากเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย จำนวน 4 ตัวเลือกแล้ว อาจเพิ่มเติมให้นักเรียนเขียนแนวคิดหรือเหตุผลในการเลือกตอบเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างแท้จริง หรืออาจปรับแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อให้เห็นลักษณะที่ผิดพลาดของนักเรียนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์นั้น ควรมีการวิจัยให้ครบทุกเนื้อหา ทุกระดับชั้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูผู้สอนในการวางแผนการสอน เตรียมเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนรายบุคคล ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- จกมล ทำสวน. (2548). การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม. *Journal of Education Studies*, 33 (3), 100-110.
DOI: 10.58837/CHULA.EDUCU.33.3.10.
- นพพร แหยมแสง และอุไร ชีรัมย์. (2561). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- พรพรรณ โตโกชนพันธุ์. (2565). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนตรรกยะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัชรา ชาติบุตร และนพพร แหยมแสง. (2565). การศึกษาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสังวาลย์วิท 7. การศึกษาอิสระปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ไพจิตรกร ขจร. (2562). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ไพฑูรย์ เอื้อบุญประดิษฐ์. (2563). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 ฉบับที่ 2-ค่าสถิติแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับโรงเรียน [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. หน่วยทะเบียนและประเมินผล, โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 ฉบับที่ 2-ค่าสถิติแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับโรงเรียน [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. หน่วยทะเบียนและประเมินผล, โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2565). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 ฉบับที่ 2-ค่าสถิติแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับโรงเรียน [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. หน่วยทะเบียนและประเมินผล, โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2565). (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ... ระดับประถมศึกษา. [Online]. Available : <https://cbethailand.com/download/6671/>. [2024, April 2].
- อัมพร ม้าคนอง. (2545). การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *Journal of Education Studies*, 30 (3), 15–20. DOI: 10.58837/CHULA.EDUCU.30.3.2.
- อุไรวรรณ ศรีไชยมูล. (2554). การวิเคราะห์ทัศนคติที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Arican, M. (2018). A diagnostic assessment to middle school students' proportional reasoning. *Turkish Journal of Education*, 8 (4), 237–257. DOI: 10.19128/turje.522839.
- Ben-Chaim, D., et al. (2012). *Ratio and Proportion: Research and Teaching in Mathematics Teachers' Education (Pre- and In-Service Mathematics Teachers of Elementary and Middle School Classes)*. Rotterdam, Sense Publishers.
- Güler-Okumuş, M. and Güveli, E. (2023). Elimination of misconceptions about percentages with the cognitive conflict approach. *Journal of Computer and Education Research*, 11 (21), 162-193. <https://doi.org/10.18009/jcer.1223434>.
- Hamza Cahsici. (2018). Middle School Students' Learning Difficulties in the Ratio-proportion Topic and a Suggested Solution: Envelope Technique. *Universal Journal of Education Research*, 6 (8). DOI: 10.13189/ujer.2018.060830.
- Kaplan, A., et al. (2011). The misconceptions in ratio and proportion concept among 6th grade students. *Kastamonu Education Journal*, 19 (3), 953-968.
- Shoaib, A. and Akhter, M. (2020). Diagnosing high school students' mathematics misconceptions. *International Review of Social Sciences*, 8 (12), 368-385.