บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

E_1 / E_2 แทน ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Mean)

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

รายละเอียดอื่น ๆ ในแต่ละสัญลักษณ์จะกล่าวถึงในขั้นตอนผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยในนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 ตอน ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ผลการสร้างบทเรียนโปรแกรม เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม
3. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรม
4. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนเจตคติจากแบบวัดเจตคติที่นักเรียนมีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่จะนำไปใช้ทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนซึ่งนำไปใช้เพื่อหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และหาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งแบ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนจำนวน 34 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจำนวน 34 ข้อ หลังจากนั้นได้ดำเนินการ ดังนี้

1.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและครอบคลุมเนื้อหา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item – Objective Congruence) ซึ่งผลปรากฏว่า ข้อสอบทุกข้อคำนวณหาค่า IOC ได้มากกว่า 0.5

1.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนถาวรานุกูล จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 30 คน ซึ่งเคยเรียนเนื้อหาเรื่องเศษส่วนของพหุนามมาแล้ว นำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ผลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีค่าระดับความยากง่ายระหว่าง 0.37 – 0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ คัดเลือกเหลือเพียง 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าระดับความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 31 ข้อ คัดเลือกเหลือเพียง 20 ข้อ

1.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้คัดเลือกไว้คือ ก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อ และหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนถาวรานุกูล จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 30 คน ซึ่งเคยเรียนเนื้อหาเรื่องเศษส่วนของพหุนามมาแล้ว มาหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.94 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.96

1.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำไปหาประสิทธิภาพ และดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรมต่อไป

2. ผลการสร้างบทเรียนโปรแกรม เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 13 ชุด จำนวน 24 ฉบับ ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การบวกและการลบพหุนาม	1 ชั่วโมง
ชุดที่ 2 เรื่อง การคูณและการหารพหุนาม	1 ชั่วโมง
ชุดที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม มี 3 ฉบับ	3 ชั่วโมง
ชุดที่ 4 เรื่อง สมการกำลังสอง มี 2 ฉบับ	2 ชั่วโมง
ชุดที่ 5 เรื่อง เศษส่วนของพหุนามในรูปผลสำเร็จ	1 ชั่วโมง
ชุดที่ 6 เรื่อง การคูณเศษส่วนของพหุนาม มี 2 ฉบับ	2 ชั่วโมง
ชุดที่ 7 เรื่อง การหารเศษส่วนของพหุนาม มี 2 ฉบับ	2 ชั่วโมง
ชุดที่ 8 เรื่อง การบวกเศษส่วนของพหุนาม มี 2 ฉบับ	2 ชั่วโมง
ชุดที่ 9 เรื่อง การลบเศษส่วนของพหุนาม มี 2 ฉบับ	2 ชั่วโมง
ชุดที่ 10 เรื่อง การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วนของพหุนาม	1 ชั่วโมง
ชุดที่ 11 เรื่อง การแก้สมการเศษส่วนของพหุนาม มี 3 ฉบับ	3 ชั่วโมง
ชุดที่ 12 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนของพหุนาม มี 3 ฉบับ	3 ชั่วโมง
ชุดที่ 13 เรื่อง การแยกเศษส่วนของพหุนามให้เป็นเศษส่วนของพหุนามย่อย	1 ชั่วโมง

บทเรียนโปรแกรมในแต่ละฉบับจะประกอบไปด้วย กรอบเนื้อหา กรอบตัวอย่าง กรอบฝึกหัด กรอบเฉลย และกรอบสรุป ซึ่งลักษณะของบทเรียนโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัยเป็นดังนี้

2.1 เป็นบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Programmed) ชนิดเติมคำตอบข้อความให้สมบูรณ์ ในแต่ละฉบับประกอบไปด้วย กรอบตั้งต้น คือ กรอบเนื้อหา กรอบตัวอย่าง กรอบฝึกหัด กรอบเฉลย พร้อมทั้งมีเฉลยอย่างละเอียดสำหรับแบบฝึกหัดข้อที่ยากแทรกไว้ท้ายฉบับ กรอบส่งท้าย คือ กรอบสรุป ซึ่งแต่ละกรอบเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก มีภาพการ์ตูนสีสันสะดุดตาแทรกอยู่ทุกหน้าในส่วนของเนื้อหาเพื่อเป็นการเสริมแรง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเพลิดเพลินและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละกรอบครูจะมีการสอนเพิ่มเติมไปด้วยในห้องเรียน

