

### บทที่ 3

#### ผลการวิจัย

การเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยจะเสนอเป็นลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานจากผลการทดลอง ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสถิติพื้นฐานในข้อ 1 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง
3. ผลการเปรียบเทียบพหุคูณ
4. การทดสอบผลการทดลองรอง

ซึ่งเสนอในรูปแบบของตารางและเปรียบเทียบเป็นรูปภาพดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### ค่าสถิติพื้นฐานจากผลการทดลอง

ค่าสถิติพื้นฐานจากผลการทดลอง ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนที่ได้จากการวัดผลการเรียนรู้ในทิศทางคณิตศาสตร์ที่ระดับต่าง ๆ ของวิธีเสนอให้เรียน (A) และอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B) ปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 มีดัชนีเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนที่ได้จากการวัดผลการเรียนรู้ในแต่ละด้านต่าง  
 ก็นิตศาสตร์ที่ระกั้ต่าง ๆ ของวิธีเสนอให้เรียน (A) และอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B)

วิธีเสนอให้เรียน (A)	อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B)				รวม					
	1 ข้อ 1 ( $b_1$ )	1 ข้อ 3 ( $b_2$ )	1 ข้อ 6 ( $b_3$ )	ไม่มีผู้สอน ( $b_4$ )	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
แบบอธิบายด้วยตัวอย่าง ( $a_1$ )	43.90	8.45	44.90	9.76	40.13	7.49	35.63	9.28	41.14	9.42
แบบถามตอบด้วยตัวอย่าง ( $a_2$ )	38.47	7.59	38.70	5.86	37.10	8.35	34.40	7.78	37.17	7.56
แบบอธิบายด้วยตัวอย่างร่วมกับ										
แบบถามตอบด้วยตัวอย่าง ( $a_3$ )	44.97	7.36	40.20	7.81	39.23	7.23	38.27	9.58	40.67	8.36
รวม	42.44	8.24	41.27	8.32	38.82	7.73	36.10	8.96		

จากตาราง 9 จะเห็นว่า

1. เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรวิธีเสนอให้เรียน (A) พบว่า นักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนคางแบบกัน มีความซึ่มเลขคณิตของผลการเรียนรูมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่างกัน กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง มีความซึ่มเลขคณิตสูงที่สุดคือเท่ากับ 41.14 รองลงมาได้แก่ความซึ่มเลขคณิตของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่างคือเท่ากับ 40.67 และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง มีความซึ่มเลขคณิตต่ำที่สุดคือเท่ากับ 37.17 ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการเรียนรูมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกันคือเท่ากับ 9.42 7.56 และ 8.36
2. เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B) พบว่า นักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนต่างกัน มีความซึ่มเลขคณิตของผลการเรียนรูมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการใช้อัตราส่วน 1 ต่อ 1 มีความซึ่มเลขคณิตสูงที่สุดคือเท่ากับ 42.44 รองลงมาได้แก่ความซึ่มเลขคณิตของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการใช้อัตราส่วน 1 ต่อ 3 คือเท่ากับ 41.27 และของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการใช้อัตราส่วน 1 ต่อ 6 คือเท่ากับ 38.82 ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการไมม่่นักเรียนผู้สอน มีความซึ่มเลขคณิตต่ำที่สุดคือเท่ากับ 36.10 ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการเรียนรูมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกันคือเท่ากับ 8.24 8.32 7.73 และ 8.96
3. เมื่อพิจารณากิริยารวมระหว่างวิธีเสนอให้เรียนกับอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (AB) พบว่า
  - 3.1 ที่ระดับวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง ( $a_1$ ) และที่ระดับวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง ( $a_2$ ) นักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนต่างกัน มีความซึ่มเลขคณิตของผลการเรียนรูมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ กลุ่มที่เรียนด้วยการใช้อัตราส่วน

