

ผลกระทบของการแจกแจงข้อมูลที่มีต่อการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
โดยการใช้วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe

ปริญญาณิพนธ์
ของ
ศิริพร กิตติสุภาพ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2544

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลกระทบของการแจกแจงข้อมูลที่มีต่อการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

โดยการใช้วิธี Tukey's *HSD*, วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe

บทคัดย่อ

ของ

ศิริพร กิตติสุภาพ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2544

ท 20534

ศิริพร กิตติสุภาพ. (2544). ผลกระทบของการแจกแจงข้อมูลที่มีต่อการทดสอบความแตกต่าง
ของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Tukey's *HSD*, วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา).กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.คณะกรรมการควบคุม :
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ , อาจารย์ชวลิต รวยอาจิม

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาผลการแจกแจงของข้อมูลห้
ลักษณะ คือ การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทาง
ขวา , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมและ
การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบจะมีผลกระทบต่อการทดสอบพหุคูณสามวิธี คือ
วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันหรือไม่

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543
โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร จำนวน
600 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน
มิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* ,
วิธี Scheffe' และวิธี Brown - Forsythe ในการแจกแจงของข้อมูลเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อวิเคราะห์จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ
การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย
การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม รวมทั้งการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ
2) ผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown -
Forsythe ที่ทดสอบด้วยพหุคูณเดียวกัน ในการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน แตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ

THE IMPACT OF DATA DISTRIBUTION ON MEAN DIFFERENT TEST BY USING
TUKEY'S *HSD* TEST , SCHEFFE' TEST AND BROWN – FORSYTHE TEST

AN ABSTRACT

BY

SIRIPORN KITTISUPHARP

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Educational Research and Statistics
at Srinakharinwirot University

May 2001

Siriporn Kittisupharp. (2001). *THE IMPACT OF DATA DISTRIBUTION ON MEAN DIFFERENT TESTS BY USING TUKEY'S HSD TEST , SCHEFFE' TEST AND BROWN – FORSYTHE TEST*. Master Thesis, M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr.Booncherd Pinyoanantapong , Mr. Chawalit Ruayajin

The purpose of the research was to study the impact of five data distributions , the normal data distributions , the negative skewness distributions , the positive skewness distributions , the leptokurtic distributions and the flatykurtic distributions on mean different tests by using Tukey's *HSD* Test , Scheffe' Test and Brown – Forsythe Test , was different from one another or not.

The sample consisted of 600 Mathayomsuksa I - III students of the academic year 2000 from the schools under the Department of General Education in the Metropolitan randomly selected by using the Two – Stage random sampling technique. The instrument used was the hidden figure spatial tests.

The findings were as follows :

1. The multiple comparison of 3 methods by using Tukey's *HSD* Test , Scheffe' Test and Brown – Forsythe Test in the same data distribution was significantly different at the .01 on the normal data distributions ,the positive skewness distributions , the negative skewness distributions ,the leptokurtic distributions and the flatykurtic distributions .

2. The multiple comparison of 3 methods by using Tukey's *HSD* Test , Scheffe' Test and Brown – Forsythe Test in the different data distributions was not significantly different.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของการแจกแจงข้อมูลที่มีต่อการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

โดยการใช้วิธี Tukey's HSD, วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe

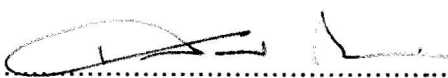
ของ

นางสาวศิริพร กิตติสุภาพ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วัน .. เดือน .. พ.ศ.2544

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนท์พงษ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ดังคะพิภพ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและช่วยเหลือทางด้านวิชาการอีก
ทั้งให้คำปรึกษาแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จากรองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญ-
อนันตพงษ์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ กรรมการควบคุม
ปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ดังคะพิภพ ที่กรุณาเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน อาจารย์ใหญ่ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชา
การ ตลอดจนคณะครูของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในการ
เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องๆ และผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณนริสสา สุนทรานุกฤตกิจ ที่ได้ช่วยเหลือในการค้นคว้าหาข้อมูลในการ
ทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดี

คุณประโยชน์ที่พึงได้จากปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอมอบเพื่อน้อมรำลึกถึงพระคุณของ
บิดาและมารดา ครูและอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศิริพร กิตติสุภาพ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	2
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
ตัวแปรที่ศึกษา	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
การเปรียบเทียบพหุคูณ	7
ความหมายของการเปรียบเทียบพหุคูณ	7
รูปแบบของการทดสอบทางสถิติ	8
การเปรียบเทียบโดยไม่ใช้	11
การเปรียบเทียบโดยใช้ F	12
วิธีการทดสอบทางสถิติ	14
ที่มาของสูตร	18
การทดสอบความแปรปรวนที่เท่ากัน	26
การแจกแจงข้อมูล	31
ความถนัดทางการเรียน	43
ความหมายของความถนัดทางการเรียน	43
ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัดทางการเรียน	43
ประโยชน์ของแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน	47
ลักษณะแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์	48
ตัวอย่างแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	59
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	59
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	60
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	101
สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	101
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	105
อภิปรายผล.....	109
ข้อเสนอแนะ.....	111
บรรณานุกรม.....	112
ภาคผนวก.....	116
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	141

