

การศึกษาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
A Study of Mathematics Errors and Misconception on Exponent
according to the Content Mathayomsuksa 1 Students

สันติชัย ศรีคำ^{1*} และปรีญา บุญญสิริ²

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

*ผู้รับผิดชอบบทความ

Santichai Srikam^{1*} and Preeya Boonyasiri²

E-mail : santichai2239@gmail.com¹

¹ Mathematics Education, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

² Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

*Corresponding author

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนกวดวิชาบ้านครูมด โรงเรียนกวดวิชาขนาดกลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวนทั้งสิ้น 90 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อและแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ รวมทั้งหมด 22 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความถี่ ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ ด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ นักเรียนมีการจำทฤษฎีบทและนิยามที่ผิด การขาดความเข้าใจพื้นฐานทฤษฎีบทและนิยามของเลขยกกำลัง การขาดความเข้าใจพื้นฐานของเลขยกกำลังที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ การขาดความเข้าใจความหมายของเลขยกกำลัง ขาดทักษะในการเลือกใช้สมบัติเลขยกกำลังและด้านการคิดคำนวณ นักเรียนมีการสรุปผลไม่ถูกต้องหรือสรุปผลไม่ครบถ้วน

คำสำคัญ : เลขยกกำลัง; ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objective of this research is to study Mathematics error and misconceptions on logarithm, which is based on the Mathayomsuksa 1 level. The target group was consisted of 90 Mathayomsuksa 2 students who studied at Baan Kru Mod, a medium-sized tutorial school in Bangkok, and were in the first semester of 2021 academic year. The instrument was an examination of Mathematics error and misconceptions on logarithm. The examination comprised a 20-item test with 4 multiple choices and a 2-item subjective test, which was totally 22 items. The collected data was analyzed by percentage. The findings were that students had Mathematics error and misconceptions on logarithm in two areas. The first area was an incorrect use of theorem or definition, showing that the students had misunderstood memorizations of theorem or definition, and they lacked correct understanding of theorem or definition and odd-even numbers. The second area was lack of logarithm understanding on definition and a skill for applying logarithm definition. They interpreted the data incorrectly or incompletely.

Keywords: Logarithm; Mathematics error and misconceptions

บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุมีผล เป็นระบบ มีระเบียบ มีแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามสาระ ปรากฏว่าในสาระจำนวนและพีชคณิต นักเรียนมีระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 25.46 จากผู้เข้าสอบทั้งหมด 357,425 คน ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563, หน้า 1)

มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์พื้นฐานจาก การศึกษา ความหมายของข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งหมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ไม่สมบูรณ์ และแตกต่างไปจากความเป็นจริงที่ได้รับการยอมรับที่อาจจะมาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน ของบุคคลแต่ละคน(เวทฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2546, หน้า 18) ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนถือเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมโนทัศน์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อนจะก่อให้เกิด

ปัญหาในการเรียนรู้มีโนทัศน์ที่สูงขึ้นไป หากผู้เรียนมีมีโนทัศน์เดิมคลาดเคลื่อน ย่อมส่งผลกระทบต่อ การแก้ปัญหา การแสดงวิธีทำและการเรียนรู้เนื้อหาที่สูงขึ้นอีกต่อไป (Brown, 1970, pp. 17–34) ดังนั้น ผู้สอน ควรจะค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องและมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและวิธีที่จะทำให้ข้อบกพร่องและมีโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนของนักเรียนลดน้อยลง จนกระทั่งนักเรียนมีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

จากการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบ O-NET วิชา คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามสาระ ปรากฏว่าในสาระจำนวนและพีชคณิต นักเรียนมี ระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 25.46 จากผู้เข้าสอบทั้งหมด 357,425 คน ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (สถาบันทดสอบ ทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563, หน้า1) เรื่อง เลขยกกำลังเป็นเนื้อหาที่บรรจุไว้ในสาระจำนวนและพีชคณิต เป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและเป็นพื้นฐานของการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังนั้น พบว่า มีอุปสรรคและปัญหานั้นอยู่หลายประการ เช่น การพิจารณา ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม รวมไปถึงการดำเนินการในการคำนวณให้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนขาด มโนทัศน์ในเรื่องของเลขยกกำลัง จึงเป็นผลทำให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ หรือข้อสอบได้ไม่ดีเท่าที่ควร ถ้า หากว่านักเรียนไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ จะเป็นปัญหาเรื้อรังในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องที่มี ความซับซ้อนมากขึ้นหรือแม้กระทั่งการนำความรู้เรื่องยกกำลังไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพคือการหาสาเหตุว่าข้อบกพร่องหรือ ข้อผิดพลาดนั้นคือจุดใด แล้วจำแนกข้อบกพร่องนั้น เป็นการค้นหาข้อบกพร่องและช่วยให้ทราบถึง กระบวนการคิดในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิธีที่ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของผู้เรียน เพื่อให้ เกิดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและนำไปใช้ต่อไป ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมากต่อ การจัดการเรียนการสอน โดยข้อมูลนี้จะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้ผู้เรียนหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องและ ข้อผิดพลาดต่าง ๆ และช่วยอธิบายได้ว่า ปัญหาใดที่ทำให้ผู้เรียนมีจุดบกพร่องทางความเข้าใจในวิชา คณิตศาสตร์ โดยครูผู้สอนสามารถรับรู้ได้ถึงข้อบกพร่องต่าง ๆ ของผู้เรียนที่แสดงออกมาและสามารถนำไป ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องนั้นให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้สอนมีหน้าที่ต้องจัดการเรียนการสอน ให้มีการแก้ไข ข้อบกพร่องของนักเรียน อย่างต่อเนื่อง ต้องมีเครื่องมือที่สามารถค้นหาสาเหตุข้อบกพร่องหรือจุดอ่อน ข้อผิดพลาดในการเรียน ซึ่งการศึกษาของ ขวัญใจ สายสุวรรณ(2554, หน้า 117-124) สรุปว่า แบบทดสอบ วินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องและหาสาเหตุของข้อบกพร่องในการเรียนของ นักเรียนแต่ละคน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาข้อบกพร่องและมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเรื่อง เลขยกกำลังและเพื่อความถูกต้องในการสอนเพื่อให้นักเรียน เข้าใจในทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม รวมไปถึงการดำเนินการในการคำนวณให้ถูกต้อง ได้อย่างถูกต้อง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและด้านการคำนวณ

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนกวทวิชานบ้านครุมต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวนทั้งสิ้น 90 คน
2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่องเลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการ ศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้รับรู้ถึงข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกวทวิชานบ้านครุมต โรงเรียนกวทวิชาใหญ่ขนาดกลาง
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาหรือปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับข้อบกพร่องของนักเรียน
3. เป็นแนวทางแก่ผู้สนใจ ในการทำวิจัยเกี่ยวกับวินิจฉัยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาต่าง ๆ

ทบทวนวรรณกรรม

ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

เวชฎุที อังกณะภัทรขจร (2546, หน้า 18) ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าเป็น ความคิด ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ไม่สมบูรณ์ และแตกต่างไปจากความเป็นจริงที่ได้รับการยอมรับที่ อาจจะมาจากการประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน ของบุคคลแต่ละคน

ไข่มุก เลื่องสุนทร (2552, หน้า 14) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า ความคิดสำคัญหรือ ความคิดรวบยอดที่แตกต่างไปจากความเป็นจริงและเป็นความคิดที่ต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับกันใน สังคม อาจได้มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนของแต่ละบุคคล ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบ

ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

บราวน์ (Brown, 1970, p. 225) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้ สำหรับค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้ การแนะแนว ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อน หรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น

ปิยะธิดา ปัญญา (2558, หน้า 11) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดหาจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียน โดยทั่วไปจะใช้เพื่อหาข้อบกพร่องในด้านทักษะหรือความสามารถ เช่น แบบทดสอบที่ใช้สำหรับระบุปัญหาในการเรียน ส่วนใหญ่แล้วแบบทดสอบวินิจฉัยจะออกแบบมาเพื่อให้สามารถวัดคุณลักษณะนั้น ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง

ณัฐวิภา สุกแท้ (2559, หน้า 14) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้ทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่นต่อไป

สุชานาฏ คำพินันท์ (2559, หน้า 9) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นในการค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

สุมานี กลิ่นพูน (2555, หน้า 37) จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้ ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตรโดยการทำเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะของแบบทดสอบและจำนวนข้อสอบ
4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้คำตอบที่รวบรวมมาจากการตอบของนักเรียนที่ตอบผิดในการทดสอบเพื่อสำรวจมาสร้างเป็นตัวलग แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียน
6. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเพื่อใช้ในการปรับปรุงแบบทดสอบต่อไป

