

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือในการวิจัย

1. แบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้ในการวิจัย 1 ฉบับ คือ แบบทดสอบที่ใช้สอบก่อนและหลัง เรียนบทเรียนแบบโปรแกรม
2. บทเรียนแบบโปรแกรมวิชาประวัติศาสตร์ไทย เรื่อง "การเลิกทาสในสมัยรัชกาลที่ห้า" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการในการสร้างแบบทดสอบ

เมื่อผู้วิจัยศึกษาและกำหนดเนื้อหาที่จะสร้างบทเรียนตลอดจนถึง จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแล้ว ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบตามเนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ จำนวน 60 ข้อ แบบทดสอบนี้มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก มีคำตอบถูกเพียงข้อเดียว และผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้าของโรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม จำนวน 100 คน เพื่อแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของแบบทดสอบ และหาค่าระดับความยาก (Degree of Difficulty- P) และอำนาจจำแนก (Power of Discrimination- r) ของแบบทดสอบ แล้วจึงเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าระดับความยากระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ นำมาคำนวณหาความเที่ยง (Reliability) ของข้อทดสอบ โดยใช้สูตร คูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20) ดังนี้

$$r_{tt} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( \frac{\sigma_t^2 - \sum pq}{\sigma_t^2} \right)^2$$

<sup>1</sup>J.P. Guilford, Fundamental Statistics in Psychology and Education (Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1973), p. 416.

ซึ่งปรากฏผลว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยง = 0.70 (คูภาคผนวก ข. หน้า 166)  
 ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบนี้ไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง  
 "การเลิกทาสในสมัยรัชกาลที่ห้า"

วิธีดำเนินการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "การเลิกทาส  
 ในสมัยรัชกาลที่ห้า" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามมาตรฐานร้อยละ 90/90  
 นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ดังนี้

1. ทดลองชั้นหนึ่งคน
2. ทดลองชั้นกลุ่มเล็ก จำนวน 10 คน
3. ทดลองชั้นภาคสนาม จำนวน 100 คน

การทดลองชั้นหนึ่งคน

บทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "การเลิกทาสในสมัยรัชกาลที่ห้า" ที่ใช้ในการทดลอง  
 ครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย 100 กรอบ 80 คำตอบ เนื้อหาตอนที่ 1  
 สร้างด้วยเทคนิคของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program) จำนวน  
 45 กรอบ 35 คำตอบ เนื้อหาตอนที่ 2 สร้างด้วยเทคนิคของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิด  
 เส้นตรง (Linear Program) จำนวน 55 กรอบ 45 คำตอบ ในแต่ละตอนมีคำแนะนำ  
 นำการทำทเรียนแก่นักเรียนผู้ที่ศึกษาบทเรียนนี้ ตัวอย่างประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่สี่ ของโรงเรียนวัดสุทธิวราราม ซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนค่อนข้างอ่อน คะแนน  
 เฉลี่ยปลายปี มัธยมศึกษาปีที่สาม ได้ 58.30% จำนวน 1 คน การทดลองชั้นนี้ผู้วิจัยได้มุ่ง  
 หวังที่จะดูความก้าวหน้าของการเรียน แต่เป็นการทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนและ  
 ข้อขัดข้องบกพร่องที่เกิดขึ้น รวมทั้งแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงไม่มีการ  
 ทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม แต่ผู้วิจัยได้เฝ้าดูการเรียนอย่างใกล้ชิด  
 เพื่ออภิปรายซักถามว่า เหตุใดจึงตอบผิด เพราะอะไรจึงตอบเช่นนั้น ตลอดจนสัมภาษณ์ถึง  
 ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้น

