

วิธีคำนวณการวิจัย

วิธีคำนวณการวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์แบบเมทาคา ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรของการวิจัยครั้งนี้ คือ งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่ศึกษาใน ระดับปริญญาโทและระดับปริญญาเอก ที่เกี่ยวกับการ เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา ตั้งแต่ปี พ.ศ.2513 จนถึงปี พ.ศ.2525 จำนวน 12 เล่ม ซึ่งเมื่อจำแนกตามระดับการศึกษาพบว่า มีงานวิจัยในระดับมัธยมศึกษา 8 เล่ม และในระดับอุดมศึกษา 4 เล่ม เมื่อจำแนกตามพิสัยของจำนวนเวลาที่ใช้ในการสอน พบว่า พิสัยของเวลาที่ใช้ในการสอนอยู่ในช่วง 5-14 ชั่วโมงและมีงานวิจัยที่ใช้เวลาในการสอน 5-9 ชั่วโมง จำนวน 3 เล่ม ใช้เวลาในการสอน 10-14 ชั่วโมง จำนวน 9 เล่ม เมื่อจำแนกตามประเภทของบทเรียนโปรแกรม พบว่างานวิจัยที่ใช้บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Programme) 9 เล่ม ใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme) 1 เล่ม และใช้บทเรียนโปรแกรมแบบผสม (Combination Programme) 2 เล่ม เมื่อจำแนกตามการโค่นมาของตัวอย่างประชากร พบว่า มีงานวิจัยที่มีการเลือกตัวอย่างแบบสุ่ม 10 เล่ม แบบเจาะจง 2 เล่ม และเมื่อพิจารณาตามการแบ่งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่า มีงานวิจัยใช้แบบสุ่ม 11 เล่ม ใช้แบบจับคู่ 1 เล่ม (รายละเอียดรายงานในตารางที่ 3) จากงานวิจัยที่เป็นตัวอย่างจำนวน 12 เล่ม มีงานวิจัย 1 เล่มที่ทำการเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งใช้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างชุดกัน ฉะนั้นการคำนวณขนาดของผลมาตรฐานจากงานวิจัย 12 เล่ม จึงทำให้ มีขนาดของผลมาตรฐานจำนวน 13 ค่า

ตารางที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เป็นตัวอย่างประชากร

	ลักษณะของ บทเรียนโปรแกรม	จำนวนกรอบ ของบทเรียน โปรแกรม	เวลาที่ใช้ ในการสอน ทั้งหมด(ชม.)	บุคชาภาพของ ผู้ควบคุม กลุ่มทดลอง	ปีที่ทำการ ทดลอง	การโคมาของ ตัวอย่างประ ชากร	การแบ่งกลุ่ม ควบคุมและ กลุ่มทดลอง
ปรีปติ ฉิมแจ่ม	แบบเส้นตรง	179	12	ชาย เหลือง	2518	สุ่ม	สุ่ม
สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ	แบบเส้นตรง	408	9	ชาย เหลือง	2518	สุ่ม	สุ่ม
พลรัตน์ ลักษณ์นิยนาวิน	แบบเส้นตรง	259	5	ชาย เหลือง	2513	สุ่ม	จับคู่
วิศดา ศิริเสวีวรรณ	แบบเส้นตรง	167	9	ชาย เหลือง	2518	สุ่ม	สุ่ม
สุพจน์ ไชยสังข์	แบบผสม	232	10	ชาย เหลือง	2519	สุ่ม	สุ่ม
วิวรรณ วชิราภิชาดิ	แบบเส้นตรง	246	12	ชาย เหลือง	2519	สุ่ม	สุ่ม
มานะ เอกจริยวงศ์	แบบเส้นตรง	346	11	ชาย เหลือง	2520	สุ่ม	สุ่ม
รุจิร ภูสาระ	แบบเส้นตรง	425	10	ชาย เหลือง	2522	เจาะจง	สุ่ม
ปรีชา เถาว์เย็นผล	แบบผสม	285	14	ชาย เหลือง	2521	เจาะจง	สุ่ม
สมพงษ์ ธรรมพวงษา	แบบเส้นตรง	201	10	ไม่ชาย เหลือง	2518	สุ่ม	สุ่ม
มานพ ชัยศิริเรณ	แบบเส้นตรง	329	10	ไม่ชาย เหลือง	2519	สุ่ม	สุ่ม
เอื้อน ปิ่นเงิน	แบบสาขา	180	10	ชาย เหลือง	2518	สุ่ม	สุ่ม