นฤมล อุดรประจักษ์ (2555, หน้า 30) จากเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการสร้างได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาเนื้อหาเพื่อวิเคราะห์เนื้อหา แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
4. กำหนดจำนวนคำถามลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรง
6. นำไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อหาข้อบกพร่อง
7. นำผลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้และพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น
9. จัดทำคู่มือและพิมพ์เป็นรูปเล่ม

งานวิจัยในประเทศ

ลลิตา ดารมย์ (2562) ศึกษาเรื่อง *การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพญาไท* ผลการศึกษาพบว่า ด้านการใช้ทศนิยม ข้อบกพร่องเรื่องจำบทนิยามผิด มีข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ คือ ข้อบกพร่องของการใช้ทศนิยมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปภาพเป็นทศนิยมบกร่องร้อยละ 29.82 และข้อที่คู่ขนานมีจำนวนนักเรียนบกร่อง ร้อยละ 26.32 และรองลงมาเป็นข้อบกพร่องเกี่ยวกับการการเปลี่ยนรูปภาพเป็นทศนิยม ด้านการดำเนินการมีข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ คือ ชุด A 4 ข้อ และชุด B 4 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ ข้อที่สามารถวินิจฉัย ข้อบกพร่องของนักเรียนจำนวนมากที่สุดมี 2 ข้อ คือข้อที่เกี่ยวกับการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของการดำเนินการมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 19.30 และข้อที่คู่ขนานมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 17.54 และรองลงมาเกี่ยวกับการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของการดำเนินการ ข้อบกพร่องร้อยละ 8.77 และข้อที่คู่ขนานมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 19.30

กรรณิการ์ ดิลกวินิจกุล (2562) ศึกษาเรื่อง *การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน การบวกและการลบ เศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* ผลการศึกษา ด้านการใช้ทศนิยม ข้อบกพร่องด้านการประยุกต์ใช้ทศนิยมไม่ถูกต้องสามารถระบุข้อบกพร่องของนักเรียนจำนวนมากที่สุดมี 4 ข้อคือ ข้อบกพร่องที่เกี่ยวกับความหมายของเศษส่วนไม่ถูกต้องมีจำนวนนักเรียนบกร่องในเรื่องนี้มากที่สุดคือร้อยละ 81.5 และข้อที่คู่ขนานมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 85.2 และรองลงมาเป็นข้อบกพร่องเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วนไม่ถูกต้องมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 70.4 และข้อที่คู่ขนานมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 70.4 ด้านการดำเนินการมีข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ คือ ข้อบกพร่องที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบเศษส่วนมีจำนวนนักเรียนบกร่องในเรื่องนี้มากที่สุดคือร้อยละ 51.9 และข้อที่คู่ขนานมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 81.5 และรองลงมาเป็นข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบ เศษส่วนมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 81.5 และข้อที่คู่ขนานมีจำนวนนักเรียนบกร่องร้อยละ 59.3

ชลาลัย งามเนตร (2562) ศึกษาเรื่อง *การศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารสาสน์ประชาอุทิศพิทยาคาร* ผลการศึกษาพบว่า ข้อบกพร่องด้านการใช้ด้านการใช้ทฤษฎี กฎ สูตร นิยามและสมบัติมากที่สุด คือ การขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎี กฎ สูตร นิยามและสมบัติ โดยข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเศษส่วน ข้อบกพร่องด้านการคิดคำนวณ การสรุปผลไม่ถูกต้องหรือสรุปผลไม่ครบทุกกรณี โดยข้อบกพร่องส่วนใหญ่ที่ผู้วิจัยพบ คือ นักเรียนเลือกคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ ข้อบกพร่องด้านการตีความจาก โจทย์ เรื่องการนำข้อมูลมาใช้ผิด โดยข้อบกพร่องของนักเรียนที่พบบนส่วนใหญ่ คือ การตีความหมายของ เศษส่วนจากโจทย์กำหนดให้ผิด

นิภาพร ชาญนอก (2559) ศึกษาเรื่อง *การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยนครปฐม(พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)* ผลการศึกษาพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนเรื่อง เลขยกกำลัง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยนครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม) นักเรียนมี