2.2 มีแบบทดสอบท้ายฉบับในทุก ๆ ฉบับของบทเรียนโปรแกรมเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายฉบับแล้วและได้คะแนนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด จะต้องมีการซ่อมเสริมและกลับไปทบทวนเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว และศึกษาเฉลยอย่างละเอียดของแบบทดสอบแต่ละข้อ พร้อมทั้งฝึกทำแบบฝึกหัดใหม่และทำแบบทดสอบท้ายฉบับชุดใหม่อีกครั้งหนึ่ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3 บทเรียนโปรแกรมมีลักษณะเป็นเล่ม ขนาดกระดาษ A4 ตามแนวตั้ง หน้าปกมีภาพประกอบ และบอกว่าเป็นบทเรียนชุดที่เท่าไร ฉบับที่เท่าไร ภายในบทเรียนโปรแกรมจะประกอบไปด้วย คำนำ บอกถึงวัตถุประสงค์ในการสร้างบทเรียนโปรแกรม พร้อมทั้งจำนวนชุดของบทเรียนโปรแกรมที่จะเรียนทั้งหมด คำแนะนำในการใช้บทเรียนโปรแกรม เนื้อหาที่จะเรียนในแต่ละฉบับและจุดประสงค์การเรียนรู้เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว ซึ่งในแต่ละหน้าจะมีกรอบเนื้อหา กรอบตัวอย่าง กรอบฝึกหัด ส่วนกรอบเฉลยนั้นจะอยู่คนละหน้ากับกรอบฝึกหัด กรอบที่สร้างขึ้นมีรูปแบบต่าง ๆ กัน มีสีสันสวยงามสะดุดตา และหลากหลาย ตัวอักษรอ่านง่าย สำหรับส่วนที่เป็นข้อความสำคัญจะมีการเน้นด้วยสีสันเพื่อให้ง่ายต่อการจดจำ

3. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพโดยนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนถาวรานุกูล จังหวัดสมุทรสงคราม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 48 คน โดยแย่งการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one to one testing) เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม โดยเลือกผู้มีความสามารถทางการเรียนมา 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 1 คน รวม 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบการสื่อความหมาย ภาษา ว่าถูกต้องหรือไม่ กรอบใดที่อธิบายไม่ชัดเจน ไม่ครอบคลุม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการสื่อความหมาย ภาษา คำอธิบายในแต่ละกรอบและการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในบทเรียนโปรแกรมเรื่อง เศษส่วนของพหุนามจากการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง	การปรับปรุงแก้ไข
ชุดที่ 1	
1. เมื่อนักเรียนศึกษาในกรอบที่ 1 พบว่ามีคำผิด คือคำว่าคล้าย เขียนเป็น คลาย และเมื่อนักเรียนศึกษากรอบที่ 1 อีกครั้ง ยังคงสับสนกับเนื้อหา	1. ทบทวนกรอบที่ 1 ใหม่และแก้คำผิดแล้ว และได้เพิ่มเติมเนื้อหาในเรื่องความหมายของเอกนาม
2. กรอบที่ 5 ในส่วนของแบบฝึกหัดข้อที่ 2 และ 4 โจทย์ในกรอบ5 ไม่ตรงกับเฉลยกรอบที่ 5	2. ได้แก้ไขโจทย์ในเฉลยกรอบที่ 5 ให้ตรงแล้ว
3. นักเรียนได้ให้ข้อเสนอแนะว่าตัวการ์ตูนไม่ควรมาทับตัวหนังสือในกรอบ	3. ได้แก้ไขไม่ให้ตัวการ์ตูนทับตัวหนังสือแล้ว
4. แบบทดสอบประจำชุดที่ 1 ข้อ 4 ไม่มีคำตอบ	4. ตรวจสอบแล้วแก้ไขตัวเลือกในข้อ 4
ชุดที่ 2	
1. เมื่อนักเรียนศึกษาในกรอบที่ 4 เสร็จแล้วและมาตรวจสอบกับเฉลยกรอบที่ 4 พบว่าเฉลยผิด	1. ได้แก้ไขเฉลยใหม่ให้ถูกต้องแล้ว
2. เฉลยกรอบที่ 1 ข้อ 2 ผิด	2. แก้ไขเฉลยกรอบที่ 1 ข้อ 2
3. กรอบที่ 8 นักเรียนให้ความเห็นว่าควรเปลี่ยนจากเครื่องหมายหารให้อยู่ในรูปเศษส่วน	3. ได้แก้ไขตามที่นักเรียนให้ข้อเสนอแนะโดยการเปลี่ยนจากเครื่องหมายหารให้อยู่ในรูปเศษส่วนแล้ว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง	การปรับปรุงแก้ไข
ชุดที่ 3 ฉบับที่ 1	
1. เมื่อนักเรียนศึกษาในกรอบที่ 4 ยังสับสนในคำอธิบายในกรอบในเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามที่ไม่มีตัวประกอบร่วม	1. ได้เพิ่มคำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับการแยกตัวประกอบของพหุนามที่ไม่มีตัวประกอบร่วมแล้ว
2. เฉลยกรอบที่ 4 ผิด	2. แก้ไขเฉลยกรอบที่ 4 แล้ว
3. เฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติมข้อ 4 และข้อ 10 ผิด	3. แก้ไขเฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติมข้อ 4 และข้อ 10 แล้ว
ชุดที่ 3 ฉบับที่ 2	
1. เมื่อนักเรียนศึกษาเฉลยของแบบทดสอบท้ายฉบับข้อ 3 บรรทัดสุดท้าย นักเรียนสับสนกับวิธีการเขียนเฉลยของครู	1. ผู้วิจัยแก้ไขแล้วโดยการสลับวงเล็บของพหุนามให้เหมือนบรรทัดก่อนหน้า
ชุดที่ 3 ฉบับที่ 3	
1. เมื่อนักเรียนศึกษาถึงเฉลยกรอบที่ 6 พบว่าเฉลยกรอบที่ 6 ผิด เนื่องจากโจทย์ในเฉลยเป็นคนละโจทย์กับแบบฝึกหัด	1. ผู้วิจัยได้แก้ไขโจทย์ในเฉลยให้เป็นโจทย์เดียวกับในแบบฝึกหัด
2. เฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติมข้อ 3 ผิด	2. ผิดเนื่องจากใช้สูตรในการแยกตัวประกบผิดสูตร ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขแล้ว
ชุดที่ 4 ฉบับที่ 1	
1. นักเรียนศึกษากรอบที่ 1 เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียวแล้วสับสน ในคำอธิบายในกรอบที่ผู้วิจัยนำเสนอ	1. ผู้วิจัยได้ลำดับการเขียนคำอธิบายและเพิ่มรายละเอียดเรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียวเพิ่มมากขึ้น
2. เฉลยกรอบที่ 1 ผิด ไม่ตรงกับที่นักเรียนคิดหาคำตอบ	2. ผู้วิจัยทบทวนดูคำเฉลยและได้แก้เฉลยคำตอบจาก -2 เป็น -1
3. เฉลยกรอบที่ 4 ผิด ไม่ตรงกับที่นักเรียนคิดหาคำตอบ	3. ผู้วิจัยทบทวนดูคำเฉลยและได้แก้เฉลยคำตอบจาก -13 เป็น 13