ตัวแปรที่ศึกษา

1. ระดับการศึกษา ซึ่งมี 2 ระดับ คือ

1.1 ระดับมัธยมศึกษา

1.2 ระดับอุดมศึกษา

2. ผลของความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยในการ เรียนวิชา คณิตศาสตร์ที่เป็นผลจากการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติที่อยู่ในรูป ของแผนการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท คือ แบบสรุป ลักษณะรายละเอียดงานวิจัย และแบบวิเคราะห์งานวิจัย โดยแต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบสรุปลักษณะรายละเอียดงานวิจัย

เป็นแบบที่ใช้สำหรับลงรายละเอียดต่างๆของงานวิจัยแต่ละเล่มจึงประกอบด้วยรายการต่างๆที่จำแนกตามลักษณะเนื้อหาสาระ (Substantive Characteristics) และจำแนกตามลักษณะของวิธีวิจัย (Methodological Characteristics) ดังนี้

1.1 รายการที่จำแนกตามลักษณะเนื้อหา ได้แก่ ประเภทของ บทเรียนโปรแกรม จำนวนบทเรียนของบทเรียนโปรแกรม ลักษณะการตอบสนอง ของผู้เรียน บทบาทของผู้ควบคุมกลุ่มทดลองในการใช้บทเรียนโปรแกรม เนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทดลอง และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง

1.2 รายการที่จำแนกตามลักษณะของวิธีวิจัย ได้แก่ ปีที่ทำการทดลอง ระดับการศึกษาของผู้เรียน ตัวแปรที่ศึกษา ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ประชากร การโตมาของตัวอย่างประชากร การแบ่งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ลักษณะ ของผู้ควบคุมกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การควบคุมตัวแปร เก็บ แบบการทดลอง ที่ใช้ และการใช้สถิติในการวิเคราะห์

2. แบบวิเคราะห์งานวิจัย

สร้างเป็นตารางซึ่งมีรายการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาขนาดของ
ผลมาตรฐานของงานวิจัยแต่ละเรื่อง ได้แก่ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มควบคุมขนาด
ตัวอย่างของกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลการทดลองของกลุ่มทดลองและ
ของกลุ่มควบคุม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดลองของกลุ่มทดลองและ
ของกลุ่มควบคุม ค่าสถิติทดสอบ

แบบสรุปลักษณะรายละเอียดงานวิจัย และแบบวิเคราะห์งานวิจัยที่ใช้
ในการวิจัยนี้ ปรากฏอยู่ในภาคผนวก ข.

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม
และการเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับ
การสอนตามปกติ และเอกสารที่รายงานการวิจัยด้านการวิเคราะห์แบบเมตาดา
แล้วคัดเลือกเนื้อหาที่เป็นลักษณะเฉพาะที่เป็นลักษณะเด่นที่จะนำไปสู่ปัญหาของการ
วิจัย และในลักษณะที่เป็นระเบียบวิธีวิจัยไว้

2. นำลักษณะที่เลือกตามข้อ 1. มาสร้างเป็นตารางสรุปลักษณะ
รายละเอียดงานวิจัย และแบบวิเคราะห์งานวิจัย

3. นำตารางสรุปลักษณะรายละเอียดงานวิจัย และแบบวิเคราะห์
งานวิจัยในรูปทรงตาราง จำนวน 6 หน้า (รายชื่อตามภาคผนวก ก.) ซึ่งเป็นผู้
ที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมและวิธีวิเคราะห์แบบเมตาดา
ทำการตรวจสอบความครอบคลุม ถูกต้องของลักษณะบทเรียนโปรแกรมและการ
เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับการสอน
ตามปกติ และความครอบคลุมของลักษณะรายละเอียดวิธีวิจัยเชิงทดลอง

4. ทำการปรับปรุงตารางสรุปลักษณะรายละเอียดงานวิจัยและแบบ
วิเคราะห์การวิจัย จากข้อ 3.