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลังมากที่สุด คือ เรื่องการอ่านเลขยกกำลัง คิดเป็นร้อยละ 97.1 รองลงมาคือเรื่องเครื่องหมายของฐานของเลขยกกำลังคิดเป็นร้อยละ 84.9 รองลงมาคือเรื่องเกี่ยวกับการเขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลัง คิดเป็นร้อยละ 82.4 และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดคือ ด้านความหมายของเลขยกกำลัง คิดเป็นร้อยละ 98.0 นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการดำเนินการของเลขยกกำลังมากที่สุด คือ การคูณเลขยกกำลังที่เลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มลบ ในกรณีที่ฐานเป็นจำนวนเต็มลบ คิดเป็นร้อยละ 78.5 รองลงมาคือ หลักการหารเลขยกกำลังเมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกในกรณีที่เครื่องหมายของฐานไม่มีวงเล็บ คิดเป็นร้อยละ 71.7 และน้อยที่สุดคือ หลักการคูณเลขยกกำลังเมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก คิดเป็นร้อยละ 93.7 นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้านการนำเลขยกกำลังไปใช้มากที่สุดคือ หลักการเขียนจำนวนที่มีค่าน้อย ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 76.0 น้อยที่สุดคือ หลักการเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.6

พรประภัทร เจริญการ (2559) ศึกษาเรื่อง *การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีนครชัยศรี* ผลการศึกษาพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนเรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลำดับประเภทของมโนทัศน์ที่บกพร่องทางการเรียน โดยเรียงจากมากไปน้อย ดังนี้คือ ข้อบกพร่องด้านทฤษฎีบท กฎและนิยาม คิดเป็นร้อยละ 66.25 ข้อบกพร่องที่พบคือการยกกำลังของเลขติดลบเนื่องจาก นักเรียนจะยกกำลังแต่ตัวหลัง ซึ่งติดกับเลขยกกำลังแต่ไม่สนใจเครื่องหมายลบด้านหน้า รองลงมาคือข้อบกพร่องด้านการดำเนินการ คิดเป็นร้อยละ 57.20 ข้อบกพร่องที่พบคือ นักเรียนยังไม่เข้าใจนิยามของเลขยกกำลังและยังสับสนระหว่างการคูณกับการคูณตามจำนวนตัวกับการคูณกันเป็นจำนวนครั้ง เช่น นักเรียนยังเข้าใจว่าเป็นการคูณกันตามจำนวนครั้ง ต่อมาข้อบกพร่องที่พบน้อยที่สุดคือ ข้อบกพร่องด้านการตีความ คิดเป็นร้อยละ 37.86

งานวิจัยในต่างประเทศ

Ye (2005) ศึกษาเรื่อง *"Diagnostic Assessment of Urban Middle School Student Learning of Pre-Algebra Patterns"* โดยใช้แบบทดสอบในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ให้ทำแบบทดสอบทั้งหมด 3 ครั้งในเรื่องของสมการเชิงเส้น สมการกำลังสอง และสมการในรูปแบบของเรขาคณิต ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 ที่กำลังเรียนอยู่ที่โรงเรียนในเมือง จากการประเมินพบว่า มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อนักเรียน และความชำนาญของนักเรียนในเรื่องของ สมการเชิงเส้น สมการกำลังสองและสมการในรูปแบบของเรขาคณิตนั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งความสัมพันธ์นี้จะแตกต่างกันในการประเมินแต่ละครั้ง และมีรูปแบบของความชำนาญที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเรียนการสอน

Egodawatte (2011) ศึกษาเรื่อง *"Secondary School Students' Misconceptions in Algebra"* เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนเกรด 11 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบทดสอบและการสัมภาษณ์ ซึ่งในแบบทดสอบจะเป็นคำถามที่มาจากหัวข้อหลักของพีชคณิต ซึ่งประกอบด้วยตัวแปร ความคิดที่เกี่ยวกับพีชคณิต สมการเส้นตรง และคำที่มีปัญหา ผลการศึกษาพบว่าเหตุผลหลักที่ทำให้เกิด มโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อน คือ การขาดความรู้และความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐานของตัวแปรในแต่ละปัญหาที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ผิดพลาดในการแก้ไขปัญหา ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแปลงภาพจากรูปทั่วไปให้อยู่ในรูปภาพพีชคณิตได้ จึงทำให้นักเรียนที่ไม่เข้าใจในตัวแปร ส่งผลให้นักเรียนใช้การเดาหรือการทดลองและวิธีทำที่ผิดอย่างมากในการแก้ไขปัญหา