1 ต่อ 3 กลุ่มที่เรียนด้วยการใช้ตราส่วน 1 ต่อ 1 กลุ่มที่เรียนด้วยการใช้ตราส่วน 1 ต่อ 6 และกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีนักเรียนผู้สอน แต่ที่ระดับวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างรวมกับแบบถามตอบตัวอย่าง ( $a_3$ ) นักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนต่างกัน มีความซับซ้อนของผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ กลุ่มที่เรียนด้วยการใช้ตราส่วน 1 ต่อ 1 กลุ่มที่เรียนด้วยการใช้ตราส่วน 1 ต่อ 3 กลุ่มที่เรียนด้วยการใช้ตราส่วน 1 ต่อ 6 และกลุ่มที่เรียนโดยไม่มีนักเรียนผู้สอน สำหรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน

3.2 ที่ระดับอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 3 ( $b_2$ ) และที่ระดับอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 6 ( $b_3$ ) นักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธี เสนอให้เรียนต่างกัน มีความซับซ้อนของผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างรวมกับแบบถามตอบตัวอย่าง และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง แต่ที่ระดับอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1 ( $b_1$ ) และที่ระดับไม่มีนักเรียนผู้สอน ( $b_4$ ) นักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนต่างกัน มีความซับซ้อนของผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างรวมกับแบบถามตอบตัวอย่าง กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง สำหรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน

อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างดังกล่าวยังไม่ได้มีการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสถิติพื้นฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

### ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปรพร้อม ๆ กัน คือ วิธีสอน  
 ใ้เรียน (A) และอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B) ตลอดจนกิจกรรม  
 ระหว่างตัวแปรทั้งสอง (AB) ดังนั้นผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดย  
 ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แบบแฟคทอเรียลสามสมบูรณ์  $3 \times 4$  (วิธีสอน  
 ใ้เรียน  $\times$  อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน) ซึ่งเป็นแบบแผนทางสถิติที่มีข้อ  
 คดลงเบื้องต้นขอหนึ่งว่า ความแปรปรวนจากแหล่งต่าง ๆ ต้องมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ เพราะถ้า  
 ความแปรปรวนเหล่านั้นไม่เป็นเอกพันธ์แล้ว ค่าเอฟ (F) ที่คำนวณได้จะไม่แจกแจงแบบเอฟ  
 ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความมีนัยสำคัญของการทดสอบ ดังนั้นในขั้นแรกผู้วิจัยจึงได้ทดสอบความ  
 เป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนโดยใช้วิธีการของฮาร์ตเลย์ (Hartley) (Winer,  
 1971 : 206) ผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์  
 จากแหล่งต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน [ $F_{\max(12,29)} = 2.77 ; p > .05$ ] ดังแสดงใน  
 ภาคผนวก 10) ซึ่งแสดงว่าความแปรปรวนเป็นเอกพันธ์ เมื่อความแปรปรวนเป็นเอกพันธ์  
 ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ต่อไป ผลการ  
 วิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแฟคทอเรียลส์ผสมบูรณ์ 3×4 ของผลการเรียนรู้นวัตกรรมทางคณิตศาสตร์

Source	SS	df	MS	F
A	1131.05	2	565.53	8.59**
B	2133.89	3	711.30	10.80**
AB	605.53	6	100.92	1.53
Within Cell	22916.50	348	65.85	
Total	26786.97	359		

\*\* p < .01

จากตาราง 10 จะเห็นว่า

1. นักเรียนที่เรียนนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนต่างแบบกัน กล่าวคือ วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง วิธีเสนอให้เรียนแบบตามคำตอบตัวอย่าง และวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับแบบตามคำตอบตัวอย่าง มีผลการเรียนรู้นวัตกรรมทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่เรียนนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนต่างกัน กล่าวคือ อัตราส่วน 1 ต่อ 1 อัตราส่วน 1 ต่อ 3 อัตราส่วน 1 ต่อ 6 และไม่มีนักเรียนผู้สอน มีผลการเรียนรู้นวัตกรรมทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ไม่มีกิจกรรมระหว่างวิธีเสนอให้เรียนกับอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อ  
นักเรียนผู้เรียน

ดังนั้น สมมติฐานข้อที่ 1 และสมมติฐานข้อที่ 2 ได้รับความสนับสนุนจากข้อมูล แต่  
สมมติฐานข้อที่ 3 ไม่ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล

#### ผลการเปรียบเทียบพหุคูณ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่กล่าวมาในตอนต้นพบว่า ตัวแปรหลักที่มีนัยสำคัญ  
ทางสถิติ ซึ่งตัวแปรวิธีเสนอให้เรียน (A) แปรค่าเป็น 3 ระดับ และตัวแปรอัตราส่วนของ  
นักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B) แปรค่าเป็น 4 ระดับ ดังนั้นเพื่อให้รูวาระดับใด  
ของแต่ละตัวแปรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเปรียบเทียบพหุคูณ  
(Multiple Comparison) โดยใช้วิธีการ HSD ของตุกี (Tukey) (Kirk, 1982 : 147) ดังนี้

#### ผลการเปรียบเทียบเกี่ยวกับวิธีเสนอให้เรียน

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตาราง 10 พบว่า ระดับของตัวแปรวิธีเสนอ  
ให้เรียน (A) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [ $F(2,348) = 8.59$  ;  
 $p < .01$ ] นั่นคือ นักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนต่างแบบกัน  
กล่าวคือ วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง วิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง และวิธี  
เสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง มีผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทาง  
คณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่าจะต้องมีวิธีเสนอให้  
เรียนอย่างน้อยสองแบบที่ส่งผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่ามัธยฐานและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จาก  
การวัดผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
ด้วยวิธีเสนอให้เรียนทั้ง 3 แบบ ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 มัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนที่ได้จากการวัดผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียน (A) ทั้ง 3 แบบ

วิธีเสนอให้เรียน	N	$\bar{x}$	SD
แบบอธิบายตัวอย่าง ( $a_1$ )	120	41.14	9.42
แบบถามตอบตัวอย่าง ( $a_2$ )	120	37.17	7.56
แบบอธิบายตัวอย่างรวมกับ แบบถามตอบตัวอย่าง ( $a_3$ )	120	40.67	8.36

จากตาราง 11 จะเห็นว่า ความมัธยิมเลขคณิตของผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง ( $a_1$ ) มีความมากที่สุด รองลงมาได้แก่ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างรวมกับแบบถามตอบตัวอย่าง ( $a_3$ ) และของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง ( $a_2$ ) ตามลำดับ

เพื่อให้รู้ว่ความมัธยิมเลขคณิตของผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มใดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงนำความมัธยิมเลขคณิตเหล่านี้ไปทดสอบความแตกต่าง โดยใช้วิธีการ HSD ของตุคีย์ (Tukey) ผลปรากฏดังตาราง 12



ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธี HSD ของคูเกีย (Tukey) ระหว่างวิธีเสนอให้เรียน 3 แบบ

	$\bar{X}_1 = 37.17$	$\bar{X}_2 = 40.67$	$\bar{X}_3 = 41.14$
$\bar{X}_1 = 37.17$	-	3.50**	3.97**
$\bar{X}_2 = 40.67$		-	0.47
$\bar{X}_3 = 41.14$			-

