เวลาที่ใช้ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์

ปริญญานิพนธ์

ของ

เดียง ผาดไธสง

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต แขนงจิตวิทยาพัฒนาการ
ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติ
สำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก

๕ กรกฎาคม ๒๕๑๑

TOTAL TIME IN PAIRED ASSOCIATE LEARNING

ABSTRACT

BY

TIENG PARDTHAISONG

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree (Developmental Psychology)
at the College of Education
in Collaboration with
the Bangkok Institute for Child Study

July 5, 1968

Six groups of 15 S's learned 6 pairs of nonsense syllables under conditions where the stimulus syllable was always presented for 2 sec. while the stimulus and the response syllables were presented together (T_{rs}) for 2, 2, 2, 6, 6 or 6 sec. depending on the group. A 0.6, 4.0, 8.0, 0.6, 4.0, or 8.0 sec. intervals preceded each new stimulus (T_i) depending on the group. The total exposure times (T) were 4.6, 6.0, 12.0, 8.6, 12.0 or 16.0 sec. per syllable pair. The total times of learning were obtained by multiplying the total number of trials to learn each pair in the series (P) by the presentation time (T). It was found that total learning time (T x P) is significantly different among 6 presentation time (T) conditions, and there is a relationship between T x P and T (P is not a constant). It was concluded from the experiment that : 1) T x P is not constant, 2) the difference in total learning time is attributable to T_{rs}, 3) the differential effect of massed (T_i = 0.6 sec) versus distributed practice (T_i = 4.0 and 8.0 sec) was not found.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาพัฒนาการ ของวิทยาลัยวิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก

.....ประธาน

.....กรรมการ

.....กรรมการ

.....

ผู้อำนวยการ

สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากผู้ค้นคว้าได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านด้วยกันคือ ศาสตราจารย์ ดร. ละม้ายมาศ ศรหัตถ์ ผู้อำนวยการสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ดร. ระวิพันธ์ โสมนะพันธุ์ ดร. จรรจา สุวรรณทัต และ ดร. กาญจนา หาสิตะพันธุ์ อาจารย์ประจำสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ซึ่งได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการค้นคว้าและวิจัย ผู้ค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ ยังได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่ง จากครูใหญ่ คณะครู และนักเรียนในโรงเรียนต่าง ๆ ที่ผู้ค้นคว้าได้ไปทำการทดลอง ผู้ค้นคว้าจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อทุกท่านที่กล่าวแล้วไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เตียง ผาดไธสง

สารบัญ

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

บัญชีภาพประกอบ

บทที่ *

บทนำ

<u>คำนำ</u>

การเรียนภาษาต่างประเทศ ผู้เรียนมักจะเทียบคำในภาษานั้นกับคำในภาษาของตนที่มีความหมายตรงกัน เช่น boy ในภาษาอังกฤษ เทียบกับคำว่า เด็กชายในภาษาไทย ในภาษาเดียวกันคำสองคำก็มีความหมายตรงกันได้ เช่น กินกับรับประทาน นอนกับบรรทม เป็นต้น วิธีเรียนภาษาโดยจำคู่คำเป็นคู่ ๆ เช่นที่กล่าวนี้ นักจิตวิทยาเรียกว่าการเรียนแบบคู่สัมพันธ์ (paired - associates learning) โดยเรียกคำแรกว่าคำเร้า (stimulus word) และเรียกคำซึ่งเป็นคู่ของคำเร้าว่าคำสนอง (response word)

ถ้ากำหนดให้ผู้เรียนเรียนแบบคู่สัมพันธ์โดยให้จำคู่พยางค์หลาย ๆ คู่ ผู้เรียนแต่ละคนอาจจะใช้วิธีเรียนต่าง ๆ กัน เช่น ผู้เรียนบางคนอาจจะดูคู่พยางค์ทีละทั้งหมด บางคนอาจจะแบ่งท่องทีละตอน บางคนอาจจะดูคู่พยางค์แต่ละคู่นาน ๆ แต่บางคนอาจจะใช้เวลาดูคู่พยางค์แต่ละคู่สั้น ๆ การทดลองด้วยเครื่องทดลองความจำ จะสามารถควบคุมให้ผู้เรียนใช้วิธีเรียนแบบเดียวกันได้ กล่าวคือ เครื่องมือจะหมุนคู่พยางค์ให้ผู้เรียนเห็นทีละคู่จนครบทุกคู่ และการหมุนคู่พยางค์ให้ผู้เรียนเห็นทีละคู่นั้น มีลักษณะการหมุนดังนี้ หมุนคำเร้าให้ผู้เรียนเห็นในช่วงเวลาหนึ่งก่อน (เวลาเห็นคำเร้า $= T_s$ วินาที/ครั้ง) และจะหมุนคำสนองขึ้นมาคู่กับคำเร้าในอีกช่วงเวลาหนึ่ง (เวลาเห็นคู่คำ $= T_{rs}$ วินาที/ครั้ง) แล้วจึงจะหมุนให้ผู้เรียนเห็นว่าง (เวลาระหว่างคู่พยางค์ $= T_i$ วินาที/ครั้ง) ก่อนที่จะหมุนคำเร้าของคำสนองคู่ใหม่ให้ผู้เรียนเห็น เครื่องมือจะหมุนคู่พยางค์ทีละคู่

---

* ดูคำอธิบายอย่างละเอียดในภาคผนวก ก.

ตามลักษณะดังกล่าวแล้วจนครบทุกคู่ แล้วหมุนรอบใหม่อีก จนผู้เรียนสามารถจำคำสนองของคำเร้าได้ทุก ๆ คู่

ในการทดลองการเรียนภาษาของมนุษย์ นักจิตวิทยามักจะเปลี่ยนค่า T_s, T_{rs}, หรือ T_i เป็นค่าต่าง ๆ กัน แล้วศึกษาว่า ปริมาณการเรียนรู้จะแตกต่างกันอย่างไร เช่น โนดีน (Modine) เปลี่ยนค่า T_s และ T_{rs} จาก ๑/๒ ถึง ๔ วินาที ให้ผู้เรียนเรียนแบบคู่สัมพันธ์ ผลการทดลองแสดงว่า เมื่อให้ผู้เรียนใช้จำนวนครั้งที่เรียนเท่ากัน จำนวนคู่คำที่ผู้เรียนจำได้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ T_{rs} หรือ T_s

โฮฟแลนด์[๓] (Hovland) ทดลองให้ผู้เรียนเรียนแบบเรียงลำดับ (serial learning) โดยเปลี่ยนค่า T_s เป็น ๒ และ ๔ วินาที T_i เป็น ๖ และ ๑๒๖ วินาที แล้วจัดเงื่อนไขการทดลองดังแสดงในตาราง ๑.

ตาราง ๑. ผลการทดลองของโฮฟแลนด์

กลุ่มที่	T_s วินาที	T_i วินาที	จำนวนครั้งที่ใช้เรียน (ครั้ง)	เวลาที่ใช้เรียน วินาที
๑	๒	๖	๑๔.๔๔	๒๔.๗๘
๒	๔	๖	๖.๗๘	๒๗.๑๒
๓	๒	๑๒๖	๑๑.๑๘	๒๒.๓๖
๔	๔	๑๒๖	๕.๔๕	๒๓.๔๐

[๒] Modine, Calvin F., "Stimulus Durations and Stimulus Characteristics in Paired - Associates Learning," J. exp. Psychol., 1963, vol. 66, No. 1, 100 - 106.

[๓] Stevens, S. S., Handbook of Experimental Psychology, John Wiley & Sons, Inc., 1951, pp. 638 - 640.

ผลการทดลองที่แสดงไว้ในตาราง ๑. แสดงว่า กลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_s มากจะใช้จำนวนครั้งที่เรียนน้อยกว่ากลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_s น้อย ทั้งนี้ไม่ว่าผู้เรียนจะใช้วิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ (T_i = ๖ วินาที) หรือแบบแบ่งเป็นตอน (T_i = ๑๒๖ วินาที)

บิวเกลสกี[๔] (Bugelski) ตั้งข้อสังเกตผลการทดลองของโรฟแลนด์ไว้ว่า แม้กลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_s = ๒ วินาที จะใช้จำนวนครั้งที่เรียนมากกว่ากลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_s = ๔ วินาที ก็ตาม เมื่อเอาจำนวนครั้งที่ใช้เรียนคูณกับ T_s แล้ว เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนมีค่า ๒๗.๑๒ และ ๒๔.๗๔ วินาที (แสดงไว้ในตาราง ๑.) ซึ่งไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อให้ผู้เรียนใช้ T_i = ๑๒๖ วินาที เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนก็ไม่ต่างกันอีกคือ ๒๒.๓๖ และ ๒๒.๔๐ วินาที บิวเกลสกีจึงตั้งสมมติฐานว่า เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน (Total Time) น่าจะเป็นตัวแปรที่จะกำหนดปริมาณการเรียนรู้ของมนุษย์แทนที่จะเป็น T_s, T_{rs}, T_i หรือจำนวนครั้งที่ใช้เรียนอย่างผลการทดลองของ รอค (Rock) โรฟแลนด์ หรือของนักจิตวิทยาคนอื่น ๆ บิวเกลสกีอ้างว่าผลการทดลองของเมอร์ดอค[๕] (Murdock) สนับสนุนสมมติฐานของเขา เพราะผลการทดลองนั้นแสดงว่าเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนเป็นตัวกำหนดปริมาณคำที่ผู้เรียนจำได้ (recall) ทั้ง ๆ ที่ให้ผู้เรียนใช้ค่า T_s ต่าง ๆ กัน

บิวเกลสกีทดลองเพื่อทดสอบข้อสมมติฐานนั้นโดยจัดให้นิสิตมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ ๒ เรียนแบบคู่สัมพันธ์ ให้ผู้เรียนใช้ค่า T_s และ T_i เท่ากับ ๒ วินาที ทุกกลุ่ม แต่ค่า T_{rs} เปลี่ยนจาก ๒ ถึง ๑๕ วินาที เวลาเรียนคู่สัมพันธ์แต่ละครั้ง ($T = T_i + T_s + T_{rs}$ วินาที/ครั้ง) ของกลุ่มทดลองเป็น ๖, ๘, ๑๐, ๑๒ หรือ ๑๔ วินาที การทดลองปรากฏผลดังตาราง ๒. ซึ่งแสดงว่า กลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T ต่าง ๆ กัน ผู้เรียนใช้เวลา

---

๔ Bugelski, B. R., "Presentation Time, Total Time, and Mediation in Paired - Associate Learning," J. exp. Psychol., 1962, vol. 63, No. 4, 409-412.

๕ Ibid.

ตาราง ๒. ผลการทดลองของบิวเกลสกิ

กลุ่มที่	T_{rs} วินาที	T วินาที	n	จำนวนครั้งที่ใช้เรียน		เวลาที่ใช้เรียน	
				$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
๑	๒	๖	๒๐	๑๐.๒	๔.๑	๖๑.๒	๒๔.๓
๒	๔	๘	๒๐	๘.๘	๓.๘	๗๐.๑	๓๐.๔
๓	๖	๑๐	๒๐	๕.๘	๑.๔	๕๗.๔	๑๔.๐
๔	๘	๑๒	๒๐	๔.๗	๒.๕	๕๖.๑	๒๔.๖
๕	๑๕	๑๙	๒๐	๓.๓	๑.๒	๖๒.๒	๒๒.๒

ที่เรียน (เวลาที่เรียนหาได้จาก T x P ซึ่งดูได้จากคอลัมน์ที่ ๗ ของตาราง ๒.) ไม่ต่างกัน ผลการทดลองนี้สนับสนุนข้อสมมติฐานที่เขาตั้งไว้ เขาจึงสรุปผลการทดลองไว้ว่า $T \times P = k$ (k คือค่าคงที่)

บิวเกลสกิ [b] ทดลองอีกครั้งหนึ่ง โดยให้นิสิตมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ ๒ จำนวน ๒๐ คน เรียนแบบคู่สัมพันธ์ ให้แต่ละคนเลือกเอาค่า T_{rs} เอง สิ่งที่เรียน คือคู่ตัวอย่างคำที่ใช้ในการทดลองครั้งก่อน ผลการทดลองแสดงว่า ผู้เรียนใช้เวลาเรียนไม่ต่างกับครั้งก่อน เขาสรุปผลการทดลองไว้ว่า การเรียนสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น ผู้เรียนจะใช้เวลาคงที่ ไม่ว่าจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียนในช่วงเวลาคงที่นั้นจะมากน้อยเพียงใด หรือเขียนได้ว่า $T \times P = k$

---

[b] Bugelski, B. R., and Rickwood, J., "Presentation Time, Total Time, and Mediation in Paired - Associate Learning," J. exp. Psychol., 1963, vol. 65, No. 6, 616 - 617.

