

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ด้วยโปรแกรม MOODLE ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเนื้อหาสาระการเรียนรู้สอดคล้องกับรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัส ค31102 หลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551 กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 63 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ที่เรียนด้วยวิธีปกติ และกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ที่เรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้น โดยผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผ่านขั้นตอนการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิควิธีการผลิตสื่อการเรียนการสอน ในบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็นหัวข้อ 8 หัวข้อ ในหัวข้อที่ 1 – 7 จะมีกิจกรรม 4 ลักษณะ ที่นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง โดยนักเรียนเริ่มต้นในการเรียนรู้เนื้อหาของแต่ละหัวข้อ เมื่อนักเรียนเรียนจนเข้าใจจะมีกิจกรรมที่ใช้ตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียน เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป ระบบจะอนุญาตให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ โดยนักเรียนสามารถส่งงานด้วยการอัปโหลดไฟล์หรือจะส่งกับครูโดยตรงก็ได้ เมื่อนักเรียนส่งแบบฝึกทักษะแล้ว จะสามารถดูเฉลยของแบบฝึกทักษะได้ จากนั้นนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน สำหรับหัวข้อที่ 8 เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้เป็นชนิดแบบปรนัย 4 เลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

จากสร้างบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้ได้บทเรียนที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ดังที่กล่าวข้างต้น รวมทั้งในการหาคุณภาพของบทเรียนได้ผลดังนี้

1. ค่าดัชนีค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 30 ข้อ อยู่ระหว่าง 0.75 – 1

2. แบบประเมินด้านเนื้อหาทั้ง 3 ราย คือ เนื้อหาและการนำเสนอ เวลา และแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยค่าเท่ากับ 4.54 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน เห็นว่า บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เหมาะสำหรับการเรียนการสอน

3. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ บทเรียนสำหรับการเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 4 รายการ คือ การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน เห็นว่า บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เหมาะสำหรับการเรียนการสอน

หลังจากจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยจึงดำเนินการหาประสิทธิภาพของบทเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 60 ข้อ ตรวจสอบหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม 30 ข้อ ที่ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.58 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.83

2. เลือกกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลองแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยการนำนักเรียนที่ได้คะแนนสูงที่สุดมาจับคู่กับนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำที่สุด จับคู่สลับเช่นนี้จนกระทั่งครบจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

3. เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยที่กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 ชั่วโมง โดยที่ชั่วโมงที่ 1 แนะนำและอธิบายกติกการเรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั่วโมงที่ 2 – 15 ทำกิจกรรมบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั่วโมงที่ 16 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบชนิดแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ระยะเวลาในการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 60 นาที

4. หลังจากนักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนครบ 14 ชั่วโมงเรียนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา ชนิดแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ระยะเวลาในการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 60 นาที จากการวัดผลสัมฤทธิ์ข้างต้นปรากฏว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 13.73 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 23.53 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.53 ตามลำดับ

5. ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผล

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลได้ดังนี้

1. บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.57/78.44
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน มาวิเคราะห์โดยใช้ $t-test$ แบบอิสระ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปข้างต้นจะเห็นได้ว่า

1. ด้านการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม MOODLE มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.57/78.44 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ สร้างบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 สอดคล้องกับงานวิจัยของหลายท่าน ดังเช่น ชูลิมาตร บรรณจงส์ (2553: บทคัดย่อ) เรื่องผลการใช้บทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรื่องความน่าจะเป็น วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 84.75/76.11 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 นิสากร เจริญดี (2551) เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีแบบการเรียนต่างกัน โดยใช้บทเรียนบนเว็บ วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนแบบออนไลน์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.58/82.17 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 สิริอร สำราญอินทร์ (2547: บทคัดย่อ)

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์วิชากลศาสตร์ประยุกต์สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ มีประสิทธิภาพ 85.11/82.44 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ประสิทธิภาพของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 77.57/78.44 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 และประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 77.57 ทั้งนี้เนื่องจาก ในการสร้างบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 4 ได้มีการ ศึกษา วางแผน ขั้นตอนและรูปแบบการสร้างตามหลักการสร้างบทเรียนแบบออนไลน์ มีการพิจารณากระบวนการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนการสอน ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ รวมทั้งในบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 4 มีกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน ได้สำรวจ ศึกษา ค้นคว้าอย่างอิสระ มีกิจกรรมแบบฝึกทักษะ แบบฝึกหัดที่ใช้สำหรับทบทวนใคร่ครวญความรู้ การแสดงเหตุผลอย่างสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ และมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งระบบการจัดการเรียนการสอน BUU-LMS ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน จากการสังเกตจากพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมง และความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีความพยายามในการทำกิจกรรมที่กำหนดในบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งมีการแสดงความคิดเห็น มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม เกี่ยวกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหาของกิจกรรมที่กำหนดให้ ซึ่งนำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ก่อให้เกิดการเรียนรู้โดยการนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ จนนักเรียนสามารถสรุปเป็นแนวคิด ความคิดรวบยอด และหลักการในการแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียน มีความสนใจในการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ คอนสตรัคติวิสต์ (Jonassen, 1991) ที่ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสร้างความรู้ อย่างตื่นตัวด้วยตนเองโดยพยายามสร้างความเข้าใจ นอกเหนือเนื้อหาความรู้ที่ได้รับ โดยการสร้างสิ่งอื่นแทนความรู้ (Representation) ขึ้นมา ซึ่งต้องอาศัยการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของตนเอง

ส่วนประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 78.44 ทั้งนี้เนื่องจาก

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ฟังก์ชัน

- แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ได้ผ่านการศึกษา

วางแผนขั้นตอนและรูปแบบการสร้างตามหลักการสร้างแบบทดสอบ มีการพิจารณากระบวนการ

ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนการสอน ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ รวมทั้งมีการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ก่อนที่จะนำมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มีดังนี้

- ดัชนีค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ อยู่ระหว่าง 0.75 – 1 แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เหมาะในการนำไปใช้สำหรับทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ระดับความสามารถของแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาที่ต้องการวัด ซึ่งการทดสอบทำได้โดยพิจารณาจากกราวบนการสร้างแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญในลักษณะนี้ เรียกว่า การหาค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ หรือเรียกว่า การหาค่า IOC ซึ่งแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในระดับดี สามารถนำไปวัดได้ จะต้องมียุทธศาสตร์มากกว่า 0.5 ขึ้นไป

- ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29 – 0.79 แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มีระดับความยากง่ายของแบบทดสอบในระดับที่พอเหมาะ ซึ่งสามารถใช้วัดความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ได้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องมีคุณภาพด้านความยากง่ายระดับที่พอเหมาะ คือ ผู้เรียนมีโอกาสทำข้อสอบในแต่ละข้อ ได้ถูกต้องร้อยละ 50 และทำผิดได้ร้อยละ 50 คือมีสัดส่วนเท่ากับ 0.5 แต่ในการออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีค่าความยากง่ายให้เท่ากับ 0.5 นั้นเป็นเรื่องยากมาก ดังนั้นในทางปฏิบัติข้อสอบที่จึงถือว่าแบบทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 เป็นแบบทดสอบที่มีระดับความยากง่ายที่พอเหมาะ

- ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.58 แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อนออกจากกัน ในระดับดี (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2542) ข้อคำถามที่ดีต้องมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

- ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มีความสม่ำเสมอของผลการวัด และคะแนนที่ได้จากทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน เชื่อถือได้ร้อยละ 83

บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้ ทำให้ได้ประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 78.44 น่าจะมาจากของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอน เรื่อง ฟังก์ชัน ดังนี้

- การเรียนด้วยบทเรียนแบบออนไลน์เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ ทำให้นักเรียนสนใจ สนุกสนานในการทำกิจกรรมในการเรียนรู้
- บทเรียนแบบออนไลน์ เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหรือทบทวนความรู้ได้อย่างอิสระ จนกว่านักเรียนจะพึงพอใจ หรือนักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองเกิดขึ้น
- บทเรียนแบบออนไลน์มีการให้ผลย้อนกลับโดยทันทีทันใด ไม่ต้องรอ นักเรียนได้ทราบในส่วนที่ไม่เข้าใจ และสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้โดยทันที ทำให้ความตึงเครียดและความกดดันในการเรียนรู้ลดลง จึงส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

2. ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากระหว่างเรียนนักเรียนสามารถปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่ม เพื่อนระหว่างกลุ่ม หรือครูผู้สอน แทนจะทันที ในทุกครั้งที่ผู้เรียนเกิดปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ซึ่งในการมีปฏิสัมพันธ์เช่นนี้ก่อให้เกิดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เป็นกัลยาณมิตรภายในห้องเรียน ลดความกดดันในการเรียนรู้ ชุมทพงษ์ ไทขอุปลัมภ์ (2545) กล่าวว่า ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียน และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ รวมทั้งในการเรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีกิจกรรมที่ตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้จึงอนุญาตให้ทำกิจกรรมต่อไปได้ ถ้ายังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนจะต้องกลับไปศึกษาบทเรียนและทำกิจกรรมตรวจสอบความก้าวหน้าใหม่จนกระทั่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีแบบฝึกทักษะให้เรียนสามารถฝึกทักษะ ทบทวนบทเรียนที่เรียนผ่านมาในแต่ละหัวข้ออีกครั้งหนึ่ง และมีกิจกรรมทดสอบความรู้หลังเรียนของแต่ละหัวข้อ ซึ่งการตรวจสอบความก้าวหน้าและการทดสอบแต่ละครั้งมีการให้ผลย้อนกลับทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ได้ทราบจุดที่ไม่เข้าใจ ผู้เรียนสามารถศึกษาหรือทบทวนบทเรียนใหม่เพื่อแก้ไขปรับปรุงที่ไม่เข้าใจ รวมทั้งการเรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นการเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน คือ กลุ่มเก่ง- อ่อน, กลุ่มปานกลาง- ปานกลาง ช่วยเหลือปรึกษาร่วมกันในการทำกิจกรรม และการเรียนแบบออนไลน์เป็นการเรียนที่ไม่จำกัดเวลา สถานที่ และเป็นการเรียนรู้แบบศึกษาด้วยตนเอง จึงช่วยลดปัญหาการเรียนไม่ทันเพื่อน นอกจากนี้บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่สร้างนั้นได้ยึดหลักการออกแบบบทเรียนตามหลักการจัดการเรียนการสอน 9 ขั้นตอนของกาเย่ คือ 1. กระตุ้นหรือ