\*\* p < .01

จากตาราง 12 จะเห็นว่า

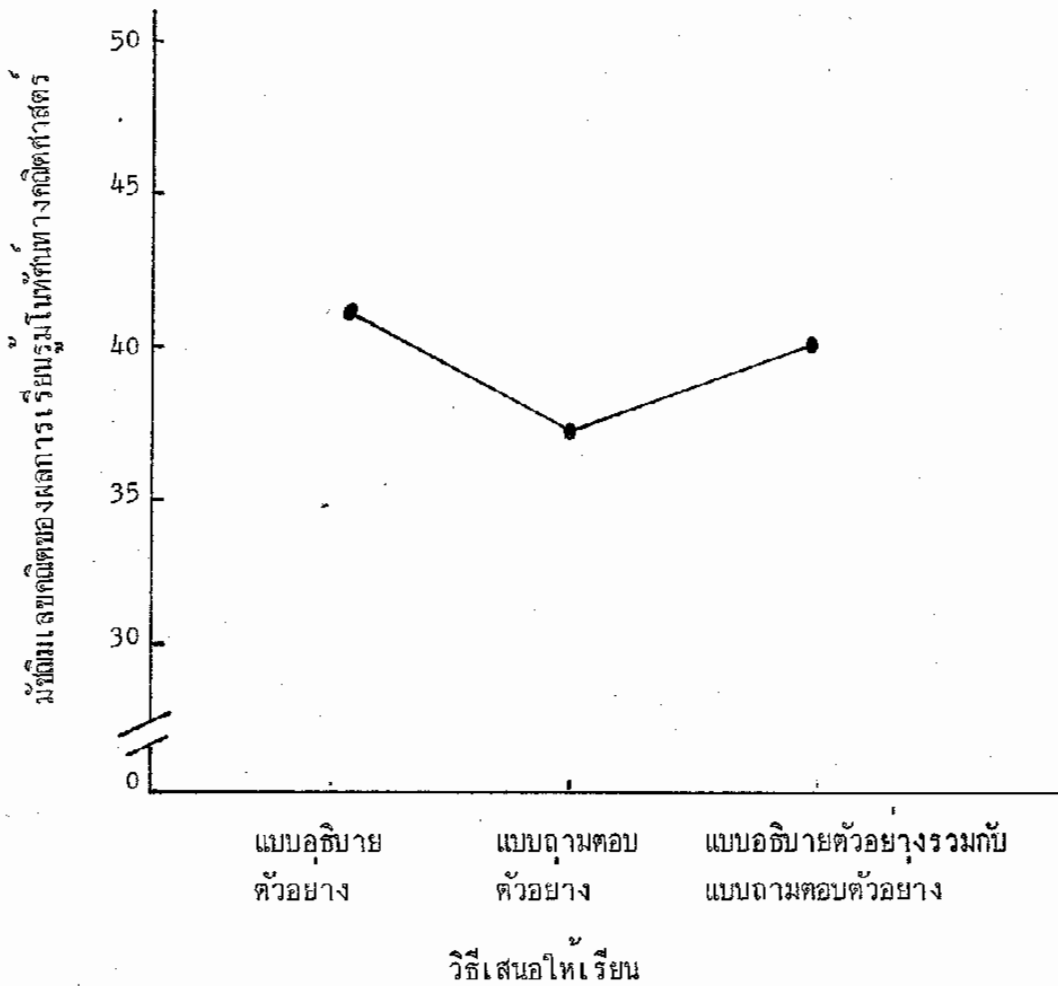
1. ความซึ่มเลขคณิตของผลการเรียนรู้มนโห้ศ่นห้งคณิศรศศร ของน้กเรียนลุ่มห้เรียนมนโห้ศ่นห้งคณิศรศศรคห้วห้ห้เสนอห้เรียนแบบอธบายคห้วอห้ยง สสูงกหว่าของน้กเรียนลุ่มห้เรียนมนโห้ศ่นห้งคณิศรศศรคห้วห้ห้เสนอห้เรียนแบบตามคอบคห้วอห้ยง อห้ยงม้นน้ยส้คห้ญห้งส้ถห้ห้ระคห้บ .01

2. ความซึ่มเลขคณิตของผลการเรียนรู้มนโห้ศ่นห้งคณิศรศศร ของน้กเรียนลุ่มห้เรียนมนโห้ศ่นห้งคณิศรศศรคห้วห้ห้เสนอห้เรียนแบบอธบายคห้วอห้ยงรวมกห้กับแบบตามคอบคห้วอห้ยง สสูงกหว่าของน้กเรียนลุ่มห้เรียนมนโห้ศ่นห้งคณิศรศศรคห้วห้ห้เสนอห้เรียนแบบตามคอบคห้วอห้ยง อห้ยงม้นน้ยส้คห้ญห้งส้ถห้ห้ระคห้บ .01

3. ความซึ่มเลขคณิตของผลการเรียนรู้มนโห้ศ่นห้งคณิศรศศร ของน้กเรียนลุ่มห้เรียนมนโห้ศ่นห้งคณิศรศศรคห้วห้ห้เสนอห้เรียนแบบอธบายคห้วอห้ยง และของน้กเรียนลุ่มห้เรียนมนโห้ศ่นห้งคณิศรศศรคห้วห้ห้เสนอห้เรียนแบบอธบายคห้วอห้ยงรวมกห้กับแบบตามคอบ

ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน

เพื่อให้เห็นความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอข้อมูลในรูปกราฟ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงมัชฌิมเลขคณิตของผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ของ  
นักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบต่าง ๆ

ผลการเปรียบเทียบเกี่ยวกับอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตาราง 10 พบว่า รัศบีของตัวแปรอัตราส่วน  
ของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01  
[ $F_{(3,347)} = 10.80 ; p < .01$ ] นั่นคือ นักเรียนที่เรียนมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ด้วยการ  
ใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนต่างกัน กล่าวคือ อัตราส่วน 1 ต่อ 1 อัตรา  
ส่วน 1 ต่อ 3 อัตราส่วน 1 ต่อ 6 และไม่มีนักเรียนผู้สอน มีผลการเรียนรู้มีโน้ตค้นทาง  
คณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นแสดงว่าจะต้องมีอัตราส่วนของ  
นักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนอย่างน้อยสองอัตราส่วน ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้มีโน้ตค้นทาง  
คณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่ามัธยฐานและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการ  
วัดผลการเรียนรู้มีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ด้วยการ  
ใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนทั้ง 4 อัตราส่วน ผลปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนที่ได้จากการวัดผลการเรียนรู้โมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B) ทั้ง 4 อัตราส่วน

อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอน ต่อนักเรียนผู้เรียน	N	$\bar{X}$	SD
1 ต่อ 1 ( $b_1$ )	90	42.44	8.24
1 ต่อ 3 ( $b_2$ )	90	41.27	8.32
1 ต่อ 6 ( $b_3$ )	90	38.82	7.73
ไม่มีนักเรียนผู้สอน ( $b_4$ )	90	36.10	8.96

จากตาราง 13 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลการเรียนรู้โมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1 ( $b_1$ ) มีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 3 ( $b_2$ ) ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 6 ( $b_3$ ) และของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยไม่มีนักเรียนผู้สอน ( $b_4$ ) ตามลำดับ ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน

เพื่อให้รู้ว่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลการเรียนรู้โมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มใดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยเลขคณิตเหล่านี้ไปทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธีการ HSD ของตุ๊กกี๋ (Tukey) ผลปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธี HSD ของตุ๊กกี๋ (Tukey) ระหว่าง  
อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 4 อัตราส่วน

	$\bar{X}_1 = 36.10$	$\bar{X}_2 = 38.82$	$\bar{X}_3 = 41.27$	$\bar{X}_4 = 42.44$
$\bar{X}_1 = 36.10$	-	2.72	5.17**	6.34**
$\bar{X}_2 = 38.82$		-	2.45	3.62*
$\bar{X}_3 = 41.27$			-	1.17
$\bar{X}_4 = 42.44$				-

\* p < .05

\*\* p < .01

จากตาราง 14 จะเห็นว่า

1. ความเข้มข้มเลขคณิตของผลการเรียนรู้นวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1 และของนักเรียนกลุ่มที่เรียนนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 3 ไม่แตกต่างกัน

2. ความเข้มข้มเลขคณิตของผลการเรียนรู้นวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1 สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มที่เรียนนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