ข้อสรุปผลของบิวเกลสกีดังกล่าวแล้ว ยังได้รับการสนับสนุนจากผลการทดลองของโพสท์แมนและกอกิน[๗] (Postman and Goggin) กล่าวคือ โพสท์แมนและกอกินให้ผู้เรียนเรียนแบบคู่สัมพันธ์ โดยใช้วิธีแบ่งเรียนทีละตอนและให้เรียนทีละทั้งหมด (part and whole method) ผลการทดลองแสดงว่าผู้เรียนซึ่งใช้วิธีเรียนทั้งสองวิธีนั้นใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนไม่ต่างกัน ซึ่งผลการค้นคว้านี้สนับสนุนผลการทดลองของบิวเกลสกี

ถ้าพิจารณาผลการทดลองของโฮฟแลนด์ในตาราง ๑. ให้ดีแล้วจะเห็นว่าในกลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_i ต่างกัน ผู้เรียนใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกัน ทั้งนี้ไม่ว่าผู้เรียนจะใช้ค่า T_s เท่ากับ ๒ หรือ ๔ วินาที กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนใช้ T_i = ๖ วินาที เวลาที่ใช้เรียนมีค่า ๒๙.๗๘ และ ๒๗.๑๒ วินาที มากกว่าเมื่อผู้เรียนใช้ค่า T_i = ๑๒๖ วินาที ซึ่งใช้เวลาเรียนเพียง ๒๒.๓๖ และ ๒๓.๔๐ วินาที ข้อสังเกตดังกล่าวนี้ไม่สอดคล้องกับข้อสรุปผลของบิวเกลสกี เพราะข้อสังเกตนี้ชี้ให้เห็นว่า T_i เป็นตัวแปรที่ทำให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนต่างกัน ผลการทดลองของกรีโน[๘] (Greeno) สนับสนุนข้อสังเกตนี้ด้วย กล่าวคือ ผลการทดลองของเขาแสดงว่า ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์ การเรียนรู้ซึ่งเกิดจากวิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอน (T_i มีค่ามาก) มีปริมาณมากกว่าวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ (T_i มีค่าน้อย)

อันเดอร์วูดและกูด[๙] (Underwood & Good) ให้ผู้เรียนเรียนคำคุณศัพท์โดยใช้

---

[๗] Postman, Leo, and Goggin, Judith, "Whole versus Part Learning of Paired - Associate Lists," J. exp. Psychol., 1966, vol. 71, No. 6, 867 - 877.

[๘] Greeno, James G., "Paired - Associates Learning with Massed and Distributed Repetitions of Items," J. exp. Psychol., 1964, vol. 67, No. 3, 286 - 295.

[๙] Deese, James G., "The Learning of Skills and Conditions of Practice," The Psychology of Learning, McGraw - Hill Book Company, Inc., 1958, p. 188.

วิธีเรียนแบบเรียงลำดับ ผลการทดลองแสดงว่า เมื่อคำที่นำมาเรียนมีค่าความคล้ายกันสูง วิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอนจะให้ผลมากกว่าวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ แต่เมื่อความคล้ายกันระหว่างคำมีค่าต่ำ ผลการเรียนซึ่งเกิดจากวิธีเรียนทั้งสองวิธีนั้นไม่ต่างกัน และเมื่ออันเดอร์วูด [๑๐] ให้นักเรียนเรียนแบบคู่สัมพันธ์โดยไม่คำนึงถึงความคล้ายกันระหว่างคำที่นำมาเข้าคู่กัน ผลการทดลองแสดงว่า วิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอนไม่ทำให้ผู้เรียนเรียนคู่สัมพันธ์ได้มากกว่าวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ ผลการทดลองดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่า ถ้าลักษณะของพยางค์ที่นำมาเรียนต่างกัน วิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอนจะไม่ทำให้ผู้เรียนเรียนได้มากกว่าวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จเสมอไป แสดงว่า ผู้เรียนซึ่งใช้วิธีเรียนทั้งสองวิธีนั้นจะใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนแตกต่างกัน ส่วนจะต่างกันมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของพยางค์ที่นำมาเรียน

จากข้อสังเกตผลการทดลองของไฮฟแลนด์ และอันเดอร์วูด พอจะสรุปได้ว่า T_i เป็นตัวแปรที่จะทำให้ผู้เรียนใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกัน และจะต่างกันมากหรือน้อยต้องแล้วแต่ลักษณะของพยางค์ที่นำมาให้เรียนจากข้อสังเกตดังกล่าวแล้วทำให้สงสัยว่าข้อสรุปผลของบิวเกลสกีอาจจะไม่เป็นจริง การที่ผลการทดลองทั้งสองครั้งสนับสนุนข้อสรุปผลของเขานั้น อาจเป็นเพราะว่าเงื่อนไขการทดลองเปลี่ยนเฉพาะค่า T_{ro} เท่านั้น และงานที่ให้ผู้เรียนใช้ในการทดลองทั้งสองครั้งก็เป็นคู่พยางค์ชุดเดิมในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยจึงจัดให้ผู้เรียนได้เรียนคู่พยางค์ชุดใหม่ที่ต่างจากของบิวเกลสกี และจัดเงื่อนไขการทดลองโดยเปลี่ยนทั้งค่า T_i และ T_{ro} ทั้งนี้เพื่อจะได้ตรวจสอบดูว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับข้อสรุปผลของบิวเกลสกีหรือไม่

---

๑๐ Ibid.

ความมุ่งหมายของการทดลอง

การทดลองครั้งนี้มีความมุ่งหมายที่จะทดสอบกฎเวลาคงตัว (Constant Time Principle) ของบิวเกลสกิที่กล่าวว่า ในการเรียนสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น ผู้เรียนจะใช้เวลาคงที่ ไม่ว่าจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียนในช่วงเวลาคงที่นั้นจะมากน้อยเพียงใด หรือ

$T \times P = k$

สมมติฐาน

๑. ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์ $T \times P \neq k$ ข้อสมมติฐานนี้ตั้งขึ้นโดยอาศัยข้อสังเกตจากผลการทดลองของโฮฟแลนด์ กรีโน และอันเดอร์วูด ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

๒. ถ้าผลการทดลองครั้งนี้สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ ๑. ผู้ค้นคว้าจะศึกษาต่อไปว่า ตัวแปรที่ทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกันนั้น คือ T_i หรือ T_{rs} โดยตั้งสมมติฐานย่อยว่า

ก. ในกลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_{rs} ต่างกัน ผู้เรียนจะใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกัน ข้อสมมติฐานย่อยนี้ตั้งขึ้นโดยอาศัยผลการทดลองของอันเดอร์วูด ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

ข. ในกลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_i ต่างกัน ผู้เรียนจะใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกัน ข้อสมมติฐานย่อยนี้ตั้งขึ้นโดยอาศัยข้อสังเกตจากผลการทดลองของโฮฟแลนด์ และผลการทดลองของกรีโน ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

ขอบเขตของการค้นคว้า

ในการศึกษาครั้งนี้จำกัดขอบเขตของการค้นคว้าดังต่อไปนี้ คือ

๑. พยางค์ที่นำมาให้ผู้เรียนใช้เรียน ต้องเป็นพยางค์ที่มีค่าความสัมพันธ์ เมื่อคิดตามแบบ Sten Scale ตั้งแต่ ๔.๖๖ – ๙.๙๖

๒. การเสนอคู่พยางค์ให้ผู้เรียนเห็น ต้องใช้เครื่องทดลองความจำ

๓. กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชายและหญิงที่กำลังเรียนอยู่ในชั้น มศ. ๔ แผนกวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนซึ่งนักเรียนต้องสอบคัดเลือก หรือได้รับคัดเลือกเข้ามาเรียน

<u>คำจำกัดความของศัพท์เฉพาะ</u>

๑. <u>คู่พยางค์</u> หมายถึงคู่พยางค์ในภาษาไทยซึ่งมีค่าความสัมพันธ์จากการคิดตามแบบ Sten Scale ** ตั้งแต่ ๗.๒๒ - ๙.๕๖ จำนวน ๑๒ พยางค์มาจัดเป็นคู่ ๖ คู่

๒. <u>เวลาเห็นคำเร้า</u> (T_s) หมายถึงเวลาที่คำเร้าปรากฏบนเครื่องทดลองความจำเพียงคำเดียว มีหน่วยเป็น วินาที/ครั้ง

๓. <u>เวลาเห็นคู่พยางค์</u> (T_{rs}) หมายถึงเวลาที่คำเร้าและคำสนองปรากฏร่วมกันบนเครื่องทดลองความจำ มีหน่วยเป็น วินาที/ครั้ง

๔. <u>เวลาระหว่างคู่พยางค์</u> (intertrial interval = T_i วินาที/ครั้ง) คือช่วงเวลาระหว่างที่สิ้นสุดการเห็นคู่พยางค์หนึ่งถึงการเริ่มเห็นคำเร้าของคู่พยางค์ถัดไป

๕. <u>เวลาเรียนคู่พยางค์แต่ละครั้ง</u> (Presentation Time = T) $T = T_s + T_{rs} + T_i$ วินาที/ครั้ง

๖. <u>การเรียนรู้</u> คือ การที่ผู้เรียนตอบคำสนองซึ่งคู่กับคำเร้าได้ถูกทั้ง ๖ คู่ สองรอบติดต่อกัน

** ศรียา สุขแก้ว "ค่าความสัมพันธ์ของพยางค์ไร้ความหมาย ๕๐ พยางค์ <u>ปริญญานิพนธ์</u> หน้า ๕๖ - ๕๗.

๗. <u>จำนวนครั้งที่เรียน</u> (P) มีค่าเท่ากับจำนวนครั้งที่ผู้เรียนเรียนจนสามารถตอบคำสนองซึ่งคู่กับคำเร้าได้ถูกต้องสองรอบติดต่อกัน (n) ลบด้วยสอง ทั้งนี้เพราะการที่ผู้เรียนตอบคำสนองซึ่งคู่กับคำเร้าได้ถูกต้องสองรอบติดต่อกันนั้นแสดงว่าผู้เรียนสามารถจำคู่พยางค์ได้ตั้งแต่ครั้งที่ n - 2 แล้ว

๘. <u>เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน</u> (total time of learning) มีค่าเท่ากับ T x P วินาที

<u>เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้า</u>

ลอร์จ [๑๒] (Lorge) ให้นักเรียนทำ mirror drawing, mirror reading และ code substitution โดยให้แต่ละกลุ่มฝึกทำ ๒๐ ครั้ง ให้ฝึกทำต่อเนื่องกันกลุ่มหนึ่ง มีเวลาพักระหว่างครั้ง ๑ นาที กลุ่มหนึ่ง และมีเวลาพักระหว่างครั้ง ๑ วัน อีกกลุ่มหนึ่ง ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่มีเวลาพักสองกลุ่มหลังทำได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่มีเวลาพัก แต่ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีเวลาพัก ๑ นาที และ ๑ วัน มีค่าน้อยมาก

ผลการทดลองของเขาสอดคล้องกับผลการทดลองของคนอื่น ๆ ที่พบว่าการฝึกแบบมีเวลาพักในงานที่ค่อนข้างยากได้ผลดีกว่าการฝึกแบบไม่มีเวลาพักเลย อย่างไรก็ตามวิธีการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกทั้งสองวิธีโดยให้กลุ่มทดลองมีจำนวนครั้งที่ฝึกเท่ากันนั้น การฝึกแบบมีเวลาพักได้ผลดีกว่าอาจเป็นเพราะมีเวลาการฝึกมากกว่าการฝึกแบบไม่มีเวลาพักก็เป็นได้

ดันแคน [๑๓] (Duncan) ให้นักเรียนใช้ stylus จิ้มลงบนเป้าที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว (rotary pucuit test) เขาแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้ฝึกต่อเนื่องกันโดยไม่มีเวลาพัก อีกกลุ่มหนึ่งมีเวลาพักระหว่างการฝึกเป็น ๒/๓ ของ

---

๑๒ Dees, James, <u>op. cit.</u>, p. 188.

๑๓ <u>Ibid.</u>, p. 189.