ผลการวิเคราะห์ในการทดลองชั้นหนึ่งคน

ผลการทดลองพบว่า นักเรียนใช้เวลาศึกษาบทเรียนแบบโปรแกรมทั้งหมด 4 ชั่วโมงครึ่ง โดยศึกษาบทเรียนทั้ง 2 ตอนคิดคอกันไป และสามารถตอบคำถามในบทเรียนได้เพียงร้อยละ 85 เท่านั้น แสดงว่าบทเรียนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีข้อบกพร่องมาก จากการตรวจบทเรียนแบบโปรแกรมและการอภิปรายซักถามนักเรียน ปรากฏว่าเนื้อหาที่บรรจุในกรอบอธิบาย (Teaching Frame) บางกรอบมีขนาดใหญ่เกินไป และมีจำนวนกรอบอธิบายมากกว่ากรอบฝึกหัด (Practice Frame) ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายที่จะอ่าน และไม่สามารถจับประเด็นสำคัญ ๆ ของเนื้อหาที่ศึกษาไปได้ชัดเจน อีกประการหนึ่ง การที่นักเรียนผู้ศึกษาบทเรียนแบบโปรแกรมทั้ง 2 ตอนคิดคอกันไปย่อมทำให้เกิดความเหนื่อยล้าและสับสนได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำบทเรียนมาแก้ไขปรับปรุงโดยการตัดกรอบเนื้อหาหรือกรอบอธิบายที่ไม่จำเป็นออกไป และปรับปรุงเนื้อหาในแต่ละกรอบให้สั้นและอ่านเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น อีกทั้งเปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมคำถามในกรอบฝึกหัดให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังได้บรรจุแบบทดสอบตนเอง (self-test) ไว้ตอนท้ายของบทเรียนแต่ละตอนด้วย หลังบทเรียนตอนหนึ่ง ๆ มีแบบทดสอบตนเอง (self-test) สำหรับนักเรียน 40 ข้อ บทเรียนนี้มี 2 ตอนก็เท่ากับ 80 ข้อ แบบทดสอบตนเอง (self-test) นี้ทำขึ้นเพื่อช่วยทบทวนความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องราวที่ได้ศึกษาจากบทเรียนแบบโปรแกรมไปแล้ว และเพื่อให้ นักเรียนมีโอกาสประเมินความสามารถของตนเองได้ทันทีอีกครั้ง ด้วยเหตุนี้เอง ผู้วิจัยจึงไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะนับคะแนนที่นักเรียนทำได้ถูกต้อง รวมกับคะแนนที่ได้จากการทำบทเรียนแบบโปรแกรม

เมื่อแก้ไขปรับปรุงแล้วปรากฏว่า มีบทเรียนทั้งหมด 74 กรอบ ประกอบด้วยคำตอบที่นักเรียนจะต้องตอบในบทเรียน 60 คำตอบ และคำตอบในแบบทดสอบตนเอง (self-test) อีก 80 คำตอบ ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

บทเรียนตอนที่ 1 เป็นเทคนิคแบบสาขา จำนวน 33 กรอบ และ 22 คำตอบ  
แบบทดสอบตนเอง 40 ข้อ

บทเรียนตอนที่ 2 เป็นเทคนิคแบบเส้นตรง จำนวน 41 กรอบ และ 38 คำตอบ แบบทดสอบตนเอง 40 ข้อ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนที่ได้ศึกษาบทเรียนแบบโปรแกรมนี้แสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้ศึกษาไปแล้วว่า เป็นอย่างไร นักเรียนผู้นี้ระบุว่า บทเรียนตอนที่ 1 (สร้างด้วยเทคนิคแบบสาขา) นั้น มีวิธีการที่ดึงดูดความสนใจและ ใฝ่ใจมากกว่าบทเรียนตอนที่ 2 (สร้างด้วยเทคนิคแบบเส้นตรง) และการเรียนรู้วิชา ประวัติศาสตร์ไทยด้วยการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ และน่าสนใจอย่างยิ่ง แต่เนื้อหาในกรอบไม่ควรยาวเกินไปนัก เพราะจะทำให้สับสนเวลาตอบคำถาม และทำให้ ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้

#### การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

เมื่อผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้ทดลองในชั้นหนึ่งคนแล้ว จึงได้นำบทเรียนที่ได้ปรับปรุงนี้ไปทดลองชั้นกลุ่มเล็กกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ของ โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม จำนวน 10 คน ได้นักเรียน 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และ อ่อน เป็นอัตราส่วน 1 : 3 : 1 โดยพิจารณาจากคะแนนสอบซ่อมกลาง เทอมปลายใน วิชาประวัติศาสตร์ไทย เป็นนักเรียนที่ได้คะแนนระดับ ก 2 คน นักเรียนที่ได้คะแนน ระดับ ข 6 คน นักเรียนที่ได้คะแนนระดับ ง 2 คน สำหรับการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อดูความก้าวหน้า ของการเรียน นักเรียนที่ทำบทเรียนได้เร็วที่สุดใช้เวลาเพียง 2 ชั่วโมง 45 นาที ส่วน นักเรียนที่ทำช้าที่สุดใช้เวลาถึง 4 ชั่วโมง 35 นาที นักเรียนทุกคนสามารถหยุดพัก หรือ ผ่อนคลายความเครียด เครียดได้ตามที่ต้องการ หลังจากที่ได้ศึกษาบทเรียนจบแล้ว ผู้วิจัยได้ ซักถามนักเรียนเป็นตอน ๆ ไป ว่าคอนใดมีปัญหาบ้าง หรือคอนใดทำผิดมากที่สุด เพราะ เหตุใดจึงทำผิด แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ยังบกพร่อง อีกครั้งหนึ่ง