Luneta and Makonye (2010) ศึกษาเรื่อง *"Learner Errors and Misconceptions in Elementary Analysis: A Case Study of a Grade 12 Class in South Africa"* มีจุดประสงค์เพื่อที่จะศึกษาธรรมชาติของข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนตอบสนองต่อคำถามหรือโจทย์ในวิชาแคลคูลัส จากการศึกษาพบว่า ข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดจากช่องว่างทางความรู้ในเรื่องพื้นฐานทางพีชคณิต จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยของต่างประเทศ สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อสำรวจและค้นหาข้อบกพร่อง โดยทำการสำรวจข้อบกพร่องของผู้เรียนทำให้ทราบถึงข้อบกพร่องของผู้เรียนรายบุคคลและครูผู้สอน สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนรายบุคคลได้อย่างเหมาะสมและวางแผนพัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้กำหนดเครื่องมือ ดังนี้

แบบทดสอบวินิจฉัยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตัวลวงเกิดจากสภาพปัญหาที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแต่ละตัวชี้วัดที่วิเคราะห์ได้จาก การศึกษาวรรณกรรม การสอบถามจากครูผู้สอนและจากปัญหาและแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้แสดงวิธีคิดคำนวณ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการวิจัยคือ แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนกวดวิชาบ้านครุฑ โรงเรียนกวดวิชานาดกลาง โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาและกำหนดขอบเขตของข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์จากเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังสำหรับ ตามเนื้อหาสาระระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3. นำแบบทดสอบวินิจัยจำนวน 22 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.33 - 1 จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

4. จากนั้นนำแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 22 ข้อ ไปทดลองใช้ (try-out) กับนักเรียนโรงเรียนกวดวิชาบ้านครุฑที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อที่คู่ขนานกันของแบบทดสอบวินิจัยดังกล่าว ข้อสอบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 0.383 - 0.695

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง เพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้บริหารสถานศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนในการทำวิจัย

2. นำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหงยื่นต่อผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและนัดหมายวัน เวลาและสถานที่ ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ดำเนินการทดสอบกับกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 1 ชั่วโมง

4. นำผลจากการทดสอบมาตรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

5. สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาถึงเหตุผลที่เลือกตัวลวงแต่ละข้อ เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่และร้อยละ

2. การวิเคราะห์เนื้อหาจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์

ผลการวิจัย

ตาราง 1

ความถี่และร้อยละของการเลือกตอบแบบทดสอบที่ใช้วัดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ เรื่อง เลขยกกำลัง

ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ข้อ	ถูกต้อง		ไม่ถูกต้อง	
		ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
การจำทฤษฎีบทและนิยามที่ผิด	1	42	46.67	48	53.33
	12	43	47.78	47	52.22
การขาดความเข้าใจพื้นฐานทฤษฎีบทและ นิยามของเลขยกกำลัง	2	89	98.89	1	1.11
	13	88	97.78	2	2.22
การขาดความเข้าใจพื้นฐานของเลขยกกำลัง ที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่	3	60	66.67	30	33.33
	14	61	67.78	29	32.22
การขาดความเข้าใจความหมายของเลข ยกกำลัง	4	85	94.44	5	5.56
	15	89	98.89	1	1.11
	5	83	92.22	7	7.78
	16	85	94.44	5	5.56
การเลือกใช้สมบัติเลขยกกำลัง	6	88	97.78	2	2.22
	17	79	87.78	11	12.22
	7	82	91.11	8	8.89
	18	85	94.44	5	5.56
	8	81	90.00	9	10.00
	19	83	92.22	7	7.78
	9	75	83.33	15	16.67
10	75	83.33	15	16.67	
20	64	71.11	26	28.89	
21	56	62.22	34	37.78	

จากตาราง 1 ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยในเรื่องการจำทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติผิด ทั้งหมด 2 ข้อ ข้อที่มีนักเรียนตอบผิดมากที่สุดคือ ข้อ 1 มีจำนวนนักเรียนตอบผิด 48 คน (53.33%) โดยข้อที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดเป็นอันดับรองลงมา คือ ข้อ 12 มีนักเรียนตอบผิด 48 คน (52.22%)