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แหล่งข้อมูล สืบหาและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบ

เทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ จากรายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ และเอกสารประมวลงานวิจัยของ อาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาจากห้องสมุดสองหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องกับการ ศึกษาและสถาบันอุดมศึกษาที่มีหลักสูตรมหาวิทยาลัยศึกษาดังกล่าวทุกแห่ง ดังต่อไปนี้

- 1.1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 1.2 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- 1.3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 1.4 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 1.5 มหาวิทยาลัยศิลปากร
- 1.6 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 1.7 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 1.8 กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
- 1.9 ฝ่ายสถิติพื้นฐาน กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา กระทรวง ศึกษาธิการ
- 1.10 ฝ่ายสถิติพื้นฐาน กองแผนงาน กรมการฝึกหัดครู กระทรวง ศึกษาธิการ
- 1.11 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

2. การคัดเลือกงานวิจัย หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลจากแหล่ง ข้อมูลต่างๆปรากฏว่า มีงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2 เรื่อง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 เรื่อง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 เรื่อง จาก ฝ่ายสถิติพื้นฐาน กองแผนงาน กรมฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการอีก 5 เรื่อง แต่ละเรื่อง เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติในระดับมัธยมศึกษา และระดับ อุดมศึกษา เมื่อตรวจสอบพบว่า งานวิจัยจากฝ่ายสถิติพื้นฐาน กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 5 เรื่องนั้น เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องที่รวบรวมจาก มหาวิทยาลัยต่างๆจึงเหลืองานวิจัยที่น่าวิเคราะห์จำนวน 16 เรื่อง และ นำงานวิจัยนี้มาคัดเลือกความเหมาะสมที่พึงไว้ 4 ข้อ คือ

- (1) เป็นงานวิจัยที่มีตัวแปรตามเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- (2) การสอนตามปกติต้องเป็นการสอนในชั้นเรียนที่มีครูสอนตามปกติ เช่น สอนด้วยการบรรยาย การอภิปราย หรือการจัดทำโครงงาน
- (3) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง
- (4) มีรายงานค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง และของกลุ่มควบคุม เช่น เบื้องต้น แนวมาตรฐานของกลุ่มทดลองและของกลุ่มควบคุม และรายงานขนาดตัวอย่างของกลุ่มควบคุมและของกลุ่มทดลอง

ผลการวิเคราะห์งานวิจัยทั้ง 16 เรื่อง รายงานในตารางที่ 4 ซึ่งพบว่า รายงานวิจัยที่มีคุณสมบัติครบตามเกณฑ์ทั้ง 4 ข้อ มีทั้งสิ้น 12 เรื่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 รายงานการวิจัยและผลการวิเคราะห์รายงานการวิจัยตาม เกณฑ์
คัดเลือก 4 ข้อ

เลขที่ในการคัดเลือก รายงานการวิจัย	ตัวแปรตาม เป็นผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	การออกแบบที่ ตาม เกณฑ์ ที่กำหนด	เป็นงาน วิจัยเชิง ทดลอง	มีข้อมูลเพียงพอที่จะหาผล มาตรฐานได้
1. ศรีวิชา เนาว์ เป็ญตะ	+	+	+	+
2. ศรีรัตน์ ธิมแจ่ม	+	+	+	+
3. สยามางค์ พรหมเวริญ	+	+	+	+
4. พลรัตน์ สักขอนันนาวัน	+	+	+	+
5. วิภาดา กิติเสวีวรรณ	+	+	+	+
6. สุลักษณ์ ไชยสังข์	+	+	+	+
7. วิภาวรรณ วณิชชาวิชาติ	+	+	+	+
8. ศศิมพงษ์ ธรรมพงษ์	+	+	+	+
9. สมานพ จัยศิริเรศ	+	+	+	+
10. * เลื่อน ปิ่นเงิน	+	+	+	+
11. สมานะ เอกจริยวงค์	+	+	+	+
12. ศรีจิร ภูสาระ	+	+	+	+
13. ชารี อังกนิสร	+	-	+	+
14. เทอดศักดิ์ จันทร์อรุณ	+	+	-	+
15. วณิดา ภาวนารตนุรักษ์	+	-	+	+
16. สุทิน เชื้อโชติ	+	-	+	+