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนโรงเรียน ห้องเรียน และนักเรียนที่ทำการสุ่มได้ของชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ	60
2	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน	72
3	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ จำนวน 10 กลุ่ม	73
4	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน	76
5	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา จำนวน 10 กลุ่ม	77
6	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน	79
7	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย จำนวน 10 กลุ่ม	80
8	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน	82
9	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม จำนวน 10 กลุ่ม	83
10	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน	85

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
11	ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 , 2 และ 3 จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ จำนวน 10 กลุ่ม	86
12	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณ ต่างกันสามวิธี จากการแจกแจงเป็นแบบโค้งปกติ	88
13	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็น โค้งปกติ จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จาก ทั้งหมด 3 วิธี	89
14	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณ ต่างกันสามวิธี จากการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา	90
15	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็น โค้งเบ้ทางขวา จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จาก ทั้งหมด 3 วิธี	91
16	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณ ต่างกันสามวิธี จากการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย	92
17	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูล เป็นโค้งเบ้ทางซ้าย จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จาก ทั้งหมด 3 วิธี	93
18	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณ ต่างกันสามวิธี จากการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม	94
19	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็น แบบสูงแหลม จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จาก ทั้งหมด 3 วิธี	95
20	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณ ต่างกันสามวิธี จากการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ	96
21	เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็น แบบแบนราบ จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จาก ทั้งหมด 3 วิธี	97
22	เปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการทดสอบพหุคูณ. ด้วยวิธี Tukey's <i>HSD</i> จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ	98

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
23 เปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการทดสอบพหุคูณ ด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ.....	99
24 เปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการทดสอบพหุคูณ ด้วยวิธี Brown - Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ.....	100
25 ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's <i>HSD</i> , วิธี Scheffe' และ วิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ.....	118
26 ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's <i>HSD</i> , วิธี Scheffe' และ วิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา.....	119
27 ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's <i>HSD</i> , วิธี Scheffe' และ วิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย.....	120
28 ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's <i>HSD</i> , วิธี Scheffe' และ วิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม.....	121
29 ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's <i>HSD</i> , วิธี Scheffe' และ วิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ.....	122
30 ผลการทดสอบพหุคูณที่ยอมรับสมมติฐานและไม่ยอมรับสมมติฐานที่ วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's <i>HSD</i> จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ	124
31 ผลการทดสอบพหุคูณที่ยอมรับสมมติฐานและไม่ยอมรับสมมติฐานที่ วิเคราะห์ด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ.....	126
32 ผลการทดสอบพหุคูณที่ยอมรับสมมติฐานและไม่ยอมรับสมมติฐานที่..... วิเคราะห์ด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ	128
33 ผลการทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ.....	140