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว จากการสัมภาษณ์ คือ นักเรียนขาดความรู้เรื่องนิยามของเลขยกกำลังซึ่งนักเรียนสับสนกับสิ่งที่คุ้นชินและเคยได้ยินมาในนิยามที่ผิด

ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยในเรื่อง การขาดความเข้าใจพื้นฐานทฤษฎีบทและนิยามของเลขยกกำลัง ทั้งหมด 2 ข้อ ข้อที่มีนักเรียนตอบผิดมากที่สุดคือ ข้อ 13 มีจำนวนนักเรียนตอบผิด 2 คน (2.22%) โดยข้อที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดเป็นอันดับรองลงมา คือ ข้อ 13 มีนักเรียนตอบผิด 1 คน (1.11%)

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว จากการสัมภาษณ์ คือ นักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานทฤษฎีบทและนิยามของเลขยกกำลัง ซึ่งนักเรียนสับสนระหว่างเลขฐานกับเลขชี้กำลัง

ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยในเรื่อง การขาดความเข้าใจพื้นฐานของเลขยกกำลังที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ ทั้งหมด 2 ข้อ ข้อที่มีนักเรียนตอบผิดมากที่สุดคือ ข้อ 3 มีจำนวนนักเรียนตอบผิด 30 คน (33.33%) โดยข้อที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดเป็นอันดับรองลงมา คือ ข้อ 14 มีนักเรียนตอบผิด 29 คน (32.22%)

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว จากการสัมภาษณ์ คือ การขาดความเข้าใจพื้นฐานของเลขยกกำลังที่เป็นจำนวนคู่และจำนวนคี่ ซึ่งนักเรียนจะไม่ได้คิดเครื่องหมายที่อยู่ด้านหน้าไปด้วย

ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยในเรื่อง การขาดความเข้าใจความหมายของเลขยกกำลัง ทั้งหมด 4 ข้อ ข้อที่มีนักเรียนตอบผิดมากที่สุดคือ ข้อ 5 มีจำนวนนักเรียนตอบผิด 7 คน (7.78%) โดยข้อที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดเป็นอันดับรองลงมา คือ ข้อ 4 และข้อ 16 มีนักเรียนตอบผิด 5 คน (5.56%) และน้อยตอบผิดน้อยที่สุดคือข้อ 5 ตอบผิด 1 คน (1.11%)

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว จากการสัมภาษณ์ คือ การขาดความเข้าใจความหมายของเลขยกกำลัง ซึ่งนักเรียนจะสับสนในส่วนของกระจายเลขยกกำลังว่าอยู่ในรูปของการบวกหรือการคูณ

ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัย การเลือกใช้สมบัติเลขยกกำลัง ทั้งหมด 10 ข้อ ข้อที่มีนักเรียนตอบผิดมากที่สุดคือข้อ 21 มีจำนวนนักเรียนตอบผิด 34 คน (37.78%) โดยข้อที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดเป็นอันดับรองลงมา คือ ข้อ 10 มีนักเรียนตอบผิด 26 คน (28.89%) และข้อ 9 ข้อ 20 ข้อ 17 ข้อ 8 ข้อ 7 ข้อ 19 ข้อ 18 และข้อ 6 มีจำนวนนักเรียนที่ตอบผิด 15 คน 15 คน 11 คน 9 คน 8 คน 7 คน 5 คนและ 2 คน ตามลำดับ

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว จากการสัมภาษณ์ คือ ขาดทักษะในการเลือกใช้สมบัติเลขยกกำลัง เนื่องจากนักเรียนทราบสมบัติที่ว่าจำนวนใดก็ตามเมื่อยกกำลังศูนย์แล้วจะมีค่าเท่ากับหนึ่ง แต่จะสับสนในส่วนข้อยกเว้นที่ว่าตัวเลขฐานจะต้องไม่เป็นศูนย์ และนักเรียนบางส่วนยังมีการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ ที่ผิด

ตาราง 2

ความถี่และร้อยละของการเลือกตอบแบบทดสอบที่ใช้วัดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านการคิดคำนวณ เรื่อง เลขยกกำลัง

ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ข้อ	ถูกต้อง		ไม่ถูกต้อง	
		ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
การคิดคำนวณ	11	48	53.33	42	46.67
	22	45	50	45	50