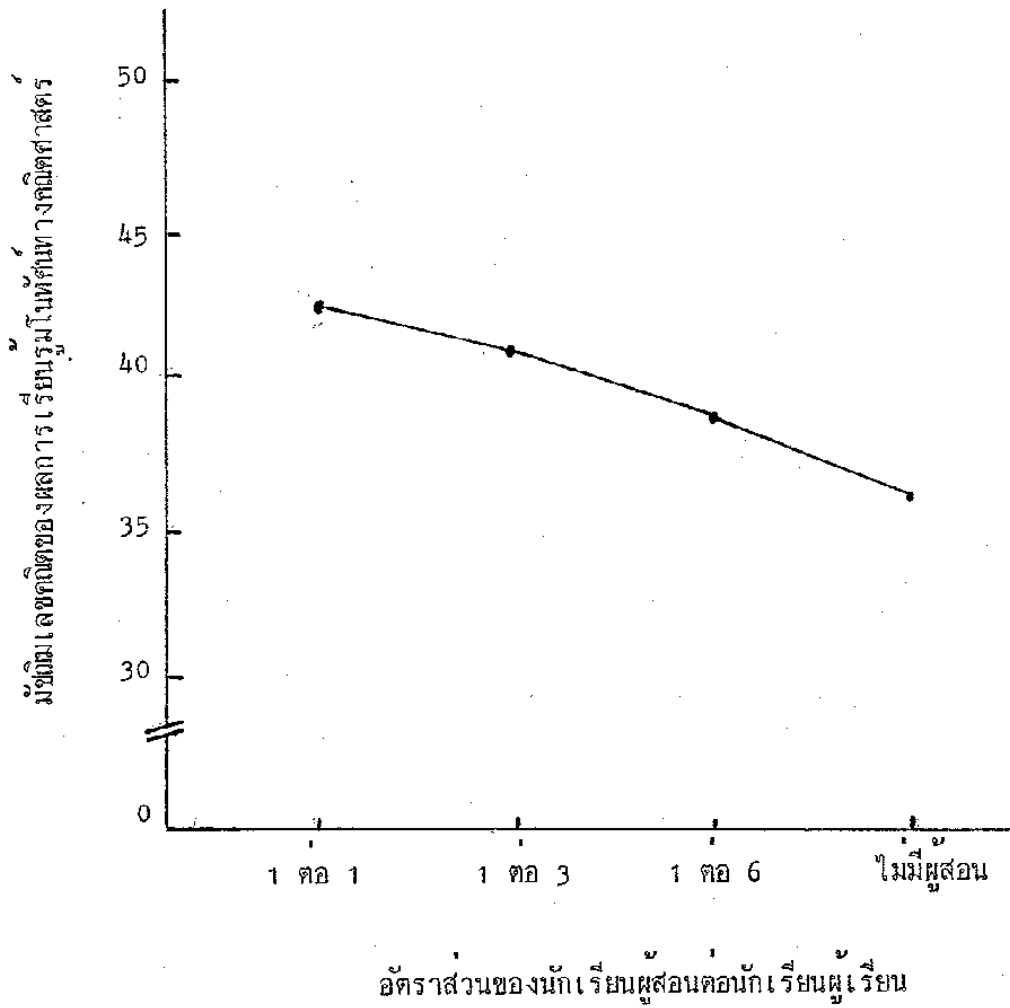
3. ความเข้มแข็งของผลการเรียนรู้มีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1 สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยไม่มีนักเรียนผู้สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความเข้มแข็งของผลการเรียนรู้มีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 3 และของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 6 ไม่แตกต่างกัน

5. ความเข้มแข็งของผลการเรียนรู้มีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 3 สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยไม่มีนักเรียนผู้สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความเข้มแข็งของผลการเรียนรู้มีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 6 และของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยไม่มีนักเรียนผู้สอน ไม่แตกต่างกัน

เพื่อให้เห็นความแตกต่างของความเข้มแข็งของผลการเรียนรู้มีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่มชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอข้อมูลในรูปกราฟ ดังภาพประกอบ 3