เวลาการฝึกทั้งหมด กำหนดให้เวลาการฝึกของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน ดังนั้นกลุ่มที่ฝึกต่อเนื่องกันจะมีจำนวนครั้งที่ฝึกมากกว่ากลุ่มที่มีเวลาพักถึง ๓ เท่า แม้เงื่อนไขการทดลองจะเป็นเช่นนั้น ผลการทดลองพบว่า การฝึกแบบมีเวลาพักได้ผลดีกว่าการฝึกแบบไม่มีเวลาพักตั้งแต่ ๑๐ นาทีแรกหลังจากเริ่มต้นการทดลอง

คิอันเซิล [๑๔] (Kientzle) ทำการทดลองโดยกำหนดเงื่อนไขการทดลองให้เวลาการทำงานแต่ละครั้ง (work period) คงที่ งานที่ให้ทำคือ การพิมพ์หนังสือหัวกลับ ครั้งละ ๑ นาทีเท่ากันทุกกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีเวลาพักระหว่างครั้งที่ฝึกต่างกันตั้งแต่ ๐ วินาที ถึง ๗ วัน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่มีเวลาพักน้อย ๆ จะทำได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่มีการพักเลย แต่กลุ่มที่มีเวลาพักตั้งแต่ ๔๕ วินาทีขึ้นไป ผลที่ได้ไม่ดีขึ้นตามเวลาที่เพิ่มนั้น

คิมเบิล [๑๕] (Kimble) ทดลองให้นักเรียนพิมพ์หนังสือเช่นกัน แต่เวลาการทำงานแต่ละครั้งเป็น ๓๐ วินาที แต่ละกลุ่มมีเวลาพักระหว่างครั้งที่ฝึกต่างกันตั้งแต่ ๐ – ๓๐ วินาที ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่มีเวลาพักมากกว่าจะทำได้ดีกว่ากลุ่มที่มีเวลาพักน้อยกว่า แต่การทดลองของเขาไม่มีกลุ่มที่มีเวลาพักมากกว่า ๓๐ วินาที จึงไม่ทราบว่า ถ้าได้พักระหว่างครั้งเกิน ๓๐ วินาทีแล้ว การทำงานจะได้ผลดีขึ้นตามการเพิ่มของเวลาหรือไม่

ผลการทดลองของคิมเบิลและบิโลโด [๑๖] (Kimble & bilodeau) แสดงความเกี่ยวข้องกัน (interaction) ระหว่างเวลาการทำงานแต่ละครั้ง (work period) กับ

---

[๑๔] Ibid.

[๑๕] Ibid.

[๑๖] Ibid., p. 190.

เวลาพักระหว่างครั้ง การทดลองนั้นพบว่า เวลาการทำงานแต่ละครั้งยิ่งสั้น จะได้ผลงานมากกว่าการเพิ่มเวลาพักระหว่างครั้งที่ฝึก จากการทดลองของนักจิตวิทยาคนอื่น ๆ พอจะสรุปได้ว่า เวลาพักระหว่างครั้งที่ฝึกมีค่าน้อยและช่วงเวลาการทำงานสั้น จะทำให้การฝึกได้ผลมากกว่าเงื่อนไขการทดลองอย่างอื่น แต่เวลาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของงาน

<u>การทดลองที่เกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์</u>

โนดิน [๑๗] (Nodine) ทดลองวิธีเรียนแบบคู่สัมพันธ์โดยจัดเงื่อนไขการทดลองให้เวลาเห็นคำเร้า (T_s) และเวลาเห็นคู่คำ (T_{rs}) เป็น ๑/๒, ๑, ๒ และ ๔ วินาที จัดกลุ่มทดลองเป็น ๑๖ กลุ่ม ผลการทดลองแสดงว่า จำนวนคู่คำที่ผู้เรียนจำได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ T_s หรือ T_{rs}

กรีโน [๑๘] (Greeno) ทดลองวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ (T_i มีค่าน้อย) และแบบแบ่งเป็นตอน (T_i มีค่ามาก) ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์ มีคู่คำที่นำมาเรียน ๖ และ ๑๒ คู่ คำเร้าเป็นคำที่มีความหมายซึ่งเลือกมาจาก Menesota norms คำสนองเป็นเลขตัวเดียว ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ผู้เรียนต้องเรียนคำสนองอีก ผลการทดลองพบว่า การเรียนรู้ซึ่งได้จากวิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอนมีปริมาณมากกว่าวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ

โพสท์แมนและกอกิน [๑๙] (Postman & Goggin) ให้ผู้เรียนเรียนคู่สัมพันธ์โดยใช้วิธีแบ่งเรียนทีละตอน (part method) กับใช้วิธีให้เรียนทีละทั้งหมด สิ่งที่นำมาเรียนเป็นคำที่มีระดับความยากง่ายต่างกัน ผลการทดลองแสดงว่าผู้เรียนซึ่งใช้วิธีเรียนทั้งสอง

---

๑๗ Nodine, Calvin. F., <u>op. cit.</u>

๑๘ Greeno, Jame G., <u>op. cit.</u>

๑๙ Postman & Goggin, <u>op. cit.</u>

วิธีนั้น ใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนไม่ต่างกัน

สำหรับผลการทดลองของบิวเกลสกี ได้กล่าวไว้แล้วอย่างละเอียดในบทนำ หน้า ๓ - ๔

บทที่ ๒

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

การทดลองครั้งนี้มีหลักเกณฑ์การเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

๑. เพื่อควบคุมไม่ให้กลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างด้านความสามารถทางการเรียนมากนัก จึงเลือกเอานักเรียนชั้น มศ. ๔ แผนกวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียนซึ่งรับนักเรียนด้วยวิธีการคัดเลือก หรือสอบคัดเลือกเข้ามาเรียน

๒. เพื่อป้องกันการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากเงื่อนไขการทดลอง เช่น การรู้ตัวล่วงหน้า การจำคู่หยางค์ได้ก่อนการทดลอง จึงต้องจำกัดจำนวนนักเรียนลงเพียงโรงเรียนละ ๖ คน และเวลาการทดลองระหว่าง ๘.๓๐ - ๑๒.๐๐ น. ซึ่งช่วงเวลานี้นักเรียนกำลังอยู่ในชั้นเรียน

อาศัยหลักเกณฑ์การเลือกกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวแล้ว กลุ่มตัวอย่างของการทดลองครั้งนี้จึงประกอบด้วยนักเรียนชายหรือหญิง จำนวน ๕๐ คน โดยใช้วิธีเลือกแบบสุ่มตัวอย่างจากโรงเรียน ๑๕ โรงเรียนในจังหวัดพระนคร

การเลือกกลุ่มตัวอย่างให้อยู่ในเงื่อนไขการทดลองแต่ละอัน ใช้วิธีสุ่มหยิบชื่อกลุ่มตัวอย่างครั้งละ ๑ คน พร้อมกับหยิบเงื่อนไขการทดลองขึ้นมา ๑ อันจากทั้งหมด ๖ อัน ทำเช่นนี้จนครบ ๕๐ ครั้ง จะได้กลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง กลุ่มละ ๑๕ คน ดังแสดงในตาราง ๓.

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้ คือ

ก. เครื่องมือเสนอคู่สัมพันธ์

ตาราง ๓. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มที่	n	เวลาเรียนคู่พยางค์ (วินาที)			T (วินาที)
		T_s	T_{rs}	T_i	
๑	๑๕	๒	๒	๐.๖	๔.๖
๒	๑๕	๒	๒	๔	๘
๓	๑๕	๒	๒	๘	๑๒
๔	๑๕	๒	๖	๐.๖	๘.๖
๕	๑๕	๒	๖	๔	๑๒
๖	๑๕	๒	๖	๘	๑๖

ข. รายการคู่พยางค์

ค. คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง

๑. <u>เครื่องมือเสนอคู่สัมพันธ์</u>

ใช้เครื่องทดลองความจำแบบ 303 B 3 (model 303 B 3) ซึ่งสามารถจะหมุนให้มี T_s และ T_{rs} เป็น ๑/๒ : ๑/๒ : ๑ : ๑, ๒ : ๒ และ ๔ : ๔ วินาที การทดลองครั้งนี้ใช้ค่า T_s และ T_{rs} แบบ ๒ : ๒ วินาที เครื่องมือจะหมุนตามลำดับดังนี้

ก. หมุนให้เห็นเฉพาะคำเร้านาน ๒ วินาที

ข. เปิดให้เห็นคู่พยางค์ตามเงื่อนไขการทดลอง ๒ หรือ ๖ วินาที

ค. หมุนให้มี T_i ตามเงื่อนไขการทดลองคือ ๐.๖ ๔ และ ๘ วินาที

ง. หมุนให้เห็นคำเร้าของคู่พยางค์ใหม่ต่อไป

๒. <u>รายการคู่สัมพันธ์</u>

คือคู่พยางค์ ๖ คู่ พยางค์เหล่านี้มีค่าความสัมพันธ์คิดตามแบบ Sten Scale จาก ๗.๒๒ – ๙.๙๖ ทั้งนี้ได้จากการศึกษาของ ศรียา สุขแก้ว* ดังแสดงไว้ในตาราง ๔.

ตาราง ๔. รายการพยางค์

พยางค์	ค่าความสัมพันธ์	พยางค์	ค่าความสัมพันธ์	พยางค์	ค่าความสัมพันธ์
พรก	๗.๒๒	ออย	๗.๖๗	หอด	๘.๙๖
งอง	๗.๕๘	คอม	๘.๑๓	กอน	๘.๘๓
ชวฉ	๗.๕๘	ทวง	๘.๒๑	ศอบ	๙.๖๑
ยอย	๗.๕๘	ขอน	๘.๙๑	กลง	๙.๔๖

ผู้คนคว้าใช้พยางค์ที่มีค่าความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับจัดเป็นคู่กัน เช่น พรก – งอง ชวฉ – ยอย ยกเว้น ทวง – ขอน ไม่เลือกเป็นคู่กันเพราะมีลักษณะบางอย่าง เช่น การออกเสียงที่จะช่วยให้จำง่ายกว่าคู่พยางค์อื่น ๆ พิมพ์คู่พยางค์ลงบนกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำสลับที่กันเป็น ๓ แบบ ดังแสดงไว้ในตาราง ๕.

การพิมพ์คู่พยางค์ลงบนกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ พิมพ์ชุดที่ ๒ ต่อจากชุดที่ ๑ ชุดที่ ๓ ต่อจากชุดที่ ๒ แล้วพิมพ์ชุดที่ ๑ ต่อจากชุดที่ ๓ เช่นนี้เรื่อยไป ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบเรียงลำดับ (Serial learning)

---

* ศรียา สุขแก้ว อ.ก. หน้า ๕๖ – ๕๗.

ตาราง ๕. คู่พยางค์ และลำดับที่ของการเสนอคู่พยางค์

ชุดที่ ๑		ชุดที่ ๒		ชุดที่ ๓	
คู่พยางค์		คู่พยางค์		คู่พยางค์	
คำเร้า	คำสนอง	คำเร้า	คำสนอง	คำเร้า	คำสนอง
พรก	งอง	ชวณ	ยอย	หอค	ขอน
ชวณ	ยอย	พรก	งอง	พรก	งอง
คอบ	ออย	ทวง	กอน	ศอบ	กลง
ทวง	กอน	คอบ	ออย	ชวณ	ยอย
หอค	ขอน	หอค	ขอน	คอบ	ออย
ศอบ	กลง	ศอบ	กลง	ทวง	กอน

ส่วนช่องว่างระหว่างคู่พยางค์หนึ่งถึงคู่พยางค์ถัดไปในแต่ละชุดพิมพ์ตามเงื่อนไขการทดลอง ดังแสดงในภาคผนวก ก.

๓. <u>คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง</u>

เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้รับคำแนะนำที่เหมือนกัน จึงใช้เครื่องมือต่อไปนี้ ช่วยอธิบาย คือ

ก. คู่มือการทดลอง

ข. คู่พยางค์ที่นำมาฝึกเรียน

๑. <u>คู่มือการทดลอง</u> ได้แก่คำอธิบายซึ่งแจกให้ผู้เรียนอ่านก่อนการเรียนคู่พยางค์จริง มีข้อความดังนี้

" การทดลองนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับการจำคู่พยางค์ ๖ คู่ เพื่อจะได้ทราบว่าท่านจะจำได้รวดเร็วเพียงใด ในการทดลองให้ปฏิบัติดังนี้

<u>การปฏิบัติในรอบแรก</u>

๑) เครื่องมือจะหมุนพยางค์ขึ้นมา ๑ พยางค์ อ่านพยางค์นั้นออกมาดัง ๆ

๒) อีก ๒ วินาทีต่อมา เครื่องมือจะหมุนพยางค์ใหม่ขึ้นมาคู่กับพยางค์เดิม อ่านพยางค์ใหม่นี้ออกมาดัง ๆ อีก

๓) ใช้เวลาที่เหลือจำคู่พยางค์คู่นั้นให้ได้

เครื่องมือจะหมุนคู่พยางค์เดิมต่อไปจนครบ ๖ คู่ แล้วจะเริ่มรอบใหม่ต่อไป (ดูตัวอย่างการทดลองซึ่งให้ใช้คู่พยางค์เพียง ๓ คู่)

(ในตอนนี้ให้นักเรียนได้เรียนคู่พยางค์ที่นำมาฝึกหัดเรียน ๑ รอบ ตามเงื่อนไขการทดลองของผู้เรียน)

<u>การปฏิบัติในรอบที่สองและครั้งต่อไป</u>

๑) เมื่อเห็นพยางค์แรกปรากฏออกมาให้อ่านดัง ๆ แล้วบอกคู่ของพยางค์นั้นทันที ก่อนที่เครื่องจะเปิดให้เห็นคู่ของพยางค์นั้น ในการบอกคู่พยางค์ดังกล่าวนี้ ให้นักเรียนเดาได้ ถ้าเดาถูกจะได้คะแนน ถ้าเดายิดก็ไม่ถูกตัดคะแนน

๒) รอบต่อไปก็ทำเช่นนี้อีก จนนักเรียนสามารถตอบคู่พยางค์ทั้ง ๖ คู่ได้ถูก ๒ รอบติดต่อกัน เราจะถือว่า นักเรียนจำคู่พยางค์นั้นได้ดีแล้ว"

(ให้ผู้เรียนเรียนคู่พยางค์ที่นำมาฝึกเรียนต่อไป จนผู้เรียนจำคู่พยางค์ทั้งสามคู่ได้ถูกสองรอบติดต่อกัน)

๒. <u>คู่พยางค์ที่นำมาฝึกเรียน</u> เลือกเอาคู่พยางค์ ๓ คู่ที่นักเรียนคุ้น ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ผู้เรียนต้องเสียเวลามาเรียนพยางค์แต่ละพยางค์อีก ซึ่งอาจจะใช้เวลานาน และอาจจะทำให้เกิดการขัดยั้งกับคู่พยางค์ที่นำมาเรียนจริงได้ พิมพ์คู่พยางค์สามคู่ลงบนกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ ตามเงื่อนไขของกลุ่มทดลองที่ผู้เรียนได้รับ การพิมพ์สลับลำดับที่เป็น ๓ แบบ ซึ่งแสดงไว้ในตาราง ๖.

ตาราง ๖. คู่พยางค์ที่นำมาฝึกเรียน

ชุดที่ ๑

คู่พยางค์	
คำเร้า	คำสนอง
กง	กน
กม	เกย
กก	กด

ชุดที่ ๒

คู่พยางค์	
คำเร้า	คำสนอง
กม	เกย
กก	กด
กง	กน

ชุดที่ ๓

คู่พยางค์	
คำเร้า	คำสนอง
กก	กด
กง	กน
กม	เกย

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

การทดลองดำเนินเป็นขั้น ๆ ดังนี้

๑. ลำดับที่ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลอง

๒. การแนะนำระเบียบวิธีการทดลอง

๓. การเรียนคู่พยางค์

๔. การเก็บรวบรวมข้อมูล

๑) <u>ลำดับที่ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลอง</u> การทดลองทำโรงเรียนละ ๑ วัน ระหว่างเวลา ๘.๓๐ – ๑๒.๐๐ น. การเลือกกลุ่มตัวอย่างทีละคนมาทำการทดลองนั้น ทำตามลำดับที่ที่สุ่มได้ก่อนการทดลอง

๒) <u>การแนะนำระเบียบวิธีการทดลอง</u> การแนะนำระเบียบวิธีการทดลองแก่ผู้เรียน ทำตามลำดับขั้นดังนี้

ก) ให้ผู้เรียนนั่งห่างจากเครื่องทดลองความจำในระยะที่จะสามารถอ่านหนังสือได้ชัดเจนที่สุด แจกคู่มือการทดลองให้ ๑ แผ่น ผู้ทดลองอ่านให้ฟัง ผู้เรียนดูตามไปจนจบตอนแรก หากผู้เรียนไม่เข้าใจให้ถามได้

ข) ให้ผู้เรียนหัดเรียนจากเครื่องทดลองความจำ ตามเงื่อนไขการทดลองของตน ๑ ครั้ง คู่พยางค์ที่นำมาฝึกเรียนได้แก่ กง – กน กม – เกย และ กก – กด

ค) อ่านคู่มือการทดลองตอนสองให้ผู้เรียนดูตามไปจนจบ แล้วให้ผู้เรียนเรียนคู่พยางค์ ๓ คู่ นั้นอีก จนผู้เรียนบอกคำสนองของคำเร้าได้ถูกต้องสองรอบติดต่อกัน

๓) <u>การเรียนคู่พยางค์</u> เมื่อผู้เรียนเรียนคู่พยางค์ตามคำแนะนำดังกล่าวแล้วเปลี่ยนกระดาษที่พิมพ์คู่พยางค์ ๖ คู่ ตามเงื่อนไขการทดลองแทนกระดาษแผ่นที่หัดเรียนในเครื่องทดลองความจำ แล้วเริ่มเรียน เครื่องทดลองความจำจะหมุนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งผู้เรียนตอบคำสนองของคำเร้าได้ถูกสองรอบติดต่อกัน จึงสุ่มเอาคนต่อไปในกลุ่มตัวอย่างมาทำการทดลอง ทำเช่นนี้จนครบ ๖ คนในโรงเรียนหนึ่ง ๆ จนครบ ๑๕ โรงเรียน

๔) <u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u> ผู้ค้นคว้าเก็บรวบรวมรายละเอียดข้อมูลโดยบันทึก

ก) จำนวนครั้งที่ผู้เรียนเรียนถึงระดับที่สามารถตอบคำสนองของคำเร้าได้ถูกสองรอบติดต่อกัน

ข) จำนวนคู่พยางค์ที่ผู้เรียนจำได้ในการเรียนแต่ละครั้ง

ค) เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน

ในระหว่างการทดลองผู้ค้นคว้าบันทึก จำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียน (n) และจำนวนคู่พยางค์ที่ผู้เรียนจำได้ในแต่ละครั้ง ในกระดาษบันทึกข้อมูล (แสดงไว้ในตาราง ๗.) ส่วนเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนหาได้จาก $T \times P$ $(P = n - 2)$ ยกเว้นกลุ่มที่ ๑ และ ๔ ที่ต้องบวกด้วย ๔ วินาทีทุก ๆ ๑๕ ครั้ง สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๑

ตาราง ๗. กระดาษบันทึกข้อมูล

ครั้งที่ \ ชุดที่	๑	๒	๓	๔	๕	๖	รวม
๑							๐
๒		√		√			๒
———							
———							
n - 2	√		√		√	√	๔
n - 1	√	√	√	√	√	√	๖
n	√	√	√	√	√	√	๖

และบวกด้วย ๔ วินาที ทุก ๆ ๖ ครั้ง สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๔ ทั้งนี้เพราะต้องเว้นช่องว่างในกระดาษพิมพ์ ๑ ช่องก่อนและหลังชุดที่ ๑ เพื่อใช้สำหรับจัดเครื่องมือ และเพื่อบอกผู้เรียนว่า "หมดรอบที่ ๑ จะขึ้นรอบที่ ๒" ซึ่งเครื่องมือจะหมุนว่างในช่องนี้นานช่องละ ๔ วินาที

บทที่ ๓

การวิเคราะห์ข้อมูล และผลการทดลอง

การแปลงข้อมูล

เนื่องจากความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มทดลอง (sample variances) มีความสัมพันธ์กับค่าตัวกลาง[๑] (sample means) กล่าวคือ ค่าความแปรปรวนมากขึ้นตามค่าตัวกลางที่เพิ่มขึ้น จึงไม่สามารถจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามหลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน[๒] (analysis of variances) ได้ ทั้งนี้เพราะข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการดังกล่าวนั้น จะต้องเป็นข้อมูลซึ่งมาจาก distributions ที่มีค่าความแปรปรวนเท่ากัน[๓] จึงได้แปลงข้อมูลให้อยู่ในสเกลของลอกฐานสิบ (common log.) เพื่อให้มีค่าความแปรปรวนเท่ากัน เวลาที่ใช้เรียนโดยเฉลี่ย (ในลอกสเกล) ของกลุ่มทดลองแสดงไว้ในตาราง ๘.

ตาราง ๘. ส่วนเฉลี่ยของเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน (T x P) เมื่อแปลงให้อยู่ในลอกสเกล

กลุ่มที่	n	เวลาเรียนคู่พยางค์แต่ละครั้ง (T_P วินาที)	เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน (LOG. T x P)	
			$\bar{X}$	σ^2
๑	๑๕	๘.๖	๒.๑๑๘	๐.๐๒๑
๒	๑๕	๘.๐	๒.๑๗๐๘	๐.๐๑๖
๓	๑๕	๑๒.๐	๒.๒๐๙๖	๐.๐๔๓

๑ แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

๒ Rays, Williamms, "Consequences of Nonadditivity," An Introduction to Experimental Design, New York: Macmillan, 1960.

๓ Lindquist, E. F., Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, Boston, Houghton Mifflin Company, 1956.

ตาราง ๘. (ต่อ)

กลุ่มที่	n	เวลาเรียนคู่พยางค์แต่ละครั้ง (T วินาที)	เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน (LOG. T x P)	
			$\bar{X}$	σ^2
๔	๑๕	๘.๖	๒.๓๐๒๒	๐.๐๗
๕	๑๕	๑๒.๐	๒.๒๐๑๐	๐.๐๒๕
๖	๑๕	๑๖.๐	๒.๓๓๑๒	๐.๐๒๐

<u>การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล</u>

ผู้ค้นคว้าวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variances) แบบ Simple - Randomized Design [๔] ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงไว้ในตาราง ๙.

ตาราง ๙. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Simple - Randomized Design

แหล่งตัวแปร	df	SS	ms	F
ระหว่างกลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า t ต่างกัน (A)	5	$SS_A = 0.5402$	$ms_A = 0.10804$	3.239*
ภายในกลุ่ม (w)	84	$SS_w = 2.8018$	$ms_w = 0.03335$	
ทั้งหมด (T)	89	$SS_T = 3.342$		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p = .05$.

[๔] <u>Ibid.</u> p. 47.

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลดังปรากฏในตาราง ๙. แสดงว่า สัดส่วนความแปรปรวนระหว่างกลุ่มกับความแปรปรวนภายในกลุ่ม มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 3.239$, $df = 5/84$, $p < .05$) ซึ่งกล่าวได้ว่า ผู้เรียนในกลุ่มต่าง ๆ นั้นใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกันจริง

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในตาราง ๘. จะสังเกตเห็นว่า เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน (T x P ในล็อกสเกล) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า T กล่าวคือค่าของ LOG. (T x P) เพิ่มขึ้นตามค่าของ T ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยกเว้นกลุ่มที่ ๔ กับกลุ่มที่ ๓ และกลุ่มที่ ๔ กับกลุ่มที่ ๕ ซึ่งค่าของ LOG. (T x P) ลดลงเมื่อค่า T เพิ่มขึ้น

เนื่องจาก LOG. (T x P) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า T (หมายความว่า T x P มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ T ด้วย) ดังได้กล่าวมาแล้ว จึงสรุปผลการทดลองได้ว่า ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์ $T \times P \neq k$ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ ๑

เพื่อจะได้ทราบว่า ตัวแปรที่ทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนแตกต่างกันนั้น คือ T_i หรือ T_{rs} ผู้ค้นคว้าใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลของผลการทดลอง (ผลการทดลองแสดงไว้ในตาราง ๑๐.) ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Factorial Design[๕]

ตาราง ๑๐. ส่วนเฉลี่ยของเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน (ในล็อกสเกล) ของกลุ่มทดลองที่ให้ผู้เรียนใช้ค่า T_{rs} และ T_i ต่างกัน

		T_{rs} ๒ วินาที	๖ วินาที	ค่าเฉลี่ย
T_i	๐.๖ วินาที	๒.๑๐๑๘	๒.๓๐๒๒	๒.๒๐๒๐
	๔.๐ วินาที	๒.๑๗๐๘	๒.๒๐๑๐	๒.๑๘๕๙
	๘.๐ วินาที	๒.๒๐๙๖	๒.๓๓๑๒	๒.๒๗๐๔
	ค่าเฉลี่ย	๒.๑๖๐๗	๒.๒๗๘๑	

---

[๕] Ibid. p. 209.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงไว้ในตาราง ๑๑.

ตาราง ๑๑. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Factorial Design

แหล่งตัวแปร	df	SS	ms	F
ระหว่างกลุ่มที่ให้ผู้เรียนใช้ค่า T_{rs} เป็น ๒ และ ๖ วินาที (A)	1	$SS_A = 0.311$	$ms_A = 0.311$	9.424*
ระหว่างกลุ่มที่ให้ผู้เรียนใช้ค่า T_i เป็น ๐.๖, ๔ และ ๘ วินาที (B)	2	$SS_B = 0.121$	$ms_B = 0.0605$	1.848
ระหว่างเซลล์ (cells)	5	$SS_{cells} = 0.530$		
ความเกี่ยวพันภายใน(AB)	2	$SS_{AB} = 0.093$	$ms_{AB} = 0.049$	1.484
ภายในเซลล์ (w)	84	$SS_w = 2.812$	$ms_w = 0.033$	
รวม (T)	89	$SS_T = 3.342$		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p = .05$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลดังปรากฏในตาราง ๑๑. แสดงว่าสัดส่วนความแปรปรวนของความเกี่ยวพันภายในกับความแปรปรวนภายในเซลล์ ไม่มี

นัยสำคัญทางสถิติ ($F = 1.434$, $df = 2/84$, $p > .05$) ซึ่งกล่าวได้ว่าไม่มีความเกี่ยวพันภายในระหว่าง T_{rs} กับ T_i กล่าวคือ ค่า T_{rs} ที่ต่างกันจะมีผลต่อการเรียนคู่ศยางค์ของผู้เรียนในทำนองเดียวกัน ไม่ว่าผู้เรียนจะเรียนโดยให้ใช้ T_i เป็น ๐.๖, ๔.๐ หรือ ๘ วินาที

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลดังปรากฏในตาราง ๑๑. แสดงว่าสัดส่วนความแปรปรวนระหว่างกลุ่มซึ่งให้ใช้ค่า T_{rs} ต่างกันกับความแปรปรวนภายในเซลล์ มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 9.424$, $df = 1/84$, $p < .05$) ซึ่งกล่าวได้ว่ากลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_{rs} ๒ และ ๖ วินาที ผู้เรียนใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกันจริง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ ๒ ก.