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง	การปรับปรุงแก้ไข
ชุดที่ 4 ฉบับที่ 2	
1. นักเรียนให้ข้อสังเกตว่าผู้วิจัยเว้นที่ในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละกรอบน้อยเกินไป	1. ผู้วิจัยได้เพิ่มบรรทัดในการแสดงคำตอบและเสนอแนะว่าให้นักเรียนนำแบบฝึกหัดนั้นทำลงในสมุดแบบฝึกหัด
ชุดที่ 5	
1. เมื่อนักเรียนศึกษามาจนถึงแบบฝึกหัดเพิ่มเติมข้อ 2 พบว่าโจทย์ผิด	1. ผู้วิจัยได้ตรวจสอบดูแล้วต้องแก้โจทย์จาก $x^2 + 3x + 4$ เป็น $x^2 + 3x - 4$
2. แบบทดสอบท้ายฉบับครั้งที่ 2 ข้อ 4 นักเรียนได้ให้ข้อสังเกตว่าโจทย์ผิด	2. ผู้วิจัยได้ตรวจสอบดูแล้วต้องแก้โจทย์จาก $x^2 + 5x + 3$ เป็น $2x^2 + 5x + 3$
ชุดที่ 6 ฉบับที่ 1	
1. เมื่อนักเรียนศึกษามาถึงเฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติมข้อ 2 นักเรียนสับสนในวิธีการอธิบายของผู้วิจัย	1. ผู้วิจัยได้ใส่วงเล็บเพิ่มให้กับพหุนามเป็น $(x^2 + 3x)$
ชุดที่ 6 ฉบับที่ 2	
1. เมื่อนักเรียนศึกษากรอบที่ 1 ได้สังเกตพบว่าการอธิบายเรื่องพหุนามตัวหารของผู้วิจัยผิดพลาด	1. ผู้วิจัยกลับมาทบทวนและแก้ข้อวามจาก $P \neq 0$ เป็น $Q \neq 0$
2. เฉลยกรอบที่ 2 ข้อ 2 ผิด	2. ผู้วิจัยแก้ไข
3. แบบทดสอบท้ายฉบับครั้งที่ 2 ข้อ 3 โจทย์ผิด	3. ผู้วิจัยตรวจสอบดูแล้วได้แก้โจทย์จาก $x^3 + 3x^2 + 9x$ เป็น $x^3 + 6x^2 + 9x$
ชุดที่ 7 ฉบับที่ 1	
1. เมื่อนักเรียนศึกษาในเฉลยกรอบที่ 2 ข้อ 2 พบว่ามีเฉลยที่ผิด	1. ผู้วิจัยตรวจสอบและแก้จาก $2x - 5$ เป็น $2x + 5$ และ $2x^3 - 5x^2$ เป็น $2x^3 + 5x^2$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง	การปรับปรุงแก้ไข
ชุดที่ 7 ฉบับที่ 2	
1. นักเรียนได้ให้ข้อเสนอแนะว่ากรอบแคบไป ทำให้ทับตัวเลขและข้อความ	1. ผู้วิจัยได้ปรับกรอบแต่ละกรอบให้กว้างขึ้น เพื่อไม่ให้ทับตัวเลข เครื่องหมายและข้อความ
2. เมื่อนักเรียนศึกษาถึงกรอบที่ 4 พบว่าตัวอย่างใช้เครื่องหมายผิด	2. ผู้วิจัยตรวจสอบและแก้ไขโดยแก้พหุนามจาก $x+6$ เป็น $x-6$
ชุดที่ 8 ฉบับที่ 1	
-	
ชุดที่ 8 ฉบับที่ 2	
-	
ชุดที่ 9 ฉบับที่ 1	
1. นักเรียนได้ศึกษาถึงเฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติมข้อ 2 พบว่าเฉลยผิด	1. ผู้วิจัยได้ตรวจสอบและแก้เฉลยจาก $-2x^2+2x-10$ เป็น $-2x^2+5x-10$
ชุดที่ 9 ฉบับที่ 2	
1. เมื่อนักเรียนได้ทำแบบทดสอบท้ายฉบับข้อ 2 พบว่า ตัวเลือก 3 น่าจะผิด	1. ผู้วิจัยได้ตรวจสอบและแก้ไขตัวเลือก 3 แล้ว จาก $-35x^2+38x+21$ เป็น $-35x^2-38x+21$
2. แบบทดสอบท้ายฉบับข้อ 3 พบว่าตัวเลือก 2 คำตอบไม่ชัดเจน	2. ผู้วิจัยได้ตรวจสอบและแก้ไขตัวเลือก 3 แล้ว จาก $\frac{11x^2-15x}{-60x^3-120x^2}$ เป็น $\frac{11x-15}{-60x^2-120x}$
ชุดที่ 10	
1. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายฉบับครั้งที่ 2 พบว่าโจทย์ข้อ 5 ผิด	1. ผู้วิจัยได้ตรวจสอบและแก้ไขโจทย์จาก $x^2-9x-14$ เป็น $x^2-9x+14$
ชุดที่ 11 ฉบับที่ 1	
-	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง	การปรับปรุงแก้ไข
ชุดที่ 11 ฉบับที่ 2	
-	
ชุดที่ 11 ฉบับที่ 3	
-	
ชุดที่ 12 ฉบับที่ 1	
-	
ชุดที่ 12 ฉบับที่ 2	
-	
ชุดที่ 12 ฉบับที่ 3	
-	
ชุดที่ 13	
-	