จากตาราง 2 ด้านการคิดคำนวณ พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยในเรื่อง การสรุปผลไม่ถูกต้องหรือสรุปผลไม่ครบถ้วน ทั้งหมด 2 ข้อ ข้อที่มีคนตอบผิดมากที่สุด คือ ข้อ 22 มีจำนวนนักเรียนตอบผิด 45 คน (50.00%) โดยข้อที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดเป็นอันดับรองลงมา 42 คน (46.67%)

สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว จากการสัมภาษณ์ คือ นักเรียนคำนวณผลลัพธ์หรือออกมาผิด ทำให้สรุปผลได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนคิดเลขผิดและทำไม่สิ้นสุดขั้นตอน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามเนื้อหาสาระของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนกวดวิชาบ้านक्रमด จังหวัด กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ดังนี้

ด้านการใช้ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติ

1. นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการใช้ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติมากที่สุด พบมากที่สุดคือ การจำทฤษฎีบทและนิยามที่ผิด โดยส่วนที่ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุด คือ การเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงส่วนเดียวในขณะที่อีกส่วนผิด เช่น จากแบบทดสอบข้อที่ 1 โจทย์ถามว่า “ 3^5 มีความหมายตรงกับข้อใด” ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่มีข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนส่วนใหญ่นั้นมีการเลือกคำตอบที่ว่า 3^5 หมายถึง 3 คูณกันจำนวน 5 ครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่า 3^5 ตัวฐานจะเป็นตัวที่คุณและตัวเลขที่เป็นเลขชี้กำลังเป็นตัวที่บอกถึงจำนวนตัวที่คุณกัน แต่ไม่ใช่จำนวนครั้งของการคูณ สาเหตุของข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว คือ นักเรียนขาดความรู้เรื่องนิยามของเลขยกกำลัง เนื่องจากเลขยกกำลังนั้นเลขฐานต้องเป็นตัวคูณและเลขชี้กำลังนั้นจะต้องเป็นจำนวนตัวที่คุณ

2. นักเรียนมีข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านขาดทักษะในการเลือกใช้สมบัติเลขยกกำลังเป็นข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่บรรจงลงมา ลักษณะของข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ผู้วิจัยพบ คือ นักเรียนเลือกคำตอบโดยมีความเข้าใจในสมบัติไม่ครบถ้วน จากโจทย์ที่กำหนดให้ตัวอย่าง เช่น ข้อ 2 โจทย์ถามว่า ข้อใดกล่าวถูกต้องจากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่มีข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นมีการเลือกคำตอบ $\{20 + (5 - 15) - 10\}^0 = 1$ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อคิดค่าในวงเล็บแล้วจะได้ศูนย์เมื่อนำมายกกำลังศูนย์แล้วจะไม่เท่ากับหนึ่ง

สาเหตุของข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว คือ นักเรียนด้านขาดทักษะในการเลือกใช้สมบัติเลขยกกำลัง เนื่องจากนักเรียนทราบสมบัติที่ว่าจำนวนใดก็ตามเมื่อยกกำลังศูนย์แล้วจะมีค่าเท่ากับหนึ่ง แต่จะลืมในส่วนข้อยกเว้นที่ว่าตัวเลขฐานจะต้องไม่เป็นศูนย์

ด้านการคิดคำนวณ

ข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุดในการคิดคำนวณ การสรุปผลไม่ถูกต้อง หรือสรุปผลไม่ครบถ้วน โดยข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนส่วนใหญ่ที่ผู้วิจัยพบ คือ นักเรียนระบุคำตอบที่ถูกต้องไม่ได้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนคำนวณผลลัพธ์ออกมามีผิด ทำให้สรุปผลได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนคิดเลขผิดและทำไม่สิ้นสุดขั้นตอน

อภิปรายผล

จากการวิจัยการศึกษาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง พบว่าข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติมีสาเหตุ คือ นักเรียนขาดความรู้เรื่องนิยามของเลขยกกำลังซึ่งนักเรียนสับสนกับสิ่งที่คุ้นชินและเคยได้ยินมาในนิยามที่ผิด สับสนระหว่างเลขฐานกับเลขชี้กำลังและไม่เข้าใจความหมายของนิยามเลขยกกำลังอย่างสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิภาพร ชาญนอก (2559) ทำการวิจัยเรื่อง “การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม(พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)” ซึ่งผลการวิจัยพบว่าข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการทำแบบสอบวินิจฉัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง มากที่สุดเป็นเรื่องเกี่ยวกับการอ่านเลขยกกำลังและความหมายของเลขยกกำลัง รองลงมาคือการคูณเลขยกกำลังที่มีเครื่องหมายติดลบ