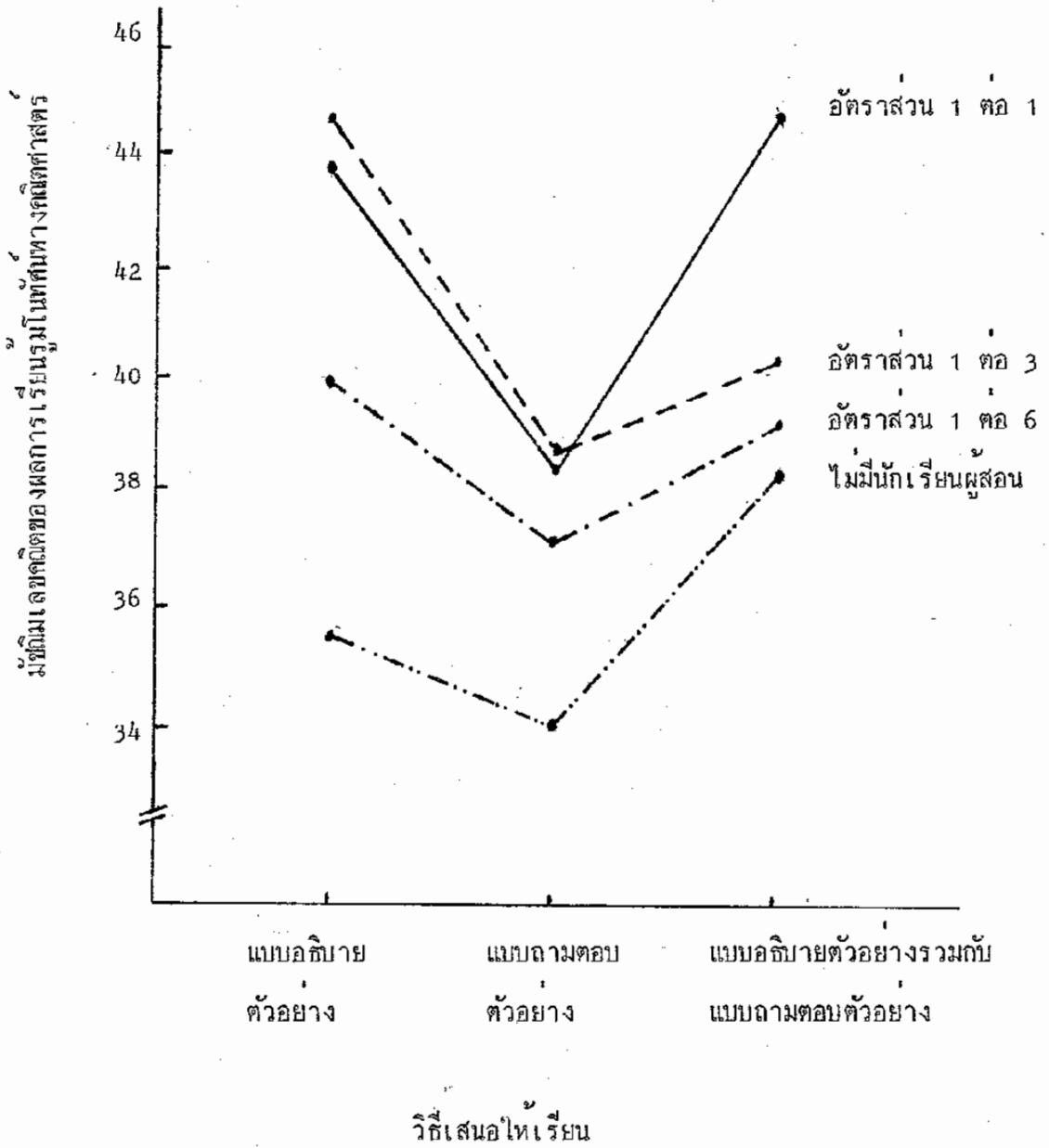
ภาพประกอบ 3 กราฟแสดงมีขัณมีเลขคณิตของผลการเรียนรู๋มนโหน้ค่นทางคณิตศำสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโหน้ค่นทางคณิตศำสตร์ค่วยการใ้ใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนค่อนักเรียนผู้เรียนตาง ๆ

การทดสอบผลการทดลองรอง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่กล่าวมาในตอนต้นพบว่า ไม่มีกิจกรรมระหว่างวิธีเสนอให้เรียนและอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน ดังนั้นสมมติฐานข้อที่ 3 จึงไม่ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล เมื่อไม่มีกิจกรรมผู้วิจัยจึงไม่ได้ทำการทดสอบผลการทดลองรอง

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคาสถิติพื้นฐานในตาราง 9 พบว่า ค่ามัธยฐานเลขคณิตของผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบต่าง ๆ กล่าวคือ วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง วิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง และวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง แตกต่างกันออกไปตามระดับอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน เมื่อนำมาเขียนกราฟ จะได้กราฟดังปรากฏในภาพประกอบ 4





ภาพประกอบ 4 กราฟเส้นของมัชฌิมเลขคณิตของผลการเรียนรู้ในทัศนศึกษาทางคณิตศาสตร์ที่ระดับต่าง ๆ ของวิธีเสนอให้เรียนและอัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน