

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์แบบสอบ เพื่อทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ผลการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบทั้งฉบับ จำนวน 67 ข้อ ปรากฏว่าแบบสอบ มีความเชื่อมั่น 0.625 ซึ่งมีมาตรฐานค่อนข้างต่ำแต่ก็พอที่จะเชื่อถือได้ทั้งนี้เพราะผู้ทำแบบสอบไม่ค่อยตั้งใจ (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 1 และรายละเอียดการคำนวณจากหน้า 152 ในภาคผนวก) และได้เลือกแบบสอบเฉพาะข้อที่มีความยากตั้งแต่ .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 45 ข้อ (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก)

2. การทดลองชั้นหนึ่งคน

2.1 การทดลองชั้นหนึ่งคนครั้งที่หนึ่ง ปรากฏผลดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนไครอยละ	8.89
ทำบทเรียนแบบโปรแกรมไครอยละ	81.95
ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนไครอยละ	55.56

และใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม 5 ชั่วโมง 40 นาที

2.2 การทดลองชั้นหนึ่งคนครั้งที่สอง ปรากฏผลดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนไครอยละ	22.22
ทำบทเรียนแบบโปรแกรมไครอยละ	93.70
ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนไครอยละ	86.67

และใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม 6 ชั่วโมง

หลังจากการทดลองชั้นนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน โดยการแก้ไขข้อความในกรอบ แก้ไขเพิ่มเติมข้อความในส่วนเฉลย เพิ่มเติมข้อความในกรอบ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี และชัดเจนขึ้น

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 190 กรอบ 349 คำตอบ หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้ว ก็ยังคงเป็น 190 กรอบ แต่ 347 คำตอบ ตัวอย่างกรอบที่แก้ไข

กรอบที่ 12

กรอบเดิม

12 นอกจากจะเขียนแจงพจน์ตามลำดับ $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ แล้ว การเขียนอันดับอาจจะเขียนเฉพาะพจน์ทั่วไป เช่น อันดับ 1, 3, 6, 10, ... คือ อันดับ $a_n = \frac{1}{2} n(n+1)$
 \therefore อันดับ $a_n = \frac{1}{n}$ คือ อันดับ _____

กรอบที่แก้ไขแล้ว

12 นอกจากจะเขียนแจงพจน์ตามลำดับ $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ แล้ว การเขียนอันดับอาจจะเขียนเฉพาะพจน์ทั่วไป เช่น อันดับ 1, 3, 6, 10, ... คือ อันดับ $a_n = \frac{1}{2} n(n+1)$ และอันดับ $a_n = \frac{1}{n}$ คือ อันดับ 1, $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots$
 \therefore อันดับ $a_n = \frac{n}{n+2}$ คือ อันดับ _____

สาเหตุที่แก้ไข เพื่อต้องการให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบให้ถูกต้อง

กรอบที่ 173

กรอบเดิม

173

เนื่องจากอันดับ $1, 0, 1, 0, \dots$ ไม่มีลิมิต ดังนั้นจึงถือว่า
อนุกรม $1-1+1-1+\dots$ ไม่อาจหาผลบวกได้ นั่นคือ
ผลบวกของอนุกรมอนันต์ใด หมายถึง _____ ของ
_____ เมื่ออนุกรมนั้นมีลิมิต

กรอบที่แก้ไขแล้ว

173

เนื่องจากอันดับ $1, 0, 1, 0, \dots$ ไม่มีลิมิต ดังนั้นจึงถือว่า
อนุกรม $1-1+1-1+\dots$ ไม่อาจหาผลบวกได้ นั่นคือ
ผลบวกของอนุกรมอนันต์ใด หมายถึง ลิมิต ของ อันดับผลบวก
พาหะของอนุกรม เมื่ออนุกรมนั้นมีลิมิต

สาเหตุที่แก้ไข เพราะนักเรียนไม่สามารถเติมข้อความลงไปได้ จึง
เติมข้อความทั้งหมดให้ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นคว้าที่ถูกต้อง

3. การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก ปรากฏผลดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนโคเจลิยรอยละ	18.67
ทำบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจลิยรอยละ	91.33
ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนโคเจลิยรอยละ	76.89
และใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเจลิย 6 ชั่วโมง 25 นาที (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 3 ในภาคผนวก)	

หลังจากการทดลองชั้นกลุ่มเล็กแล้ว ผู้วิจัยได้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยการแก้ไขความในกรอบ เมื่อแก้ไขบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ปรากฏว่าจำนวนกรวยยังคงเป็น 190 กรวย และจำนวนคำตอบก็ยังคงเป็น 347 คำตอบ

กรอบที่ 10 นักเรียนไม่เข้าใจว่า ทำไมเซตของจำนวนเฉพาะ (Prime Number) จึงเป็นอันดับ ดังนั้น จึงแก้ไข ส่วนที่เป็นคำตอบ โดยอธิบายเพิ่มเติมว่า "เซตของจำนวนเฉพาะ คือ เซตของ 2, 3, 5, 7, 11, 13,..."