## ผลการวิเคราะห์ในการทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

## การทดลอง ปรากฏผลดังนี้

## ตารางที่ 1 ผลการทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

จำนวนนักเรียน 10 คน	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน คะแนนเต็ม 40	คะแนนทดสอบ หลังเรียน คะแนนเต็ม 40	คะแนน ความก้าวหน้า	จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง จาก 60 คำถาม
คะแนนรวม	159	360	201	554
คะแนนเฉลี่ย	15.9	36.0	20.1	55.4
คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ	39.75	90.00	50.25	92.33

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้อง โดยเฉลี่ยร้อยละ 92.33 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ และนักเรียนทำข้อสอบภายหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมจบได้คะแนน โดยเฉลี่ยร้อยละ 90.00 ซึ่งเท่ากับมาตรฐานที่ตั้งไว้ และหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมจบแล้ว นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้คะแนนเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยร้อยละ 50.25 ของข้อสอบทั้งหมด

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่นักเรียนทำมาวิเคราะห์โดยละเอียดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน พบว่า กรอบที่ 13 นักเรียนทำผิดกันมากถึง 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ที่เป็นเช่นนี้เพราะเนื้อหาในกรอบนี้ระบุถึงปัญหาที่ยังไม่ยุติของความเป็นมาของประเพณีทาสของไทย นักเรียนจึงสับสนและตอบคำถามตามที่ตนเองเข้าใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงโดยการเพิ่มคำอธิบายให้ชัดเจนอีกในกรอบที่ 12 ซึ่งเป็นกรอบเนื้อหา นอกจากนี้นักเรียนบางคนไม่เข้าใจวิธีการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมก็พอ ทั้ง ๆ ที่มีคำแนะนำแล้ว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงแก้ไขข้อความในคำแนะนำให้ชัดเจนยิ่งขึ้น พร้อมกับมีตัวอย่างประกอบ และ

ได้ดัดแปลงแก้ไขภาษาและส่วนวนในกรอบอื่น ๆ ด้วย เพื่อให้นักเรียนอ่านเข้าใจง่ายขึ้น  
เมื่อแก้ไขปรับปรุงแล้ว บทเรียนแบบโปรแกรมมีทั้งหมด 74 กรอบ ประกอบด้วยคำตอบที่  
นักเรียนต้องตอบ 60 คำตอบ และแบบทดสอบตนเอง (self-test) 60 ข้อ

เช่นเกี่ยวกับการทดลองชั้นแรก ผู้วิจัยได้ขอร่องให้นักเรียนทั้ง 10 คน แสดง  
ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมที่ได้ศึกษาไปแล้วนั้นว่าเป็นอย่างไร นักเรียนทั้ง  
10 คน ค้างก็มีความคิดเห็นคล้ายกัน คือ การเรียนวิชาประวัติศาสตร์ไทยด้วยบทเรียนแบบ  
โปรแกรมเป็นสิ่งที่ใหม่ที่น่าสนใจ และเราใจยิ่งกว่าการเรียนในห้องเรียนตามธรรมดา และ  
บทเรียนตอนที่ 1 สนุกและตื่นเต้นกว่าบทเรียนตอนที่ 2

#### การทดลองชั้นภาคสนาม

การทดลองชั้นภาคสนามนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ที่ใช้เป็น  
กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากโรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย ในการทดลองครั้งนี้วิธีการ  
เหมือนกับการทดลองใน 2 ชั้นที่ผ่านมา แต่ฝึกกันตรงวัตถุประสงค์ของการทำบทเรียน ซึ่ง  
การทดลองทั้งสองครั้งที่ผ่านมาถือว่าเป็นการทำบทเรียนเพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไข  
ส่วนการทดลองภาคสนามเป็นการทดลองเพื่อจะทราบว่า บทเรียนที่สร้างนี้มีประสิทธิภาพ  
ตามมาตรฐาน 90/90 ที่วางไว้หรือไม่

เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัด  
ประสิทธิภาพของบทเรียนนี้ หมายความว่า

90 ตัวแรก หมายถึงการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนได้ถูกต้อง  
โดยเฉลี่ยร้อยละ 90

90 ตัวหลัง หมายถึงการที่นักเรียนทำแบบทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียน  
แบบโปรแกรมจบได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในชั้นสนาม

1. บทเรียนแบบโปรแกรมวิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง "การเลิกทาสในสมัยรัชกาล  
ที่ห้า" ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 74 กรอบ ประกอบด้วยคำตอบในบทเรียน

60 คำตอบ และถ้าตอบในแบบทดสอบตนเอง (self-test) 80 คำตอบ ซึ่งแยกรายละเอียดไว้ดังนี้

บทเรียนตอนที่หนึ่ง มี 33 กรอบ 22 คำตอบ และคำตอบ 40 คำตอบในแบบทดสอบตนเอง

บทเรียนตอนที่สอง มี 41 กรอบ 38 คำตอบ และคำตอบ 40 คำตอบในแบบทดสอบตนเอง

2. แบบทดสอบซึ่งใช้วัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนแบบโปรแกรม (Pre-Test) และใช้วัดความรู้หลังจากที่นักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแล้ว (Post-Test) แบบทดสอบมีจำนวน 40 ข้อ

แบบทดสอบนี้ ได้นำไปหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยการทดสอบกับตัวอย่างประชากร โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า จำนวน 100 คน โดยใช้สูตรของ กูเจอร์ ริชาร์ดสัน 20

ได้ค่า 0.70 ดังปรากฏอยู่ในภาคผนวก ข. หน้า 166

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองภาคสนาม

ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ของโรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย จำนวน 120 คน ทำแบบทดสอบเกี่ยวกับ "การเลิกทาสในสมัยรัชกาลที่ห้า" แล้วคัดเลือกนักเรียนโดยพิจารณาจากผู้ที่ได้คะแนนต่ำสุดขึ้นไปจนครบ 100 คน เหตุที่คัดเลือกนักเรียนที่คะแนนต่ำเพราะนักเรียนกลุ่มนี้มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนแบบโปรแกรมที่ต้องการหาประสิทธิภาพน้อย ซึ่งจะทำให้การหาประสิทธิภาพของบทเรียนชัดเจนยิ่งขึ้น

ในการทดลอง 100 คน ชั้นภาคสนามนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองพร้อมกันหมด ใช้เวลาทดลอง 2 วัน ประมาณวันละ 2 ชั่วโมง

การตรวจคำตอบของบทเรียนแบบโปรแกรมและแบบทดสอบ

1. นำบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจอย่างละเอียด คำตอบที่ถูกได้ 1 คะแนน คำตอบที่ผิดไม่ได้คะแนน ส่วนคำตอบในแบบทดสอบตนเอง (self-test)

ไม่มีคะแนน เพราะมุ่งเพิ่มเติมให้นักเรียนมีโอกาสประเมินความสามารถของตนเอง  
 ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้วางหลักเกณฑ์ให้นักเรียนในการตรวจให้คะแนนตนเองไว้เรียบร้อยแล้ว

2. นำแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจ ค่าตอบที่ถูกให้ 1 คะแนน รวม  
 คะแนนของนักเรียนแต่ละคนไว้เพื่อวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม

การทดลอง ปรากฏผล ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดลองชั้นภาคสนาม

จำนวนนักเรียน 100 คน	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนน ความก้าวหน้า
คะแนนรวม	1518	3604	2086
คะแนนเฉลี่ย	15.18	36.04	20.86
คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ	37.95	90.10	52.15

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่านักเรียนสามารถทำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน  
 บทเรียนแบบโปรแกรมถึงมาตรฐานร้อยละ 90 นี้ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมี  
 ประสิทธิภาพตามมาตรฐาน 90 ตัวหลัง (ดูภาคผนวก ค. หน้า 167-171)

จากการวิเคราะห์กรอบต่าง ๆ ในบทเรียน ปรากฏว่านักเรียนสามารถทำได้ถูก  
 ต้อง โดยเฉลี่ยร้อยละ 94.94 ซึ่งหมายความว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมี  
 ประสิทธิภาพตามมาตรฐาน 90 ตัวหน้า (ดูภาคผนวก ง. หน้า 172-177)



### ผลการประเมินค่าประสิทธิภพของบทเรียนแบบโปรแกรม

ผลปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ แต่เพื่อจะไ้ทราบว่า บทเรียนนี้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้คำนวณเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ปรากฏผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนบทเรียน เท่ากับ 15.18 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนบทเรียน เท่ากับ 36.04 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 อัตราส่วนวิกฤต ( $z$ ) เท่ากับ 54.24

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนบทเรียนและค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนบทเรียนมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และระดับอื่นที่ต่ำกว่า .01 คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนสูงกว่าคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียน แสดงว่าการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องนี้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง (ดูภาคผนวก จ. หน้า 178-179)