เร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจกับบทเรียนและเนื้อหาที่จะเรียน (Motivate the Learner) 2. แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงจุดประสงค์ของบทเรียน 3. ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน 4. นำเสนอบทเรียน (Present the Material to be Learned) 5. ชี้แนะทางการเรียนรู้ (Provide Guidance for Learning) 6. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน (Active Involvement) 7. ให้ผลย้อนกลับ (Provide Feedback) 8. ทดสอบความรู้ (Testing) 9. การจำและการนำไปใช้ (Providing Enrichment or Remediation)

จากผลการวิจัยที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของหลายท่าน เช่น นัฐกุล พุทธชาติ (2548: บทคัดย่อ) เรื่อง บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยโปรแกรม MOODLE เรื่อง การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพชรพล เจริญศักดิ์ (2543) ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีของพีทาโกรัสสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จารุณี ฤทธิรักษา (2541) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. Mukti, Razali, Ramli, Zaman, and Ahmad (2005) ได้ศึกษาการเรียนแบบออนไลน์ ผสมกับการเรียนแบบร่วมมือเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางการเรียนของนักเรียน (Hybrid Learning and Online Collaborative Enhance Students' Performance)

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยสังเกตุว่า ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนและทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยที่นักเรียนมีความตั้งใจฟังข้อแนะนำถึงขั้นตอนการใช้บทเรียน ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎ กติกา ในการเรียนด้วยบทเรียนแบบออนไลน์อย่างเคร่งครัด ในระหว่างการทดลองผู้วิจัยพบว่า

1. บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างจึงจะส่งผลให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ เช่น ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในบางครั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่สามารถเชื่อมต่อได้ หรือสัญญาณขาดเป็นระยะจึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้
2. การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในคาบเรียนที่ 8 (15.05 – 16.00 น) ของตารางเรียนปกติ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เนื่องจากคาบเรียนที่ 8 เป็นคาบสุดท้ายของตารางเรียน

ในบางครั้งระหว่างการทดลองนักเรียนรู้สึกว่าย่ำแย่กับการเรียนมาตลอดทั้งวันจึงอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองไม่สูงเท่าที่ควร นอกจากนี้ในระหว่างการเก็บข้อมูลนั้นนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจำเป็นต้องเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียนอยู่หลายครั้ง ดังนั้นระยะเวลาในการทดลองไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้

3. จากข้อเสนอแนะในข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องขยายระยะเวลาในการเก็บข้อมูลออกไปโดยขอความร่วมมือจากนักเรียนมาเรียนเพิ่มเติมนอกตารางเรียน

4. ในการเรียนด้วยบทเรียนแบบออนไลน์ความพร้อมของห้องเรียน เครื่องคอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต้องมีประสิทธิภาพที่ดี และต้องมีความเร็วที่ดี เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายกับการรอการแสดงผลของสื่อการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. จากการวิจัยพบว่าผู้เรียนควรมีทักษะด้านการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยเฉพาะการพิมพ์ที่เป็นสัญลักษณ์พิเศษทางคณิตศาสตร์จากโปรแกรม Microsoft Equation 3.0 หรือ Math Type 5.0 Equation เพื่อความคล่องตัวในการใช้บทเรียนแบบออนไลน์

6. การเรียนด้วยบทเรียนแบบออนไลน์เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบ รักการอ่าน จึงจะสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้

7. ควรมีการศึกษาตัวแปร หรือปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อการเรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน เช่น เจตคติ ความคงทนทางการเรียนรู้ เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

8. จำนวนประชากรที่ผู้วิจัยใช้เพียงแต่นักเรียนในโรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ จำนวน 430 คน โดยการสุ่มตัวอย่างตามวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) จะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 208 คน โดยคำนวณจากสูตรของทาโร ยามานะ (Taro Yamane, 1973 อ้างใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543) แต่ผู้วิจัยไม่สามารถใช้กลุ่มตัวอย่างตามที่ควรจะเป็นได้ เนื่องจากในการเรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต จึงทำให้ไม่สามารถทดลองกับนักเรียนจำนวนมากได้ ดังนั้น เพื่อประสิทธิภาพของบทเรียนจึงควรมีการศึกษาโดยใช้ประชากรในภาคตะวันออก หรือในระดับชาติต่อไป

9. จากผลการทดลองผู้วิจัยพบว่า การเรียนการสอนผ่านระบบการเรียนการสอนออนไลน์ BUU-LMS และมีครู อาจารย์ หรือพี่เลี้ยง คอยให้คำแนะนำระหว่างการเรียนรู้ผ่านบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จึงอาจจะมีการนำวิธีการนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนหัวข้อหรือบทเรียนอื่นในทางคณิตศาสตร์ หรือสาขาวิชาอื่น ๆ ได้