- + หมายถึง มีคุณสมบัติครบตาม เกณฑ์
 - หมายถึง ไม่มีคุณสมบัติครบตาม เกณฑ์
 * หมายถึง งานวิจัยที่เลือกไว้ เป็นตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

3. วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล นำแบบสรุปลักษณะรายละเอียดของงานวิจัยและแบบวิเคราะห์งานวิจัยไปวิเคราะห์แล้วคัดลอกจากงานวิจัยแต่ละเล่มที่เลือกไว้เป็นตัวอย่างในการศึกษารั้งนี้ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ เพื่อหาที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้มีวิเคราะห์และคัดลอกข้อมูลจากงานวิจัย 2 เล่มแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล แล้วผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ และคัดลอกรายละเอียดที่กำหนดในแบบสรุปลักษณะรายละเอียดงานวิจัยและแบบวิเคราะห์งานวิจัยที่เป็นเรื่องข้อในการ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทุกเรื่องทุกเล่ม เมื่อเก็บข้อมูลครบทุกเล่มแล้วผู้วิจัยได้ทิ้งเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วเริ่มทำการวิเคราะห์และคัดลอกข้อมูลซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่เกิดจากทั้งสองครั้งมาตรวจสอบกัน ถ้าส่วนใดซ้ำกันก็ทำการวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งปรากฏว่ามีความซ้ำกันในเรื่องปีที่ทำการทดลองเพียง 1 เล่มเท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากงานวิจัยที่เป็นตัวอย่างในการศึกษารั้งนี้มีจำนวนน้อยและยังไม่แน่ชัดฐานแน่ชัดว่า การกระจายของประชากรของขนาดมาตรฐาน เป็นแบบปกติหรือไม่ ฉะนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในผลการวิจัยนี้จึง ใช้สถิติทดสอบแบบผันพาราเมตริก หรือสถิติทดสอบแบบนอกระบบคิสควีรี่กันฟรี ซึ่งมีค่าข้อกำหนดเกี่ยวกับลักษณะการกระจายของประชากร

การเลือกวิธีคำนวณขนาดของขนาดมาตรฐาน

การเลือกวิธีคำนวณขนาดของขนาดมาตรฐานให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญในการวิเคราะห์แบบเมพทา เพื่อเป็นการสนใจเห็นประจักษ์ว่าในการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การสอนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบปกติในการวิจัยนี้ เมื่อได้วิธีคำนวณขนาดของขนาดมาตรฐานต่างกันจะทำให้ผลการสังเคราะห์ที่ต่างกันหรือไม่ จึงได้ทำการทดสอบความแตกต่างของผลการสังเคราะห์ซึ่งเกิดจากการได้วิธีคำนวณขนาดของขนาดมาตรฐานต่างกัน 3 วิธี คือ วิธี 1, (ใช้ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานของกลุ่มควบคุม (S_C)) วิธี δ_1 (ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S_p ซึ่ง $S_p = \sqrt{[(n_E-1)S_E^2 + (n_C-1)S_C^2] / (n_E+n_C-2)}$ และวิธี δ_2 (ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S_H ซึ่ง $S_H = \sqrt{S_E^2/n_E + S_C^2/n_C}$))

ความวิธีการทดสอบของ ฟริคแมน (Friedman) ซึ่งเหมาะสมสำหรับกรณีนี้ เนื่องจากตัวอย่างที่จะเปรียบเทียบเพียง 3 วิธีนั้นไม่เป็นอิสระต่อกัน การทดสอบโดยนัยผลการวิจัยสองงานวิจัยแต่ละเล่มมาจัดกระทำดังนี้

