

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ ซึ่งมีสมมติฐานการวิจัยว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองแตกต่างกัน

ในบทนี้ เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานผู้วิจัยใช้สถิติทดสอบ t-test การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมหลายตัวแปร(MANCOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
S.D.	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	หมายถึง	จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
S.O.V.	หมายถึง	Source of variation คือแหล่งความแปรปรวน
D.V.	หมายถึง	Dependent variable คือ ตัวแปรอิสระ
SS	หมายถึง	Sum of Square ผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
df	หมายถึง	Degree of freedom ชั้นแห่งความอิสระ
MS	หมายถึง	Mean square คือ ค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง
Sig	หมายถึง	ความน่าจะเป็นที่สมมติฐานทางสถิติจะเป็นจริง

ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลอง ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดปรากฏผลดังแสดงในตาราง 5 - 7

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

กลุ่มทดลอง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
4 MAT	6.716	3.597	15.021	4.387
4 MAT + TAI	11.315	4.641	18.794	1.657
แบบปกติ	6.662	3.705	14.323	3.312

จากตาราง 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เท่ากับ 6.716 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร

การเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI เท่ากับ 11.315 และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เท่ากับ 6.662 หลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เท่ากับ 15.021 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI เท่ากับ 18.794 และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เท่ากับ 14.323 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

กลุ่มทดลอง	ความคิดสร้างสรรค์			
	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
4 MAT	24.690	7.080	29.361	7.160
4 MAT + TAI	29.362	8.193	37.313	4.686
แบบปกติ	29.391	7.962	35.414	9.922

จากตาราง 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เท่ากับ 24.690 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI เท่ากับ 29.362 และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ 29.391 หลังทดลองกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เท่ากับ 29.361 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI เท่ากับ 37.313 และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ 35.414 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนปลายภาคก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

กลุ่มทดลอง	คะแนนสอบปลายภาค ก่อนทดลอง	
	\bar{X}	S.D.
4 MAT	24.602	5.056
4 MAT + TAI	32.741	4.305
แบบปกติ	27.547	4.413

จากตาราง 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนปลายภาคก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เท่ากับ 24.602 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI เท่ากับ 32.741 และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ 27.547 ค่าเฉลี่ยของคะแนนปลายภาคก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI สูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ
ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8 - 9

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

กลุ่มทดลอง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์				t	Sig
	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
4 MAT	6.716	3.597	15.021	4.387	-14.250	.000
4 MAT + TAI	11.315	4.641	18.794	1.657	-10.865	.000
แบบปกติ	6.662	3.705	14.323	1.312	-15.369	.000

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.716 และ 15.021 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test ปรากฏว่า ค่า t = -14.250 Sig of t มีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.315 และ 18.794 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันโดยใช้สถิติ t-test ค่า t = -10.865 Sig of t มีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.662 และ 14.323 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันโดยใช้สถิติ t-test ปรากฏว่าค่า t = -15.369

Sig of t มีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

กลุ่มทดลอง	ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์				t	Sig
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
4 MAT	24.690	7.080	29.361	7.160	-5.245	.000
4 MAT + TAI	29.362	8.193	37.313	4.686	-7.253	.000
แบบปกติ	29.391	7.962	35.414	9.222	-4.753	.000

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 24.690 และ 29.361 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test ปรากฏว่า $t = -5.245$ Sig of t มีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.362 และ 37.313 ตามลำดับเมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test ปรากฏว่า $t = -7.253$ Sig of t มีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.391 และ 35.414 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test ปรากฏว่าค่า $t = -4.753$ Sig of t มีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่าคะแนน

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปรซึ่งจะทดสอบความเหมือนของเมทริกซ์ ค่าแปรปรวนร่วมด้วยวิธี Box's Tests และหาค่าปฏิเสธัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลอง รายละเอียดการวิเคราะห์ดังปรากฏในตาราง 10 - 11

ตาราง 10 การทดสอบความเหมือนของเมทริกซ์ค่าแปรปรวนร่วมตามวิธีของบ็อกซ์ก่อนทดลอง

รายการ	ค่า
Box's M	5.259
F	.855
df 1	6
df 2	343974.7
Sig	.527

จากตาราง 10 พบว่าเมทริกซ์ค่าแปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองไม่แตกต่างกัน โดยมีค่า Sig = .527 ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร

ตาราง 11 ค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปลายภาคก่อนทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนทดลอง

S.O.V.	D.V.	SS.	df	MS	F	Sig
Corrected	ผลสัมฤทธิ์	1070.238	5	214.048	17.806	.000
	ความคิดสร้างสรรค์	959.788	5	191.958	3.281	.008
	ผลสัมฤทธิ์	35.036	1	35.036	2.914	.090
	ความคิดสร้างสรรค์	1075.040	1	1075.040	18.376	.000
Intercept	ผลสัมฤทธิ์	68.529	2	34.265	2.850	.062
	ความคิดสร้างสรรค์	145.923	2	72.962	1.247	.291
คะแนนปลายภาค	ผลสัมฤทธิ์	397.115	1	397.115	33.034	.000
ก่อนทดลอง	ความคิดสร้างสรรค์	176.487	1	176.487	3.017	.085
กลุ่มทดลอง*	ผลสัมฤทธิ์	100.108	2	50.054	4.164	.018
คะแนนปลายภาค	ความคิดสร้างสรรค์	236.451	2	118.225	2.021	.137
ก่อนทดลอง						
Error	ผลสัมฤทธิ์	1394.483	116	12.021		
	ความคิดสร้างสรรค์	6786.319	116	58.503		
Total	ผลสัมฤทธิ์	10596.000	122			
	ความคิดสร้างสรรค์	101777.000	122			
Corrected total	ผลสัมฤทธิ์	2464.721	121			
	ความคิดสร้างสรรค์	7746.107	121			

จากตาราง 11 พบว่าค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองมีค่า $F = 4.164$ ค่า Sig of $F = .018$ ซึ่งมีค่ามากกว่า .01 แสดงว่าคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลอง และค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองมีค่า $F = 2.021$ ค่า Sig of $F = .137$ ซึ่งมีค่ามากกว่า .01 แสดงว่า คะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลอง ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ก่อนทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสามารถนำคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองไปเป็นตัวแปรร่วมได้

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมหลายตัวแปรของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองโดยมีคะแนนปลายภาคก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม

S.O.V.	D.V.	SS.	df	MS	F	Sig
Corrected	ผลสัมฤทธิ์	790.130	3	323.577	25.531	.000
	ความคิดสร้างสรรค์	723.337	3	241.112	4.051	.009
Intercept	ผลสัมฤทธิ์	29.017	1	29.017	2.291	.133
	ความคิดสร้างสรรค์	1449.230	1	1449.230	24.351	.000
คะแนนปลายภาค	ผลสัมฤทธิ์	403.507	1	403.507	31.857	.000
ก่อนทดลอง	ความคิดสร้างสรรค์	118.937	1	118.937	1.998	.160
กลุ่ม	ผลสัมฤทธิ์	113.244	2	56.622	4.470	.013
	ความคิดสร้างสรรค์	321.181	2	160.591	2.698	.071
Error	ผลสัมฤทธิ์	1494.592	118	12.666		
	ความคิดสร้างสรรค์	7022.770	118	59.515		
Total	ผลสัมฤทธิ์	10596.000	122			
	ความคิดสร้างสรรค์	101777.000	122			
Corrected	ผลสัมฤทธิ์	2464.721	121			
	ความคิดสร้างสรรค์	7746.107	121			

จากตาราง 12 พบว่า คะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนทดลองโดยมีค่า $F = 31.857$ ค่า Sig of F มีค่าน้อยกว่า .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลอง มีค่า $F = 4.470$ ค่า Sig of F = .013 ซึ่งมีค่ามากกว่า .01 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลอง

มีค่า $F = 2.698$ ค่า Sig of $F = .071$ ซึ่งมีค่ามากกว่า .01 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จึงไม่นำไปใช้ในการวิเคราะห์หลังทดลอง

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคTAI และแบบปกติ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมหลายตัวแปรและทดสอบความเหมือนของเมทริกซ์ ค่าแปรปรวนร่วมด้วยวิธี Box's tests รายละเอียดดังตาราง 13

ตาราง 13 การทดสอบความเหมือนของเมทริกซ์ค่าแปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

รายการ	ค่า
Box's M	50.067
F	8.142
df 1	6
df 2	343974.7
Sig	.000

จากตาราง 13 พบว่า เมทริกซ์ค่าแปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทั้งสามแตกต่างกัน จึงไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมหลายตัวแปร ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ความ

แปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองจำแนกรายกลุ่มโดยใช้ Levene's tests ผลปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

ค่าสถิติ Levene	F	df 1	df 2	Sig
ผลสัมฤทธิ์	6.241	2	119	.003
ความคิดสร้างสรรค์	3.630	2	119	.030

จากตาราง 14 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังทดลอง มีค่า $F = 6.241$ ค่า Sig of $F = .003$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่าค่าความแปรปรวนอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันซึ่งไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ด้วยวิธี Welch Anova ผลปรากฏดังตาราง 15 ส่วนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่า $F = 3.630$ ค่า Sig of $F = .030$ ซึ่งมีค่ามากกว่า .01 แสดงว่าความแปรปรวนของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผู้วิจัยใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้คะแนนปลายภาคก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม ดังตาราง 17

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Welch ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักร
การเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

รายการ	ค่า
Welch	37.141
df 1	2
df 2	69.736
Sig	.000

จากตาราง 15 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่า Sig น้อยกว่า .01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่โดยใช้วิธีของ Games – Howell ดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลัง
ทดลองโดยใช้วิธีของ Games – Howell

กลุ่ม	n	\bar{X}	4 MAT	4 MAT+TAI	ปกติ
			-	-	-
4 MAT	42	15.02			
4 MAT+TAI	39	18.79	*	-	-
ปกติ	41	14.32	-	*	-

จากตาราง 16 สรุปว่า กลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ และกลุ่มปกติ โดยที่กลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และแบบปกติ

ตาราง 17 การวิเคราะห์ค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
หลังทดลองกับคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลอง

S.O.V.	SS.	df	MS	F	Sig
Corrected Model	1455.162	5	291.032	5.362	.000
Intercept	2863.773	1	2863.773	52.761	.000
กลุ่มทดลอง	7.804	2	3.902	.072	.931
คะแนนปลายภาคก่อนทดลอง	15.362	1	15.362	.283	.596
กลุ่มทดลอง * คะแนนปลายภาค	31.219	2	15.610	.288	.751
Error	6296.313	116	54.279		
Total	148240.000	122			
Corrected total	7751.475	121			

จากตาราง 17 พบว่า ค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองกับคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลอง มีค่า $F = .288$ ค่า Sig of $F = .751$ ซึ่งมีค่ามากกว่า .01 แสดงว่า คะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองไม่มีปฏิสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสามารถนำคะแนนสอบปลายภาคก่อนทดลองไปใช้เป็นตัวแปรร่วมได้

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
 คณิตศาสตร์หลังทดลองของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติ

S.O.V.	SS.	df	MS	F	Sig
Corrected Model	1423.943	3	474.648	8.852	.000
Intercept	3199.726	1	3199.726	59.671	.000
คะแนนปลายภาคก่อนทดลอง	10.369	1	10.369	.193	.661
กลุ่มทดลอง	912.446	2	456.223	8.508	.000
Error	6327.532	118	53.623		
Total	148240.000	122			
Corrected total	7751.475	121			

จากตาราง 18 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความสามารถในการคิด
 สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลอง มีค่า $F = 8.508$ ค่า Sig of F มีค่าน้อยกว่า .01 แสดงว่า
 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่
 ระดับ .01

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์หลังทดลอง โดยใช้วิธีของ Scheffe

กลุ่ม	n	\bar{X}	4 MAT	4 MAT+TAI	ปกติ
4 MAT	42	29.361	-	-	-
4 MAT+TAI	39	37.313	*	-	-
ปกติ	41	35.414	*	-	-

จากตาราง 19 พบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI และแบบปกติมีความแตกต่างกันโดยที่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และแบบปกติไม่แตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค TAI กับแบบปกติไม่แตกต่างกัน