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลดังปรากฏในตาราง ๑๑. แสดงว่าสัดส่วนความแปรปรวนระหว่างกลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_i ต่างกันกับความแปรปรวนภายในเซลล์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 1.848$ $df = 2/84$, $p > .05$) ซึ่งกล่าวได้ว่ากลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_i เท่ากับ ๐.๖, ๔.๐ หรือ ๘ วินาทีนั้น ผู้เรียนใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนไม่ต่างกัน ผลการทดลองนี้ไม่สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ ๒ ข.

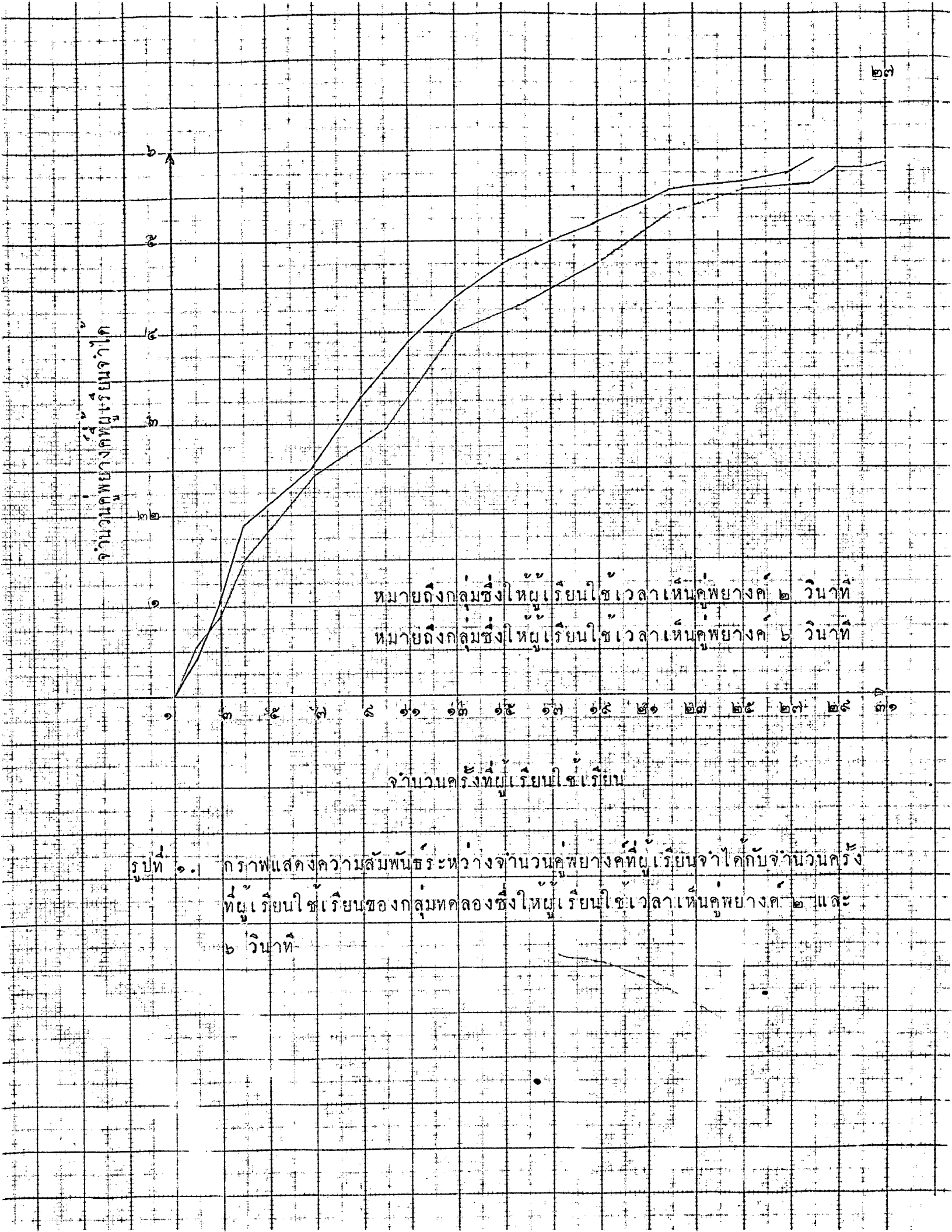
<u>อภิปรายผลการทดลอง</u>

ผลการทดลองสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์ $T \times P \neq k$ แสดงว่า อย่างน้อยที่สุดงานที่ให้ผู้เรียนใช้เรียนในการทดลองครั้งนี้ทำให้ผู้เรียนในกลุ่มต่าง ๆ ต้องใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกัน ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ไม่สนับสนุนข้อสรุปผลของบิวเกลสถิที่มีใจความว่า ในการเรียนสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน ($T \times P$) เป็นตัวแปรเพียงอย่างเดียวที่กำหนดปริมาณการเรียนรู้ของมนุษย์

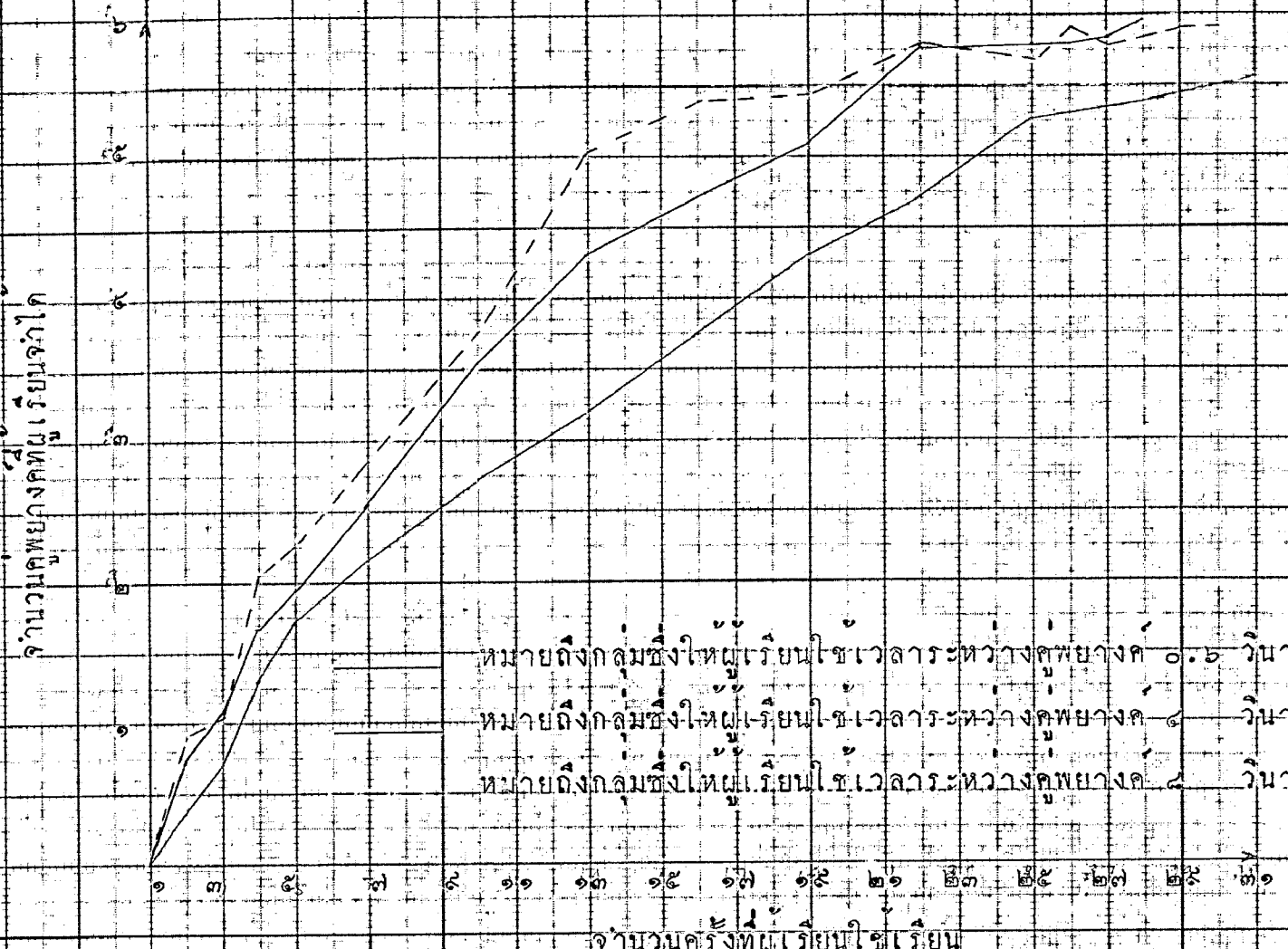
ผลการทดลองครั้งนี้ยังแสดงด้วยว่า T_{rs} เป็นตัวแปรที่จะทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนแตกต่างกัน แต่ถ้าจะศึกษาถึงปริมาณคู่ศยางค์ที่ผู้เรียนจำได้

กับจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียนอย่างการทดลองของโนดีนแล้ว ผลการทดลองครั้งนี้ยังแสดงด้วยว่า ผู้เรียนซึ่งให้ใช้ค่า T_{rs} มาก จำคู่พยางค์ได้มากกว่าผู้เรียนซึ่งให้ใช้ค่า T_{rs} น้อย ดังปรากฏในรูปที่ ๑ ซึ่งผลการทดลองนี้สนับสนุนผลการทดลองของโนดีน แต่เมื่อคำนึงถึงเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนแล้ว กลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้ค่า T_{rs} น้อยกลับใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนน้อยกว่ากลุ่มซึ่งให้ใช้ค่า T_{rs} มาก (ผลการทดลองแสดงไว้ในตาราง ๑๐.)

ถ้าจัดเงื่อนไขการทดลองโดยให้ผู้เรียนกลุ่มหนึ่งใช้เวลาพักระหว่างคู่พยางค์กับอีกกลุ่มหนึ่งไม่ให้ใช้เวลาพักระหว่างคู่พยางค์ และเรียกวิธีเรียนทั้งสองวิธีนี้ว่า วิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอนกับวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ อย่างการทดลองของโฮฟแลนด์และลริโนแล้ว ผลการทดลองครั้งนี้ก็สอดคล้องกับผลการทดลองของโฮฟแลนด์และกริโนด้วย กล่าวคือการเรียนรู้ (ปริมาณคู่คำที่ผู้เรียนจำได้) เกิดจากวิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอนมีปริมาณมากกว่าวิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ ดังปรากฏในรูปที่ ๒ ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคู่พยางค์ที่ผู้เรียนจำได้กับจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียน ของกลุ่มทดลองซึ่งให้ผู้เรียนใช้ T_1 เท่ากับ ๐.๖, ๔.๐ และ ๘ วินาที กลุ่มซึ่งใช้วิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอน (T_1 = ๔.๐, ๘.๐ วินาที) จำคู่พยางค์ได้มากกว่ากลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้วิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ (T_1 = ๐.๖ วินาที) ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง แต่เมื่อคำนึงถึงเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนอย่างการทดลองครั้งนี้แล้ว ปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างของเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนระหว่างกลุ่มซึ่งให้ใช้วิธีเรียนทั้งสองวิธีนั้น



รูปที่ ๑ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคู่พยางค์ที่ผู้เรียนจำได้กับจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียนของกลุ่มทดลองซึ่งให้ผู้เรียนใช้เวลาเห็นคู่พยางค์ ๒ และ ๖ วินาที



รูปที่ ๒. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียนกับจำนวนคู่พยางค์ที่ผู้เรียนจำได้ ของกลุ่มทดลองซึ่งให้ผู้เรียนใช้เวลาระหว่างคู่พยางค์ ๐.๖, ๔ และ ๘ วินาที

บทที่ ๘

บทย่อ สรุปผล และเสนอแนะ

การทดลองครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อจะทดสอบกฎเวลาคงตัว (Constant Time Principle) ของบิวเกลสกี ซึ่งมีใจความว่า ในการเรียนสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นผู้เรียนจะใช้เวลาคงที่ ไม่ว่าจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียนในช่วงเวลาคงที่นั้นจะมากน้อยเพียงใด หรือเขียนแทนได้ว่า $T \times P = k$ (T = เวลาที่ใช้เรียนคู่พยางค์แต่ละครั้ง, P = จำนวนครั้งที่ใช้เรียน k = ค่าคงที่)

กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชายและหญิงซึ่งเรียนอยู่ในชั้น มศ. ๔ แผนกวิทยาศาสตร์ จำนวน ๔๐ คน เลือกให้อยู่ในกลุ่มทดลอง ๖ กลุ่ม ๆ ละ ๑๔ คน ให้แต่ละคนเรียนแบบคู่สัมพันธ์จากเครื่องทดลองความจำ สิ่งที่นำมาเรียนคือคู่พยางค์ ๖ คู่ พยางค์ที่นำมาเข้าคู่กันนี้ แต่ละพยางค์ที่มีค่าความสัมพันธ์เมื่อคิดตามแบบ Sten Scale ตั้งแต่ ๗.๐๐ - ๔.๕๖ กลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มจัดให้ผู้เรียนใช้ค่า T หนึ่งค่า คือ ๔.๖, ๘, ๑๒, ๘.๖, ๑๒ หรือ ๑๖ วินาที ในจำนวน ๖ กลุ่มนี้ ๓ กลุ่มแรกให้ใช้เวลาเห็นคู่พยางค์ (T_{rs}) ครั้งละ ๖ วินาที ๓ กลุ่มหลังให้ใช้ค่า T_{rs} ๖ วินาที สำหรับเวลาพักระหว่างคู่พยางค์ (T_i) กลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๔ ใช้ T_i = ๐.๖ วินาที กลุ่มที่ ๒ และกลุ่มที่ ๕ ใช้ T_i = ๔ วินาที กลุ่มที่ ๓ และกลุ่มที่ ๖ ใช้ T_i = ๘ วินาที และให้ทุกกลุ่มใช้เวลาเห็นคำเร้า (T_c) ครั้งละ ๒ วินาที

ให้ผู้เรียนเรียนคู่พยางค์จากเครื่องทดลองความจำทีละคน จนสามารถตอบคำสนองของคำเร้าได้ถูกทุกคู่สองรอบติดต่อกัน ผู้ทดลองนับจำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียน (n) และหาเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนจาก $T \times P$ ($P = n - 2$)

ผู้ค้นคว้าแปลงเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนให้อยู่ในสเกลของลอกฐานสิบเพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปเหมาะสมสำหรับใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Simple Randomized Design และ

Factorial Design ได้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองครั้งนี้แสดงว่า

๑. ในการเรียนแบบคู่สัมพันธ์ $T \times P \neq k$ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ไม่สนับสนุนกฎเวลาคงตัวของบิวเกลสกี

๒. T_{rs} เป็นตัวแปรที่ทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนต่างกัน ผู้เรียนซึ่งให้ใช้ค่า T_{rs} น้อย ใช้เวลาทั้งสิ้นในการเรียนน้อยกว่าผู้เรียนซึ่งให้ใช้ค่า T_{rs} มาก

๓. การทดลองครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างของเวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียนระหว่างกลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้วิธีเรียนแบบแบ่งเป็นตอน (T_1 มาก) กับกลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนใช้วิธีเรียนแบบเบ็ดเสร็จ (T_1 น้อย)

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

ผลการทดลองครั้งนี้ควรจะถือว่า เป็นผลการทดลองที่ได้จากการจัดเงื่อนไขการทดลองในขอบเขตที่จำกัด และน่าจะได้มีการทดลองต่อไปว่า ถ้าเปลี่ยนแปลงค่า T_s (เวลาเห็นคำเร้า) หรือเปลี่ยนลักษณะของคู่พยางค์ที่นำมาให้ผู้เรียนเรียนต่างจากการทดลองครั้งนี้แล้ว ผลการทดลองจะยังคงสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้หรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ศรียา สุขแก้ว ปริญญานิพนธ์ พิมพ์ดีด (typed) ๒๕๐๙, ๖๗ หน้า.

Bugelski, B. R., "Presentation Time, Total Time, and Mediation in Paired - Associate Learning," Journal of Experimental Psychology, 1962, Volume 63, Number 4, pp. 409 - 412.

_____., and Rickwood, J., "Presentation Time, Total Time, and Mediation in Paired - Associate Learning," Journal of Experimental Psychology, 1963, Volume 65, Number 6, pp. 616 - 617.

Deese, James E., The Psychology of Learning, New York, McGraw - Hill, 1958, 367 pp.

Greeno, James G., "Paired - Associates Learning with Massed and Distributed Repetitions of Items," Journal of Experimental Psychology, 1964, Volume 67, Number 3, pp. 286 - 295.

Lindquist, E. F., Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, Houghton Mifflin Company, Boston, 1956, 393 pp.

Nodine, Calvin F., "Stimulus Durations and Stimulus Characteristics in Paired - Associates Learning," Journal of Experimental Psychology, 1963, Volume 66, Number 1, pp. 100 - 106.

Postman, Leo, and Goggin, Judith, "Whole versus Part Learning of Paired - Associate Lists," Journal of Experimental Psychology, 1966, Volume 71, Number 6, pp. 867 - 877.

Rays, William, An Introduction to Experimental Design, New York, Macmillan, 1960, 254 pp.

Stevens, S. S., Handbook of Experimental Psychology, John Wiley & Sons, Inc., 1960, 1436 pp.

ภาคผนวก ก.

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ก. เครื่องทดลองความจำ

memory drum

เครื่องทดลองความจำคือเครื่องมือที่นักจิตวิทยาใช้สำหรับทดลองวิธีเรียนแบบคู่สัมพันธ์ และแบบเรียงลำดับ การใช้เครื่องมือนี้ในการทดลอง จะช่วยควบคุมให้ผู้เรียนใช้วิธีเรียนแบบเดียวกันได้

ในการทดลองแบบคู่สัมพันธ์เครื่องมือจะหมุนคำเร้า (Stimulus Item) ให้ผู้เรียนเห็นในช่วงเวลาหนึ่ง และจะเปิดคำสนอง (response item) ให้คู่กับคำเร้าในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วเครื่องมือจะหมุนให้ผู้เรียนเห็นว่างในช่วงเวลาถัดไป ก่อนที่จะหมุนคำเร้าของคู่สยางค์ใหม่ขึ้นมา

จัยปฏิบัติของผู้เรียนในระหว่างการทดลองต้องแล้วแต่เงื่อนไขการทดลอง ในการทดลองครั้งนี้ ให้ผู้เรียนอ่านคำเร้าเมื่อคำเร้าปรากฏออกมา และอ่านคำสนองเมื่อเครื่องมือเปิดให้เห็นคำสนอง และบอกให้นักเรียนพยายามจำคู่สยางค์คู่นั้น ทำเช่นนี้จนเครื่องมือหมุนให้เห็นคู่สยางค์ทุกคู่ที่นำมาให้เรียน ส่วนในรอบหลัง ๆ ผู้เรียนจะต้องอ่านคำเร้าเมื่อเห็นคำเร้าปรากฏออกมา และบอกคำสนองของคำเร้าก่อนที่เครื่องจะเปิดให้เห็นคำสนองนั้น เครื่องมือจะหมุนตามแบบเดิมไปเรื่อย ๆ และจะสิ้นสุดการทดลองเมื่อผู้เรียนตอบคำสนองของคำเร้าได้ถูกทุกคู่สองรอบติดต่อกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ สามารถหมุนให้มีเวลาเห็นคำเร้า และเวลาเห็นคู่พยางค์ได้ ๑/๒ : ๑/๒, ๑ : ๑, ๒ : ๒, และ ๔ : ๔ วินาที แต่การทดลองครั้งนี้ใช้แบบ ๒ : ๒ วินาที และใช้เวลาระหว่างคู่พยางค์ ๐.๖, ๔.๐ และ ๘.๐ วินาที ซึ่งต้องพิมพ์คู่พยางค์ในลักษณะที่ต่างกัน ตามเงื่อนไขการทดลอง

ข. สถานที่ทำการทดลอง

ผู้ทดลองเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในชั้น มศ. ๔ แผนกวิทยาศาสตร์ จำนวน ๔๐ คน เลือกมาโรงเรียนละ ๖ คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่าง จากโรงเรียนต่าง ๆ ดังมีรายชื่อต่อไปนี้

๑. โรงเรียนสายปัญญา
๒. โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย
๓. โรงเรียนสายน้ำผึ้ง
๔. โรงเรียนเทพศิรินทร์
๕. โรงเรียนวัดไตรมิตร
๖. โรงเรียนยานนาวา
๗. โรงเรียนวัดราชาธิวาส
๘. โรงเรียนมัธยมสาธิตประสานมิตร
๙. โรงเรียนปทุมคงคา
๑๐. โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม
๑๑. โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย
๑๒. โรงเรียนโยธินบูรณะ
๑๓. โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
๑๔. โรงเรียนสตรีวิทยา
๑๕. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

ค. การพิมพ์คู่พยางค์สำหรับใช้กับเครื่องทดลองความจำ

๑. การพิมพ์คู่พยางค์สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๑

ชุดที่ ๑	พรก	งอง
	ชวณ	ยอย
	ดอบ	ออย
	ทวง	ดอน
	หอด	ขอน
	ศอบ	กลง
ชุดที่ ๒	ชวณ	ยอย
	พรก	งอง
	ทวง	ดอน
	ดอบ	ออย
	หอด	ขอน
	ศอบ	กลง
ชุดที่ ๓	หอด	ขอน
	พรก	งอง
	ศอบ	กลง
	ชวณ	ยอย
	ดอบ	ออย
	ทวง	ดอน

พิมพ์ชุดที่ ๑, ๒, ๓, ๑, ๒ ต่อไปจนหมดกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ

๒. <u>การพิมพ์คำยางคำสำหรับกลุ่มทดลองที่ ๒</u>

ชุดที่ ๑	พรก	งอง
	ขวณ	ยอย
	คอบ	ออย
	ฑวง	กอน
	หอค	ขอน
	ศอบ	กลง
ชุดที่ ๒	ขวณ	ยอย
	พรก	งอง
	ฑวง	กอน
	คอบ	ออย
	หอค	ขอน

ชุดที่ ๒ (ต่อ) ศอบ กลง

พิมพ์ชุดที่ ๓, ชุดที่ ๑, ชุดที่ ๒ ต่อไปจนหมดความยาวของกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ

๓. <u>การพิมพ์คู่พยางค์สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๓</u>

ชุดที่ ๑ พรก งอง

ชวฆ ยอย

ดอบ ออย

ทวง กอน

หอด ขอน

ศอบ กลง

พิมพ์ชุดที่ ๒, ชุดที่ ๓, ชุดที่ ๑ ต่อไปจนหมดกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ

๔. <u>การพิมพ์คู่พยางค์สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๔</u>

ชุดที่ ๑	พรก	งอง	
	พรก		งอง
	ชวฌ	ยอย	
	ชวฌ		ยอย
	คอบ	ออย	
	คอบ		ออย
	ทวง	กอน	
	ทวง		กอน
	หอค	ขอน	
	หอค		ขอน
	ศอบ	กลง	
	ศอบ		กลง
ชุดที่ ๒	ชวฌ	ยอย	
	ชวฌ		ยอย
	พรก	งอง	
	พรก		งอง
	ทวง	กอน	
	ทวง		กอน
	คอบ	ออย	
	คอบ		ออย

ชุดที่ ๒ (ต่อ) หอค ขอน

หอค ขอน

ศอบ กลง

ศอบ กลง

พิมพ์ชุดที่ ๓, ๑, ๒ ต่อไปจนหมดกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ

๕. <u>การพิมพ์พยางค์สำหรับกลุ่มทดลองที่ ๕</u>

ชุดที่ ๑	พรก	งอง	
	พรก		งอง
	ชวน	ยอย	
	ชวน		ยอย
	กอบ	ออย	
	กอบ		ออย
	ฑวง	กอน	
	ฑวง		กอน
	หอด	ธอน	
	หอด		ธอน
	ศอบ	กลง	
	ศอบ		กลง

พิมพ์ชุดที่ ๒, ๓, ๑, ๒ ต่อไปจนหมดกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ

๖. การพิมพ์คำหยางคสำหรับกลุ่มทดลองที่ ๖

ชุดที่ ๑

พรก งอง

พรก งอง

ชวฒ ยอย

ชวฒ ยอย

คอบ ออย

คอบ ออย

ทวง กอน

ทวง กอน

หอค ขอน

หอค ขอน

ศอบ กลง

ศอบ กลง

พิมพ์ชุดที่ ๒, ๓, ๑, ๒ ต่อไปจนหมดกระดาษที่ใช้กับเครื่องทดลองความจำ

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลของการทดลอง

ตาราง ๑๒. เวลาทั้งสิ้นที่ผู้เรียนใช้เรียน (วินาที)

กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔	กลุ่มที่ ๕	กลุ่มที่ ๖
๗๖.๔	๘๘	๗๒	๕๔.๖	๘๔	๕๖
๕๔.๘	๕๖	๕๖	๖๘.๒	๕๖	๕๖
๕๔.๘	๑๒๐	๑๐๘	๑๔๔	๑๐๘	๑๔๔
๕๕.๔	๑๒๐	๑๒๐	๑๕๓	๑๐๘	๑๕๒
๑๐๔.๐	๑๒๐	๑๒๐	๑๗๘.๘	๑๔๔	๑๕๒
๑๑๗.๘	๑๔๔	๑๓๒	๑๗๘.๘	๑๔๔	๑๕๒
๑๒๒.๔	๑๕๒	๑๓๒	๒๐๐	๑๕๖	๑๕๒
๑๒๗.๐	๑๕๒	๑๔๔	๒๑๗.๒	๑๘๐	๒๒๔
๑๓๑.๖	๑๖๐	๑๔๔	๒๒๕.๘	๑๘๐	๒๒๔
๑๓๖.๒	๑๖๘	๑๖๘	๒๓๔.๔	๑๕๒	๒๔๐
๑๓๖.๒	๑๖๘	๒๒๘	๒๓๔.๔	๑๕๒	๒๗๒
๑๔๕.๔	๑๘๔	๒๔๐	๒๔๗	๒๐๔	๒๘๘
๑๘๕.๖	๑๘๔	๒๖๔	๓๖๖.๒	๒๕๒	๓๐๔
๑๕๕.๔	๒๑๖	๓๓๖	๔๕๑.๐	๒๕๒	๔๑๖
๑๕๕.๔	๒๒๔	๔๖๘	๔๗๒.๘	๒๖๔	๔๓๒

ตาราง ๑๓. ส่วนเฉลี่ยของเวลาทั้งสิ้นที่ผู้เรียนใช้เรียน

กลุ่มที่	n	เวลาเรียนคู่ทยางคั่น แต่ละครั้ง(T วินาที)	เวลาทั้งสิ้นที่ใช้เรียน (T x P)	
			$\bar{X}$	σ^2
๑	๑๕	๔.๖	๑๓๑.๓๖๐	๑๓๔๖.๑๒๘
๒	๑๕	๘.๐	๑๕๓.๐๗๐	๑๔๖๒.๓๗๕
๓	๑๕	๑๒.๐	๑๘๔.๘๐๐	๑๐๕๕๖.๑๖๐
๔	๑๕	๘.๖	๒๒๔.๐๘๐	๑๑๒๔๗.๕๐๘
๕	๑๕	๑๒.๐	๑๗๐.๔๐๐	๓๑๑๔.๒๔
๖	๑๕	๑๖.๐	๒๓๓.๖๐๐	๕๐๐๔.๓๗๓

ตาราง ๑๔. แสดงเวลาที่ผู้เรียนใช้เรียนเมื่อแปลงให้อยู่ในสเกลของล้อกฐานสิบ

กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔	กลุ่มที่ ๕	กลุ่มที่ ๖
๑.๘๘๐๘๑	๑.๕๔๔๔๘	๑.๘๕๗๒๗	๑.๗๗๕๒๕	๑.๕๒๔๒๘	๑.๕๘๒๒๗
๑.๕๗๖๘๑	๑.๕๘๒๒๗	๑.๕๘๒๒๗	๑.๘๓๓๗๘	๑.๕๘๒๒๗	๑.๕๘๒๒๗
๑.๕๗๖๘๑	๒.๐๗๕๑๘	๒.๐๓๓๔๒	๒.๑๗๓๑๕	๒.๐๓๓๔๒	๒.๑๕๘๓๖
๑.๕๕๗๓๕	๒.๐๗๕๑๘	๒.๐๗๕๑๘	๒.๑๘๔๖๕	๒.๐๓๓๔๒	๒,๒๘๓๓๐
๒.๐๑๗๐๓	๒.๑๕๘๓๖	๒.๐๗๕๑๘	๒.๒๕๐๔๒	๒.๑๕๘๓๖	๒.๒๘๓๓๐
๒.๐๗๑๘๘	๒.๑๘๑๘๔	๒.๑๒๐๕๗	๒.๒๕๐๔๒	๒.๑๕๘๓๖	๒.๒๘๓๓๐
๒.๐๘๖๓๖	๒.๑๘๑๘๔	๒.๑๒๐๕๗	๒.๓๐๑๐๓	๒.๑๕๓๑๒	๒.๒๘๓๓๐
๒.๑๐๓๘๐	๒.๒๐๔๑๒	๒.๑๕๘๓๖	๒.๓๔๒๔๒	๒.๒๕๕๒๗	๒.๓๕๐๒๕
๒.๑๒๐๕๗	๒.๒๒๕๓๑	๒.๑๕๘๓๖	๒.๓๖๑๗๓	๒.๒๕๕๒๗	๒.๓๕๐๒๕
๒.๑๓๓๕๔	๒.๒๒๕๓๑	๒.๑๕๘๖๖	๒.๓๘๐๒๑	๒.๒๘๓๓๐	๒.๓๘๐๒๑
๒.๑๓๓๕๔	๒.๒๖๔๘๒	๒.๓๕๗๕๓	๒.๓๘๐๒๑	๒.๒๘๓๓๐	๒.๔๓๔๕๗
๒.๑๖๑๓๗	๒.๒๖๔๘๒	๒.๓๘๐๒๑	๒.๓๕๗๕๕	๒.๓๐๕๖๓	๒.๔๕๕๓๕
๒.๒๖๕๕๑	๒.๐๗๕๑๘	๒.๔๒๑๖๐	๒.๕๖๘๒๐	๒.๔๐๑๔๐	๒.๔๘๒๘๗
๒.๒๕๘๘๕	๒.๓๓๔๔๕	๒.๕๒๖๓๔	๒.๖๕๓๒๑	๒.๔๐๑๔๐	๒.๖๑๔๐๕
๒.๒๕๘๘๕	๒.๓๕๐๒๕	๒.๖๗๐๒๕	๒.๖๘๑๒๔	๒.๓๔๒๔๒	๒.๖๓๕๔๘

ตาราง ๑๕. จำนวนครั้งที่ผู้เรียนใช้เรียน

กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔	กลุ่มที่ ๕	กลุ่มที่ ๖
๑๔	๑๑	๖	๖	๗	๖
๑๘	๑๒	๘	๗	๘	๖
๑๘	๑๕	๙	๑๒	๙	๙
๑๙	๑๕	๑๐	๑๕	๙	๑๒
๒๐	๑๕	๑๐	๑๘	๑๒	๑๒
๒๓	๑๘	๑๑	๑๘	๑๓	๑๒
๒๔	๑๙	๑๑	๒๐	๑๓	๑๓
๒๕	๑๙	๑๒	๒๒	๑๕	๑๔
๒๖	๒๐	๑๒	๒๓	๑๕	๑๔
๒๗	๒๑	๑๔	๒๔	๑๖	๑๕
๒๗	๒๑	๑๙	๒๔	๑๖	๑๗
๒๙	๒๓	๒๐	๒๕	๑๗	๑๘
๓๖	๒๓	๒๒	๓๗	๒๑	๑๙
๓๙	๒๗	๒๘	๔๕	๒๑	๒๖
๓๙	๒๘	๓๙	๔๘	๒๒	๒๗

ตาราง ๑๖. ส่วนเฉลี่ยของจำนวนคู่พยางค์ที่ผู้เรียนในกลุ่มทดลองจำได้

ครั้งที่	กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔	กลุ่มที่ ๕	กลุ่มที่ ๖
๑	๐.๐	๐.๐	๐.๐	๐.๐	๐.๐	๐.๐
๒	๐.๒๖๖	๐.๖๖๖	๐.๗๓๓	๐.๕๓๓	๐.๘๐๐	๑.๐๖๖
๓	๐.๔๖๖	๑.๒๖๖	๑.๐๐	๐.๙๓๓	๑.๑๓๓	๑.๑๓๓
๔	๑.๒๐๐	๑.๖๐๐	๑.๗๓๓	๑.๔๖๖	๑.๘๐๐	๒.๔๐๐
๕	๑.๓๓๓	๑.๖๖๖	๒.๐๐	๒.๐๖๖	๒.๒๐๐	๒.๔๖๖
๖	๑.๒๐๐	๒.๒๐๐	๒.๐๖๖	๒.๐๐๐	๒.๕๓๓	๒.๑๔๒
๗	๑.๕๓๓	๒.๕๓๓	๒.๕๓๓	๒.๔๐๐	๒.๕๓๓	๒.๗๓๓
๘	๑.๗๓๓	๒.๒๐๐	๓.๔๖๖	๒.๕๓๓	๓.๘๖๖	๓.๓๓๓
๙	๑.๘๐๐	๒.๔๐๐	๓.๖๖๖	๒.๘๐๐	๓.๔๖๖	๓.๖๐๐
๑๐	๒.๓๓๓	๒.๙๓๓	๓.๖๖๖	๓.๑๓๓	๔.๑๓๓	๓.๘๐๐
๑๑	๒.๗๓๓	๒.๘๖๖	๓.๙๓๓	๓.๒๖๖	๔.๔๐๐	๔.๑๓๓
๑๒	๒.๕๓๓	๓.๒๐๐	๔.๖๐๐	๓.๐๐๐	๔.๑๓๓	๔.๐๖๖
๑๓	๒.๖๐๐	๔.๒๐๐	๕.๒๖๖	๓.๘๐๐	๔.๔๖๖	๔.๘๖๖
๑๔	๓.๐๐๐	๔.๓๓๓	๕.๑๓๓	๔.๔๖๖	๕.๑๓๓	๕.๒๐๐
๑๕	๓.๔๐๐	๔.๒๖๖	๕.๒๐๐	๓.๘๖๖	๕.๓๓๓	๕.๒๖๖
๑๖	๓.๖๖๖	๔.๒๐๐	๕.๑๓๓	๓.๘๐๐	๕.๒๖๖	๕.๖๖๖
๑๗	๓.๖๐๐	๔.๔๖๖	๕.๓๓๓	๔.๓๓๓	๕.๕๓๓	๕.๔๖๖
๑๘	๔.๐๖๖	๔.๗๓๓	๕.๔๐๐	๔.๐๐๐	๕.๖๐๐	๕.๔๖๖
๑๙	๔.๒๖๖	๔.๔๖๖	๕.๔๖๖	๔.๓๓๓	๕.๗๓๓	๕.๔๖๖
๒๐	๔.๒๖๖	๕.๑๓๓	๕.๕๓๓	๔.๔๐๐	๕.๖๖๖	๕.๘๖๖

ตาราง ๑๖. (ต่อ)

ครั้งที่	กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔	กลุ่มที่ ๕	กลุ่มที่ ๖
๒๑	๔.๒๖๖	๕.๖๐๐	๕.๗๓๓	๔.๖๖๖	๕.๖๖๖	๕.๗๓๓
๒๒	๔.๖๐๐	๕.๖๖๖	๕.๗๓๓	๔.๘๖๖	๕.๙๓๓	๕.๙๓๓
๒๓	๕.๐๐๐	๕.๕๓๓	๕.๘๐๐	๕.๐๖๖	๖.๐๐๐	๕.๘๖๖
๒๔	๔.๘๖๖	๕.๖๖๖	๕.๖๖๖	๕.๐๐๐	๖.๐๐๐	๕.๗๓๓
๒๕	๕.๒๖๖	๕.๖๖๖	๕.๗๓๓	๕.๒๖๖		๕.๗๓๓
๒๖	๕.๒๖๖	๕.๖๖๖	๖.๐๐๐	๕.๑๓๓		๕.๘๖๖
๒๗	๕.๐๐	๕.๘๖๖	๕.๗๓๓	๕.๔๐๐		๕.๙๓๓
๒๘	๕.๒๐๐	๕.๙๓๓	๕.๗๓๓	๕.๖๖๖		๖.๐๐๐
๒๙	๕.๖๐๐	๖.๐๐๐	๕.๘๖๖	๕.๔๖๖		๖.๐๐๐
๓๐	๕.๕๓๓	๖.๐๐๐	๕.๘๖๖	๕.๒๖๖		
๓๑	๕.๖๖๖		๕.๘๖๖	๕.๔๖๖		
๓๒	๕.๔๖๖		๕.๙๓๓	๕.๕๓๓		
๓๓	๕.๔๖๖		๕.๘๖๖	๕.๔๖๖		
๓๔	๕.๖๐๐		๕.๙๓๓	๕.๗๓๓		
๓๕	๕.๖๖๖		๕.๙๓๓	๕.๖๖๖		
๓๖	๕.๖๖๖		๕.๙๓๓	๕.๖๖๖		
๓๗	๕.๘๐๐		๕.๙๓๓	๕.๘๐๐		
๓๘	๕.๙๓๓		๕.๙๓๓	๕.๘๖๖		
๓๙	๕.๗๓๓		๕.๘๖๖	๕.๘๐๐		
๔๐	๖.๐๐๐		๖.๐๐๐	๕.๗๓๓		

ตาราง ๑๖. (ต่อ)

ครั้งที่	กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔	กลุ่มที่ ๕	กลุ่มที่ ๖
๔๑	๖.๐๐๐		๖.๐๐๐	๕.๕๓๓		
๔๒				๕.๔๖๖		
๔๓				๕.๔๖๖		
๔๔				๕.๕๓๓		
๔๕				๕.๔๖๖		
๔๖				๕.๕๓๓		
๔๗				๖.๐๐		
๔๘				๕.๕๓๓		
๔๙				๖.๐๐๐		
๕๐				๖.๐๐๐		

ภาคผนวก ค.

วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ

Simple Randomized Design

ผู้ทดลองใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Simple Randomized Design โดยอาศัยสูตรที่แสดงไว้ในตาราง ๑๗.

ตาราง ๑๗. สูตรสำหรับคำนวณหาความแปรปรวนแบบ Simple Randomized Design

แหล่งตัวแปร	df	SS	ms
ระหว่างกลุ่ม (A)	a - 1	$SS_A = \sum_{j=1}^{a} T_j^2/n_j - T^2/N$	$mS_A = SS_A/(a-1)$
ภายในกลุ่ม (W)	N - a	$SS_W = SS_T - SS_A$	$mS_W = SS_W/(N-a)$
รวม (T) Total	N - 1	$SS_T = \sum_{j=1}^{a} \sum^{n_j} X^2 - T^2/N$	

a = จำนวนกลุ่มทดลอง

n_j = จำนวนข้อมูลในกลุ่มทดลองที่ j

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

T_j = ผลบวก ($\sum X$) ของข้อมูลในกลุ่มทดลองที่ j

$\sum_{j=1}^{a} \sum^{n_j} X^2$ = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลทั้งหมด

SS_A = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลระหว่างกลุ่ม

SS_W = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลภายในกลุ่ม

ผู้ค้นคว้าคำนวณตามลำดับขั้นดังนี้

๑. <u>หาผลบวกของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม</u> (ΣX) ซึ่งแทนค่าด้วย T_j

ผลลัพธ์ของ T_j/n_j

ผลบวกของกำลังสองของข้อมูล (ΣX^2)

นำค่าที่ได้นี้แทนในตาราง ๑๘.

ตาราง ๑๘. ค่า n_j, T_j, X^2, T_j^2/n_j

	กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔	กลุ่มที่ ๕	กลุ่มที่ ๖
n_j	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕
T_j	๓๑.๕๒๗๒	๓๒.๕๕๕๕	๓๓.๑๔๔๔	๓๔.๕๓๓๘	๓๓.๐๑๕๓	๓๔.๔๖๘๕
ΣX^2	๖๖.๔๗๕๓	๗๐.๘๕๓๔	๗๓.๔๐๗๔	๘๐.๔๐๒๔	๗๒.๕๘๓๑	๘๒.๐๓๐๔
T_j^2/n_j	๖๖.๒๖๔๒	๗๐.๖๕๗๓	๗๓.๒๑๖๗	๗๔.๕๐๕๕	๗๒.๖๖๗๓	๘๑.๕๑๕๗

$N = 90$

$T = \sum_{j=1}^{6} T_j = 199.7447$

๒. <u>หาค่า</u> SS_T

จากสูตร $SS_T = \sum_{j=1}^{a} \sum^{n_j} X^2 - T^2/N$

$= 66.4753 + 70.8534 + \ldots + 82.0309 - \frac{(199.7447)^2}{90}$

$= 446.6525 - 443.3105$

$= 3.3420$

๓. <u>หาค่า</u> SS_A

จากสูตร $SS_A = \sum_{j=1}^{a} T_j^2/n_j - T^2/N$

$= 66.2642 + 70.6573 + \ldots + 81.5197 - \frac{(199.7447)^2}{90}$

$= 443.8507 - 443.3105$

$= 0.5402$

๔. <u>หาค่า</u> SS_W

จากสูตร $SS_W = SS_T - SS_A$

$= 3.342 - 0.5402$

$= 2.8018$

๕. <u>หาค่า</u> mS_A

จากสูตร $mS_A = SS_A / (a - 1)$

$= 0.5402/5$

$= 0.10804$

๖. <u>หาค่า</u> ms_W

จากสูตร $ms_W = SS_W / (n - a)$

$= 2.8018/84$

$= 0.03335$

๗. <u>หาค่า</u> F

จากสูตร F $= ms_A / ms_W$ $df = (a - 1)/(N - a)$

$= 0.10804/0.03335$ $df = 5/84$

$= 3.239$ $df = 5/84$

จาก table F ที่ 5/60 df, $p = .025$ มีค่า ๒.๗๙ แสดงว่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = .05$ (2 tailed test) ต้องมีค่า ≥ 2.79

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ

Factorial Design

ผู้ค้นคว้าใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Factorial Design โดยอาศัยสูตรที่แสดงไว้ในตาราง ๑๙.

ตาราง ๑๙. สูตรสำหรับคำนวณหาความแปรปรวนแบบ Factorial Design

แหล่งตัวแปร	df	SS	ms
ระหว่างกลุ่มตามแนวตั้ง (c)	c - 1	$SS_c = \sum_{j=1}^{c} T_j^2/n_j - T^2/N$	$ms_c = SS_c/(c-1)$
ระหว่างกลุ่มตามแนวนอน (R)	r - 1	$SS_R = \sum_{i=1}^{r} T_i^2/n_i - T^2/N$	$ms_R = SS_R/(r-1)$
ระหว่างเซลล์ (cells)	rc - 1	$SS_{cells} = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} T_{ij}^2/n_{ij} - T^2/N$	
ความเกี่ยวพันภายใน (R x C)	(r - 1)(c - 1)	$SS_{RC} = SS_{cells} - SS_R - SS_c$	$ms_{RC} = SS_{RC}/(c-1)(r-1)$
ภายในเซลล์ (w)	N - rc	$SS_w = SS_T - SS_{cells}$	$ms_w = SS_w/N - rc$
รวม (T)	N - 1	$SS_T = \sum_{j=1}^{c}\sum_{i=1}^{r}\sum^{n_{ij}} X^2$	

c = จำนวนแถวตามแนวตั้ง

r = จำนวนแถวตามแนวนอน

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

T = ผลบวกของข้อมูลทั้งหมด

T_j = ผลบวกของข้อมูลในแถวตั้ง j

T_i = ผลบวกของข้อมูลในแถวนอน i

T_{ij} = ผลบวกของข้อมูลในช่อง (cell) ij

$\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} n_{ij}\bar{X}^2$ = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลทั้งหมด

SS_C = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลระหว่างแถวในแนวตั้ง

SS_R = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลระหว่างแถวในแนวนอน

SS_{cells} = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลระหว่างช่อง (cells)

SS_{RC} = ผลบวกของกำลังสองของความเกี่ยวพันภายใน

SS_W = ผลบวกของกำลังสองของข้อมูลภายในกลุ่ม

ผู้ค้นคว้าคำนวณตามลำดับขั้นดังนี้

๑. ผลบวก ΣX (ซึ่งคือค่า T_{ij} ในตาราง)) ของข้อมูลใน
กำลังสองของผลบวก $(\Sigma X)^2$ ซึ่งคือค่า T_{ij}^2 ในตาราง) แต่ละเซลล์
ผลบวกของกำลังสอง (ΣX^2))

ผลบวกในแต่ละแถวตามแนวนอน (T_i)

ผลบวกในแต่ละแถวตามแนวตั้ง (T_j)

ผลบวกของข้อมูลทั้งหมด (T)

ผลลัพธ์ของ T_{ij}^2/n_{ij}

ผลลัพธ์ของ T_i^2/n_i

และลัพท์ของ T_j^2/n_j

รวมค่าเหล่านี้ไว้ในตาราง ๒๐.

๒. <u>หาค่า</u> T^2/N

$$T^2/N = 199.7447^2/90$$

$$= 443.311$$

๓. <u>หาค่า</u> SS_T

$$SS_T = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{c} \sum^{n_{ij}} X^2 - T^2/N$$

$$= 446.6525 - 443.311$$

$$= 3.342$$

ตาราง ๒๐. ค่า T_{ij}, ΣX^2, T_{ij}^2/n_{ij}, T_i, T_i^2/n_i, T_j, T_j^2/n_j, T

	กลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนเห็นคู่พยางค์ ๒ วินาที	กลุ่มซึ่งให้ผู้เรียนเห็นคู่พยางค์ ๖ วินาที	T_i	T_i^2/n_i
เรียนในเวลาระหว่างคู่พยางค์ ๑.๐ วินาที				
T_{ij}	31.5272	34.5338	66.0610	145.468
ΣX^2	66.4753	80.4024		
T_{ij}^2/n_{ij}	66.263	79.506		
เรียนในเวลาระหว่างคู่พยางค์ ๔ วินาที				
T_{ij}	32.5555	33.0153	65.5708	143.318
ΣX^2	70.8534	72.9831		
T_{ij}^2/n_{ij}	70.655	72.666		
เรียนในเวลาระหว่างคู่พยางค์ ๒ วินาที				
T_{ij}	33.1444	34.9685	68.1129	154.646
ΣX^2	73.9074	82.0309		
T_{ij}^2/n_{ij}	73.234	81.517		
T_j	97.2271	102.5176	$T = 199.7447$	
T_j^2/n_j	210.068	233.554		

๔. <u>หาค่า</u> SS_c

$$SS_c = \sum_{j=1}^{c} T_j^2 / n_j - T^2 / N$$

$$= 210.065 + 233.554 - 443.311$$

$$= 0.311$$

๕. <u>หาค่า</u> SS_R

$$SS_R = \sum_{j=1}^{r} T_i^2 / n_i - T^2 / N$$

$$= 145.468 + 143.318 + 154.646 - 443.311$$

$$= 0.121$$

๖. <u>หาค่า</u> SS_{cells}

$$SS_{cells} = \sum_{j=1}^{c} \sum_{i=1}^{r} T_{ij}^2 / n_{ij} - T^2 / N$$

$$= 66.265 + 79.506 + \ldots + \ldots + 73.234 + 81.517$$

$$- 443.311$$

$$= 0.530$$

๗. <u>หาค่า</u> SS_{RC}

$$SS_{RC} = SS_{cells} - SS_R - SS_C$$

$$= 0.530 - 0.121 - 0.311$$

$$= 0.098$$

๘. <u>หาค่า</u> SS_w

$$SS_w = SS_T - SS_{cells}$$
$$= 3.342 - 0.530$$
$$= 2.812$$

ผลที่ได้จากข้อ ๓ – ๘ ใส่ลงในตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Factorial Design ที่แสดงไว้ในตาราง ๑๑.

๙. <u>หาค่า</u> mS_C

$$mS_C = SS_C / (c - 1)$$
$$= 0.311/1$$
$$= 0.311$$

๑๐. <u>หาค่า</u> mS_R

$$mS_R = SS_R / (r - 1)$$
$$= 0.121/2$$
$$= 0.0605$$

๑๑. <u>หาค่า</u> mS_{RC}

$$mS_{RC} = SS_{RC} / (r - 1)(c - 1)$$
$$= 0.098 / 2$$
$$= 0.049$$

๑๒. <u>หาค่า</u> mS_w

$$mS_w = SS_w / N - rc$$
$$= 2.812 / 84$$
$$= 0.033$$

๑๓. <u>หาค่า</u> F

$$F = mS_C / mS_W$$
$$= 0.311 / 0.033$$
$$= 9.424 \quad df = 1/84$$

จาก table F ที่ 1/60 df, p = .025 มีค่า ๕.๒๙ แสดงว่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p = .05 (2 tailed test) ต้องมีค่า $\geq$ 5.29

$$F = mS_R / mS_W$$
$$= 0.0605 / 0.033$$
$$= 1.848 \quad df = 2 / 84$$

จาก table F ที่ 2/60 df, p = .025 มีค่า ๓.๙๓ แสดงว่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p = .05 (2 tailed test) ต้องมีค่า $\geq$ 3.93

$$F = mS_{RC} / mS_W$$
$$= 0.049 / 0.033$$
$$= 1.484 \quad df = 2 / 84$$

จาก table F ที่ 2/60 df, p = .025 มีค่า ๓.๙๓ แสดงว่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p = .05 (2 tailed test) ต้องมีค่า $\geq$ 3.93