1. กำหนดขนาดของผลมาตรฐานของงานวิจัยในแต่ละเงื่อนไข 3 วิธี คือ วิธี δ_1 , δ_2 และ δ_3
2. นำขนาดของผลมาตรฐานที่คำนวณได้แต่ละเงื่อนไขจัดอันดับแล้ว นำมาคำนวณสถิติทดสอบความสุทธดังต่อไปนี้

$$\chi^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum R_j^2 - 3n(k+1)$$

โดยที่ n แทน จำนวนตัวอย่าง ซึ่งในงานวิจัยนี้ เท่ากับ 15

k แทน จำนวนวิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐาน คือ 3

R_j แทน ผลรวมของอันดับของวิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐานที่

χ^2 แทน สถิติทดสอบแบบไคสแควร์

สถิติทดสอบ χ^2 นี้มีการกระจายแบบไคสแควร์ที่ขึ้นแห่งความ เป็นอิสระ $k-1$ ซึ่งในการวิจัยนี้ เป็น 2 (Marascuilo, L.A. and McSweeney, H., 369)

3. เมื่อผลการทดสอบในข้อ 2 มีนัยสำคัญก็ให้ทำการทดสอบภายหลัง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการใช้วิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐานเป็นรายคู่

ผลการทดสอบพบว่า ค่า χ^2 ที่คำนวณได้ เท่ากับ 19.53 มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตที่เบ็ดได้จากตารางไคสแควร์ ($\chi^2_{2, .95} = 5.99$) จึงสรุปได้ว่า วิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐานต่างกันคือ δ_1 , δ_2 และ δ_3 ในผลสรุปของการสังเคราะห์ควรกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการทดสอบภายหลัง เป็นรายคู่ ซึ่งรายงานในตารางที่ 5



ตารางที่ 5 ขนาดและผลของการทดสอบความแตกต่าง เป็นรายคู่ของผล
มาตรฐาน เมื่อใช้วิธีคำนวณต่างกัน

วิธีคำนวณ	T_1	T_2	T_3
วิธี 1	-	.07	1.47*
วิธี 2	-	-	1.54
วิธี 3	-	-	-

* $p < .05$

วิธี คือ ค่าเฉลี่ยของอันดับของวิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐาน พบว่า ผลสรุปของการสังเกต เพราะผลมาตรฐานที่ใช้วิธีคำนวณวิธี 1, ซึ่งใช้ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของความควบคุม และวิธี 2, ซึ่งใช้ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน รวม (S_p) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ยล ผลสรุปของการสังเกต เพราะผลมาตรฐานที่ใช้วิธี 3, ซึ่งใช้ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน แตกต่างจากการคำนวณด้วยวิธี 1, และ 2, อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เนื่องจากข้อสังเกตข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การใช้วิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐาน ที่ต่างกันให้ผลสรุปต่างกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์แบบเมเพลา ผู้วิจัยควรให้ความ สนใจในการตรวจสอบความถูกต้องของผลทดลองเบื้องต้นของสถิติที่ใช้ให้ เพื่อ ผนการวิเคราะห์โดยใช้ผลมาตรฐานจะได้มีความถูกต้องและเหมาะสม สำหรับ กรณีที่จะเลือกใช้วิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐานด้วยวิธี 1, 2 และ 3 นั้นขอ ตกลงเบื้องต้นที่ตกลงตรวจสอบ คือ ขอตกลง เบื้องต้นของความ เป็น เอกพันธ์ของ ความแปรปรวน ซึ่งวิธีหนึ่งในการตรวจสอบ ทำได้ดังนี้