3.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบกลุ่มเล็ก (small group testing) โดยทำการทดลองกับกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนถาวรานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม โดยเลือกผู้มีความสามารถทางการเรียนมา 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 3 คน รวม 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจากนั้นให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของ พหุนาม เพื่อหาหาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังจากที่ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ได้ผลการทดสอบดังนี้

จากการการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบกลุ่มเล็กได้ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมเท่ากับ 83.47/82.22 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.56 แสดงให้เห็นว่าหลังจากที่นักเรียนเรียนบทเรียนโปรแกรมแล้ว นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับดีมากขึ้น แสดงว่าบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ และประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 75/75 แสดงว่าบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ จากการสังเกตและ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สอบถามนักเรียน ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงพัฒนาบทเรียนโปรแกรมก่อนที่จะนำไปทดลองภาคสนาม ดังนี้

1. ปรับปรุงและแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหาในแต่ละกรอบ
2. ปรับปรุงภาษา ข้อความ ให้ชัดเจนและถูกต้องตามหลักภาษาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

3.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบทดสอบภาคสนาม (field testing) เป็นการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนถาวรานุกูล ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ จำนวน 36 คน การจัดการเรียนรู้เป็นการจัดสภาพการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ได้ผลการทดสอบดังรายละเอียด ในตารางที่ 4-2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-2 แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบฝึกหัด และคะแนนทดสอบหลังเรียน ของการทดสอบแบบภาคสนาม

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบท้ายฉบับ (120 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
1	8	100	18
2	10	97	17
3	7	102.5	17
4	9	100.5	17
5	5	97	14
6	10	100	13
7	11	103	17
8	10	96	15
9	2	103	13
10	10	103	14
11	9	100	16
12	8	96	16
13	9	100	18
14	8	99	17
15	7	96	14
16	13	95	16
17	9	97	16
18	13	97	15
รวม	158	1,782	283

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบท้ายฉบับ (120 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
19	15	104	16
20	10	96	17
21	8	103	12
22	13	102	17
23	9	101	16
24	6	97	15
25	7	98	13
26	7	100	16
27	4	96	14
28	14	97	17
29	5	52.5	15
30	2	102	16
31	6	96	15
32	10	97	18
33	14	98	15
34	6	97	15
35	2	104	17
36	11	102	16
รวม	149	1,742.5	280
คะแนนรวม	307	3,524.5	563
คะแนนเฉลี่ย	8.53	97.90	15.64
คะแนนร้อยละ	42.65	81.58	78.20

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม ใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

$$E_1 = \frac{\frac{3,524.5}{36}}{120} \times 100$$

$$E_1 = 81.58$$

เมื่อ E_1 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละฉบับ

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละฉบับ

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละฉบับ

N แทน จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{563}{36}}{20} \times 100$$

$$E_2 = 78.19$$

เมื่อ E_2 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

E_1/E_2 แทน ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

ดังนั้น ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม $E_1/E_2 = 81.58/78.19$

การหาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรม (E.I.) ใช้สูตร ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}$$

$$E.I. = \frac{562 - 307}{(36 \times 20) - 307} = \frac{255}{413}$$

$$E.I. = 0.62$$

จากผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมจากการทดลองภาคสนาม ได้ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.62 และค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.58/78.19 แสดงให้เห็นว่าหลังจากที่นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมแล้วสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้และค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 75/75 แสดงว่าบทเรียนโปรแกรมสามารถนำไปใช้สอนกับนักเรียนโดยทั่วไปแทนการสอนของครูได้

ตารางที่ 4-3 สรุปค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม (E_1/E_2) จากการทดลองหาประสิทธิภาพ

การทดลอง	**จำนวนนักเรียน**	E_1/E_2	**ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)**
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง	3	-	-
แบบกลุ่มเล็ก	9	83.47/82.22	0.56
แบบภาคสนาม	36	81.58/78.19	0.62

จากตารางที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนตามจุดประสงค์ที่กำหนดได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนเจตคติจากแบบวัดเจตคติที่นักเรียนมีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีจิตวิทยาเกี่ยวกับเจตคติ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม และสร้างข้อความที่แสดงลักษณะของเจตคติต่อบทเรียนโปรแกรม เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งประกอบด้วยข้อความเชิงนิมาน (positive) และข้อความเชิงนิเสธ (negative) จำนวน 30 ข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมระดับของเจตคติที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมเรื่อง เศษส่วนของพหุนาม หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

4.1 นำข้อความที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความคิดเห็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหาความเที่ยงตรงและความถูกต้องของเนื้อหาในเรื่องความเหมาะสมของคำถามและรูปแบบของภาษา และความชัดเจนของคำถาม เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item – Objective Congruence) ซึ่งผลปรากฏว่า ข้อสอบทุกข้อคำนวณหาค่า IOC ได้มากกว่า 0.5 ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกข้อคำถามจากจำนวน 30 ข้อ ให้เหลือจำนวน 20 ข้อ ที่มีดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งแสดงว่า แบบวัดเจตคติที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

4.2 นำแบบวัดเจตคติที่ได้ไปให้นักเรียนที่ทดสอบกลุ่มเล็ก (small group testing) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนถาวรานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ได้เรียนบทเรียนโปรแกรมเรื่อง เศษส่วนของพหุนามแล้วจำนวน 9 คน ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) ผลปรากฏว่า ได้ค่าความเชื่อมมั่น 0.82 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่สูง แบบวัดเจตคตินี้จึงมีความคงที่

4.3 นำแบบวัดเจตคติไปใช้กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนำผลที่ได้จากแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเรื่อง เศษส่วนของพหุนาม มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ผลปรากฏดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าเฉลี่ยจากแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ของการทดสอบแบบภาคสนาม

ด้านของเจตคติ	ข้อความที่แสดงถึงเจตคติ	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ค่าระดับความคิดเห็น	ระดับเจตคติ
ด้านการออกแบบบทเรียน	1. นักเรียนได้ประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม	4.31	เห็นด้วย	ดี
	2. บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน	3.01	ไม่แน่ใจ (ด้านลบ)	ปานกลาง (ด้านลบ)
	3. บทเรียนโปรแกรมทำให้บรรยากาศในการเรียนคณิตศาสตร์ตึงเครียด	3	ไม่แน่ใจ (ด้านลบ)	ปานกลาง (ด้านลบ)
	4. บทเรียนโปรแกรมเหมาะสมกับการเรียนคณิตศาสตร์ในเรื่องเศษส่วนของพหุนาม	4.17	เห็นด้วย	ดี
	5. บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจและกระตือรือร้นอยากเรียนมากขึ้น	3.81	เห็นด้วย	ดี
	6. บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์	3.72	เห็นด้วย	ดี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ด้านของเจตคติ	ข้อความที่แสดงถึงเจตคติ	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ค่าระดับความคิดเห็น	ระดับเจตคติ
ด้านเนื้อหา	7. การสอนแบบบทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายเพราะเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4.03	เห็นด้วย	ดี
	8. นักเรียนรู้สึกว่าเนื้อหาที่สอนด้วยบทเรียนโปรแกรมแต่ละฉบับมีมากเกินไป	2.31	ไม่เห็นด้วย (ด้านลบ)	ดี (ด้านลบ)
	9. เนื้อหาเรื่องเศษส่วนของพหุนามทำให้นักเรียนรู้สึกกลัวเวลาเรียน	3.56	เห็นด้วย (ด้านลบ)	น้อย (ด้านลบ)
	10. เนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมมีการทบทวนความรู้เดิมทำให้เข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.19	เห็นด้วย	ดี
	11. เนื้อหาในบทเรียนทำให้เรื่องเศษส่วนของพหุนามดูยากขึ้น	2.69	ไม่แน่ใจ (ด้านลบ)	ปานกลาง (ด้านลบ)
	12. นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีทั้งตัวอย่างแบบฝึกหัด และแบบทดสอบช่วยให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น	4.25	เห็นด้วย	ดี
	13. นักเรียนรู้สึกว่าเนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนโปรแกรมมีความยากง่ายเหมาะสม	4.22	เห็นด้วย	ดี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ด้านของเจตคติ	ข้อความที่แสดงถึงเจตคติ	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ค่าระดับความคิดเห็น	ระดับเจตคติ
ด้านความพึงพอใจในการเรียน	14. นักเรียนสามารถเรียนบทเรียนโปรแกรมได้ด้วยตัวเอง	3.89	เห็นด้วย	ดี
	15. นักเรียนมีความรู้สึกว่าบทเรียนโปรแกรมเป็นวิธีการเรียนที่ล้าสมัย	3.31	ไม่แน่ใจ (ด้านลบ)	ปานกลาง (ด้านลบ)
	16. นักเรียนมีความรู้สึกว่าการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมทำให้จดจำเนื้อหาได้นานขึ้น	3.89	เห็นด้วย	น้อย
	17. นักเรียนมีความรู้สึกว่าการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมทำให้มีอิสระในการคิด	4.06	เห็นด้วย	ดี
	18. นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมมีความยุ่งยากซับซ้อน	2.78	ไม่แน่ใจ (ด้านลบ)	ปานกลาง (ด้านลบ)
	19. บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์	3.75	เห็นด้วย	ดี
	20. บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนมีโอกาสใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่	4.14	เห็นด้วย	ดี

จากตารางที่ 4-4 จะเห็นว่า

1. ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม ด้านการออกแบบบทเรียน จำนวน 6 ข้อคำถาม พบว่า ข้อคำถามที่ 1 , 4 , 5 และ 6 นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อบทเรียนโปรแกรม ด้านการออกแบบบทเรียน มีค่าระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ เห็นด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หมายความว่า เจตคติของนักเรียนอยู่ในระดับ ดี ซึ่งข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ นักเรียนได้ประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม

2. ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม ด้านเนื้อหา จำนวน 7 ข้อคำถาม พบว่า ข้อคำถามที่ 7 , 10 , 12 และ 13 นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อบทเรียนโปรแกรม ด้านเนื้อหา มีค่าระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ เห็นด้วย หมายความว่า เจตคติของนักเรียนอยู่ในระดับ ดี ซึ่งข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีทั้งตัวอย่าง แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ช่วยให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และข้อคำถามที่ 8 และ 11 มีค่าระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ไม่เห็นด้วย นั่นแสดงว่า เนื้อหาที่สอนด้วยบทเรียนโปรแกรมแต่ละฉบับมีความเหมาะสม และเนื้อหาในบทเรียนทำให้เรื่องเศษส่วนของพหุนามง่ายต่อการทำความเข้าใจ

3. ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรม ด้านความพึงพอใจในการเรียน จำนวน 7 ข้อคำถาม พบว่า ข้อคำถามที่ 14 , 16 , 17 , 19 และ 20 นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อบทเรียนโปรแกรม ด้านความพึงพอใจในการเรียน มีค่าระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย หมายความว่า เจตคติของนักเรียนอยู่ในระดับ ดี ซึ่งข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ บทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนมีโอกาสใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

ตารางที่ 4-5 แสดงภาพรวมเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม

ด้าน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	ค่าระดับความคิดเห็น	ระดับเจตคติ
การออกแบบบทเรียน	3.67	เห็นด้วย	ดี
เนื้อหา	3.73	เห็นด้วย	ดี
ความพึงพอใจในการเรียน	3.66	เห็นด้วย	ดี
ค่าระดับเฉลี่ยรวม	3.69	เห็นด้วย	ดี

จากตารางที่ 4-5 ผลการศึกษาจากการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม ทั้ง 3 ด้าน โดยสรุปนักเรียนมีเจตคติต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม มีค่าระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย หมายความว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

ของพหุนาม ในด้านการออกแบบบทเรียน เนื้อหา และความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม ซึ่งด้านที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านเนื้อหา

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University