ด้านการคิดคำนวณพบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าว คือ นักเรียนคำนวณผลลัพธ์ออกมามีผิด ทำให้สรุปผลได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนคิดเลขผิดและทำไม่สิ้นสุดขั้นตอน รวมไปถึงการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎที่ผิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรประภัสร์ เจริญการ (2559) ทำการวิจัยเรื่อง “การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีนครินทร์บ่อแก้ว” ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ข้อบกพร่องด้านการคำนวณ การยกกำลังของเลขติดลบ เนื่องจากนักเรียนจะยกกำลังแต่ตัวหลัง ซึ่งติดกับเลขยกกำลังแต่ไม่สนใจเลขลบที่อยู่ด้านหน้า รองลงมาคือข้อบกพร่อง ด้านการดำเนินการและจากการที่นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจพื้นฐานด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม จึงทำให้คิดคำนวณผลลัพธ์ไม่ถูกต้องสมบูรณ์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลของการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยในครั้งนี้ แสดงถึงข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง พบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดในการกำทฤษฎีบทและนิยามที่ผิด รองลงมาเป็นด้านการคิดคำนวณ ครูผู้สอนจำเป็นต้องจัดรูปแบบการสอนให้มีการสอนเป็นรูปธรรมโดยใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องในทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามและสมบัติและนำไปสู่การดำเนินการคิดคำนวณต่อไปได้

2. ครูผู้สอนควรนำข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ค้นพบในงานวิจัยนี้ไปอภิปรายร่วมกับนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอน เรื่อง เลขยกกำลัง เพื่อให้นักเรียนเห็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ตัวครูและนักเรียนจะสามารถแก้ไขข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. ควรสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดในแต่ละข้อให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อสรุปข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรออกแบบทดสอบวินิจฉัยในด้านอื่น ๆ ที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อระบุข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ชัดเจนขึ้น

2. แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทำผ่านระบบออนไลน์ Google form จึงทำให้นักเรียนบางคนกดตัวเลือกผิด จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง ควรทำการสอบผ่านเอกสารข้อสอบ

3. การทดสอบวินิจฉัยของนักเรียนควรมีสิ่งจูงใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดและความรอบคอบในการทำแบบทดสอบมากขึ้น เช่น การให้รางวัลต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ ดิลกวินิจกุล. (2562). การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน การบวกและการลบ เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- ไข่มุก เลื่องสุนทร. (2552). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขวัญใจ สายสุวรรณ. (2554). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชลาลัย งามเนตร. (2562). การศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารสาสน์ประชาอุทิศพิทยาคาร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ
- ณัฐวิภา สุดแท้. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่องการบวกและการลบ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นฤมล อุดรประจักษ์. (2555). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม.

- นิภาพร ชาญนอก. (2559). การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยนครปฐม(พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร.
- พรประภัทร เจริญการ. (2559). การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร.
- ปิยะธิดา ปัญญา. (2558). การวัดและการทดสอบแบบอิงกลุ่ม. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- ลลิตา ดารมย์. (2562). การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพญาไท. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร.
- เวชฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร. (2546). การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2563). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563. ค้นเมื่อ 19 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.niets.or.th/th/>
- สุชานาฏ คำพินันท์. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุมานี กลิ่นพูน. (2555). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Brown, F.G. (1970). *Principles of educational and psychological testing*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Egodawatte, G. (2011). Secondary school students' misconceptions in algebra. *Dissertation Abstracts International*, 73(5), 215-A. (UMI No.NR77791)
- Luneta, K., & Makonye, P. J. (2010). Learner errors and misconceptions in elementary analysis: A case study of a grade 12 class in South Africa. *Acta Didactica Napocensia*, 3(3), 35-45.
- Ye, F. (2005). Diagnostic assessment of urban middle school student learning of pre-algebra patterns. *Dissertation Abstracts International*, 66(7), 272-A. (UMI No. 3182766)