1. ทดสอบความเป็นไปได้อของข้อตกลงเบื้องต้นความ เป็น เอกพันธ์ ของความแปรปรวนของผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุมและของ กลุ่ม ทดลองของงานวิจัยแต่ละ เรื่องโดยใช้สถิติ F_{max} ที่เสนอโดย ฮาร์ตลีย์ (Hartley, 1940) การทดสอบนี้เพื่อจะประกอบการศึกษาว่าควร จะใช้วิธีคำนวณขนาดของผลมาตรฐานแบบใดในการสังเกต เพราะเหตุของ ไลบ์ใช้ วิธีวิเคราะห์แบบเมเพลา

$$F_{\max} = \frac{\text{ความแปรปรวนที่มีค่ามากที่สุด}}{\text{ความแปรปรวนที่มีค่าน้อยสุด}}$$

ในแบบการวิจัยที่ศึกษานี้ ชั้นแห่งความเป็นอิสระของการกระจายของสถิติ F_{\max} เป็น 2 และ $n-1$ เมื่อ n เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

2. เพื่อวัดปริมาณขนาดของผลมาครฐานที่เหมาะสมกับลักษณะประชากรที่ศึกษา โดยยึดตามข้อตกลงของการคำนวณขนาดของผลมาครฐานแต่ละวิธี คือ ถ้าการทดสอบ F_{\max} มีนัยสำคัญทางสถิติ (หมายความว่า ความแปรปรวนของประชากรของกลุ่มควบคุมและของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน) จะคำนวณขนาดของผลมาครฐานควยวิธี n_1 ซึ่งใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาครฐาน S_1 ถ้าการทดสอบควย F_{\max} ไม่นัยสำคัญทางสถิติ (หมายความว่า ความแปรปรวนของประชากรของกลุ่มควบคุมและของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน) จะคำนวณขนาดของผลมาครฐานควยวิธี n_2 ซึ่งใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาครฐานรวม (S_p) หรือจะใช้การคำนวณวิธี n_1 ซึ่งใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาครฐานของกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการทดสอบรายงานในตารางที่ 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ขนาดของตัวอย่าง ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม ความแปรปรวน
ของกรุ่มทดลอง และผลการทดสอบความ เป็ยเหตุต้นตอของความ
แปรปรวน คอบ F_{max}

งานวิจัย	n	S_C^2	S_E^2	F_{max}
1 ยี่ปี่ตี ลมแจ่ม	40	12.250	17.830	1.455
2 สมวงม หวีพญ เจริญ	35	91.96	107.99	1.080
3 พอลิโคน ลักมศึกษาวัน	30	32.832	21.252	1.544
4 พอลิโคน ลักมศึกษาวัน	30	12.320	22.752	1.846
5 วิบคา กิรีเสวีวรต	40	53.144	28.515	1.863
6 สุลจน ไชยสังค	35	24.67	20.75	1.188
7 วิวรรจน วลีตภาศาติ	40	31.79	40.14	1.262
8 มานะ เดกจวิยวงค	60	31.764	28.259	1.124
9 รุจิรี กุสาระ	30	45.705	53.512	1.170
10 ปรีชา เนาว เป็นต	26	48.666	77.553	1.614
11 สมพงษ์ ธรรมพงษา	35	35.063	75.492	2.153
12 มานพ ลัยคิเรก	30	52.02	27.15	1.916
13 เชื้อม ปันเงิน	35	37.49	27.25	1.375

* $p < .05$

S_C^2 คือ ความแปรปรวนของกรุ่มควบคุม

S_E^2 คือ ความแปรปรวนของกรุ่มทดลอง

จากตารางที่ 6 เห็นว่า มีรายงานการวิจัย จำนวน 12 งานที่ความ
แปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกรุ่มควบคุมไม่ต่างกับ
ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกรุ่มทดลองที่ระดับ
นัยสำคัญ .05 และมีรายงานการวิจัย 1 งาน ที่ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์
ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกรุ่มควบคุมกับกรุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อตกลงของวิธีคำนวณขนาดของผลสมการฐาน คือถ้าความแปรปรวนของคะแนนในประชากรของกลุ่มควบคุมและของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน ควรใช้วิธี \bar{D}_2 (ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม) หรือจะใช้วิธี \bar{D}_1 (ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม) ก็ได้ ถ้ามีความแปรปรวนต่างกัน ควรใช้วิธี \bar{D}_3 ซึ่งใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S_H เนื่องจากงานวิจัยที่เป็นตัวอย่างในครั้งนี้มี งานที่มีความแปรปรวนในประชากรของกลุ่มควบคุมและของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน (หรือคิดเป็น 7.23% ของจำนวนงาน) ผู้วิจัยจึง เลือกใช้วิธีคำนวณขนาดของผลสมการฐานวิธี \bar{D}_1 (ซึ่งใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม) ในการที่จะนำผลสมการฐานมาวิเคราะห์หาข้อสรุปของผลการ เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

การทดสอบสมมติฐาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยซึ่งได้นำมากำหนดเป็นสมมติฐานการวิจัย 3 ข้อ คือ

- สมมติฐานที่ 1 ขนาดของความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมกับ เมื่อสอนตามปกติของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาและในระดับอุดมศึกษาแตกต่างกัน
- สมมติฐานที่ 2 ในระดับมัธยมศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนโดยการสอนแบบโปรแกรมสูงกว่านักเรียนที่ได้เรียนโดยการสอนตามปกติ
- สมมติฐานที่ 3 ในระดับอุดมศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนโดยการสอน แบบโปรแกรมสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามปกติ

ไต่หาการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. นำผลสมการฐานที่คำนวณโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม(ที่เลือกไว้)มาแยก เป็นระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา
2. เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ไต่หาการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติในระดับมัธยมศึกษา กับในระดับอุดมศึกษาโดยใช้วิธีการทดสอบ

ของแมน วิทเนย์ (Mann - Whitney U-Test) ค่าตัวเลขสถิติทดสอบตามสูตร
ต่อไปนี้

$$U = \text{minimum} \left[\begin{array}{l} U_1 = n_1 n_2 + n_1 (n_1 + 1) / 2 - T_1 \\ U_2 = n_1 n_2 + n_2 (n_2 + 1) / 2 - T_2 \end{array} \right]$$

- เมื่อ U แทน ค่าสถิติทดสอบ
- n_1 แทน จำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่มีน้อยกว่า
- n_2 แทน จำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่มีมากกว่า
- T_1 แทน ผลรวมของอันดับในกลุ่มที่มีน้อยกว่า
- T_2 แทน ผลรวมของอันดับในกลุ่มที่มีมากกว่า

(Marascuilo, L.A. and Ncsweeney, M. 267-273)

3. เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรม
 กับการสอนตามปกติในแตละระดับการศึกษา โดยใช้การทดสอบแบบไบนอมิเยล
 (Binomial Test) โดยแยกค่าของผลมาตรฐานออกเป็น 2 ค่า คือค่าบวก (\bar{X})
 หมายถึง การสอนด้วยวิธีแบบโปรแกรมให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 สูงกว่าการสอนแบบปกติค่าของผลมาตรฐานที่ไม่เป็นบวก (\bar{X}) หมายถึงการ
 สอนด้วยวิธีแบบโปรแกรมให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่าการ
 สอนแบบปกติ ดังนั้นในการทดสอบสมมติฐานที่ 2 และ ที่ 3 สมมติฐานสูงในการ
 ทดสอบ คือ $H_0: P(A) \leq 1/2$ และสมมติฐานอื่น $H_1: P(A) > 1/2$
 การทดสอบนี้ใช้สถิติทดสอบแบบไบนอมิเยล ที่โอกาสในการเกิดผลที่ต้องการ เท่า
 กับ 1/2 ทั้งค่าบวกความน่าจะเป็นจากสูตร

$$P(x=r) = C_{n,r} p^r (1-p)^{n-r}$$

- เมื่อ n แทน จำนวนของงานวิจัยในระดับที่ศึกษา
- r แทน จำนวนของงานวิจัยในระดับที่ศึกษาที่ได้ผลมาตรฐาน
มีค่าเป็นบวก
- p แทน ความน่าจะเป็นของผลมาตรฐานค่าใดค่าหนึ่ง
ที่จะเป็นบวก ซึ่งเท่ากับ 1/2