4. การทดลองภาคสนาม ปรากฏผลดังนี้

นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนโคเจลิยรอยละ	26.67
ทำบทเรียนแบบโปรแกรมโคเจลิยรอยละ	91.95
ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนโคเจลิยรอยละ	70.42
(ดูรายละเอียดจากตารางที่ 4 และรายละเอียดการวิเคราะห์หน้า 163 ในภาคผนวก)	
และใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเจลิย 6 ชั่วโมง 15 นาที	

จากผลการทดลองภาคสนาม แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อันดับและอนุกรม ที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพเป็น 91.95/70.42 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ตั้งไว้แล้ว จะเห็นได้ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพ

ตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวแรก แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวหลัง กล่าวคือ นักเรียนทำบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือร้อยละ 90 ตัวแรก แต่ทำแบบสอบได้ถูกต้องต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือร้อยละ 90 ตัวหลัง

5. การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบที่นำมาใช้ในการวิจัย

ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบทั้งฉบับจำนวน 45 ข้อ ที่นำมาใช้ในการวิจัย ปรากฏว่าแบบสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.74 (ดูรายละเอียดจากตารางที่ 5 และรายละเอียดการคำนวณจากหน้า 166 ในภาคผนวก)

6. การหาความก้าวหน้าในการเรียนหลังการเรียนบทเรียน

จากผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนจากแบบสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนได้ดังนี้

นักเรียน จำนวน 100 คน	คะแนนสอบก่อนเรียน บทเรียน (x_1)	คะแนนสอบหลังเรียน บทเรียน (x_2)	คะแนนความก้าวหน้า $d = x_2 - x_1$	d^2
รวม	1200	3169	1949	41343
เฉลี่ย	12.00	31.69		
เฉลี่ยร้อยละ	26.67	70.42		

(ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 4 ในภาคผนวก)

สมมุติฐาน : คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนไม่แตกต่างกัน

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n \sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}} \\
 &= \frac{1949}{\sqrt{\frac{100(41343) - (1949)^2}{100-1}}} \\
 &= \frac{1949}{\sqrt{\frac{.4134300 - 3798601}{99}}} \\
 &= \frac{1949}{\sqrt{\frac{335699}{99}}} \\
 &= \frac{1949}{\sqrt{3390.8989}} \\
 &= \frac{1949}{58.23} \\
 &= 33.471
 \end{aligned}$$

เนื่องจากค่า z ที่ระดับนัยสำคัญ .01 มีค่าเป็น 2.58

เพราะฉะนั้นแสดงว่า คะแนนสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อันคับและอนุกรม ที่สร้างขึ้นนี้ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

การอภิปรายผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ หาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นว่าได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ มีประสิทธิภาพเป็น 91.95/70.42 ซึ่งไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมาก่อน
2. ในการเรียนบทเรียนนี้ไม่มีผลต่อคะแนนสอบของนักเรียน ทำให้นักเรียนขาดความตั้งใจในการทำแบบสอบ
3. นักเรียนที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนอาสาสมัครซึ่งมีทั้งนักเรียนอ่อนและนักเรียนเก่ง จึงเป็นการยากที่จะทำให้นักเรียนทำแบบสอบหลังการเรียนบทเรียนได้คะแนนถึง 90% จากแบบสอบที่เลือกมาแล้วโดยมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกพอเหมาะ
4. ในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น นักเรียนจะต้องอ่าน คิด และเชื่อมโยงความรู้ตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายจึงจะเข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง เมื่อนักเรียนไม่พยายามคิดและเปิดดูคำตอบก่อนตอบจึงทำให้ผลการเรียนบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและทำให้เรียนรู้เนื้อหาได้ไม่สมบูรณ์ก็เปรียบกับไม่มีเวลาทบทวนเนื้อหา จึงเป็นเหตุให้นักเรียนทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียนได้ไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน
5. พื้นความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการ บวก ลบ คูณ หาร จำนวนทางพีชคณิตไม่ดีพอ