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มมากกว่าสองกลุ่มขึ้นไป ถ้าผลของการทดสอบพบว่ามีความสำคัญทางสถิติ หมายความว่า มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่นำมาทดสอบอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่มีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงต้องการทราบต่อไปอีกว่า กลุ่มตัวอย่างใดแตกต่างกันบ้าง ดังนั้นจึงต้องใช้การเปรียบเทียบภายหลังที่ละคู่ (A Posteriori , Unplanned or Post hoc Tests) หรือที่เรียกว่า การเปรียบเทียบพหุคูณ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรสองกลุ่มขึ้นไป การเปรียบเทียบพหุคูณอาจทำการทดสอบได้เลย โดยไม่ต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแปรปรวนเรียกว่า การเปรียบเทียบโดยไม่ใช้ F (A Priori or Planned Tests) เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเปรียบเทียบพหุคูณได้มีการพัฒนามาโดยตลอด ทำให้มีวิธีการในการเปรียบเทียบพหุคูณให้เลือกใช้หลายวิธี วิธีการที่เป็นที่รู้จักโดยทั่วไป ได้แก่ วิธี Fisher's *LSD* , วิธี Newman – Keuls , วิธี Duncan , วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Tukey – Kramer , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe เป็นต้น สามารถจัดเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้สามกลุ่ม คือ สถิติแบบ *t* , สถิติแบบ *q* และสถิติแบบ *F* อาทิเช่น กลุ่มสถิติแบบ *t* มีวิธี Dunn , วิธี Holm กลุ่มสถิติแบบ *q* มีวิธี Fisher – Hayter , วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Tukey – Kramer , วิธี Games – Howell , วิธี Dunnett's C และกลุ่มสถิติแบบ *F* มีวิธีการของ วิธี Scheffe' , วิธี Brown – Forsythe (Kirk.1995 : 124 - 128) สถิติเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการทดสอบการเปรียบเทียบโดยไม่ใช้ F และการเปรียบเทียบโดยใช้ F ได้ แล้วแต่ว่ามีข้อตกลงที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน สำหรับการทดสอบการเปรียบเทียบโดยใช้ F ได้รับความนิยมมาก วิธีการที่นำเสนออย่างจำแนกได้เป็นสองพวกใหญ่ๆ ได้แก่ สถิติที่ใช้ทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงตามข้อตกลง ในกลุ่มนี้มีวิธีการที่ค่อนข้างเป็นที่รู้จักแก่คนทั่วไป ได้แก่ วิธี Tukey's *HSD* และวิธี Scheffe' ข้อตกลงของวิธี Tukey's *HSD* เป็นการเปรียบเทียบรายคู่ มีขนาดกลุ่มตัวอย่างและค่าความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน ส่วนข้อตกลงของวิธี Scheffe' เป็นการเปรียบเทียบรายคู่หรือไม่ก็ได้ มีขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ และค่าความแปรปรวนเท่ากัน และสถิติที่ใช้ทดสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่เป็นไปตามสมมติฐาน มีวิธีที่น่าสนใจซึ่งปรับขยายมาจากสองวิธี

ดังกล่าว คือ จากวิธี Tukey's *HSD* พัฒนามาเป็นวิธี Tukey – Kramer และจากวิธี Scheffe' พัฒนามาเป็นวิธี Brown – Forsythe

เนื่องจากการศึกษาวิจัย อาจจะได้ข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่เป็นไปตามข้อตกลง เราไม่สามารถที่จะควบคุมได้ในบางครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นแบบแบนราบ และการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม (วิรัช วรรณรัตน์.2535 : 24 – 30) ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้อยู่เสมอ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าการแจกแจงของข้อมูลในรูปลักษณะต่างๆ จะมีผลกระทบต่อการทดสอบผลการเปรียบเทียบรายคู่มากนักน้อยเพียงใด โดยสนใจเลือกใช้วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown - Forsythe

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาว่าการแจกแจงของคะแนนจะส่งผลต่อการเปรียบเทียบพหุคูณหรือไม่ เพียงไร โดยแยกเป็นความมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลการทดสอบโดยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown - Forsythe เมื่อมีการแจกแจงข้อมูลในลักษณะเดียวกัน
2. เพื่อศึกษาผลการทดสอบพหุคูณจากข้อมูลที่มีการแจกแจงลักษณะต่างกัน คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบแบนราบ และการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม เมื่อเปรียบเทียบพหุคูณวิธีเดียวกัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการแจกแจงของข้อมูลในรูปลักษณะต่างๆ คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบแบนราบ และการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม จะมีผลกระทบต่อการทดสอบผลการเปรียบเทียบรายคู่มากนักน้อยเพียงใด โดยสนใจเลือกใช้วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown - Forsythe เพื่อเป็นประโยชน์ในเชิงปฏิบัติต่อนักวิจัยทางการศึกษาและบุคคลที่เกี่ยวข้องที่มีความต้องการจะนำวิธีต่างๆไปใช้ในการศึกษาและเป็นแนวทางในการเลือกใช้ให้ นักวิจัยคนต่อไปนำไปใช้อ้างอิงอย่างมีอิสระมีหวังได้อย่างเหมาะสมในโอกาสต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 13 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 22,400 คน

2. ประชากรเทียม (Pseudo Population)

ประชากรเทียมที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร โดยได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two - stage Random Sampling) มีวิธีการดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 สุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) ของการสุ่ม และโรงเรียนเป็นหน่วย (Sampling Unit) ของการสุ่ม

ขั้นที่ 2 สุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยให้ระดับชั้นของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) ของการสุ่ม และห้องเรียนเป็นหน่วย (Sampling Unit) ของการสุ่ม ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กลุ่มตัวอย่าง 600 คน ถือเป็นประชากรเทียม

3. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร โดยสุ่มมาจากประชากรเทียมแบบใส่คืน จำนวน 600 คน กลุ่มละ 60 คน จำนวน 10 กลุ่ม

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ในการศึกษาครั้งนี้ ตัวแปรอิสระ คือ

4.1.1 การเปรียบเทียบพหุคูณ 3 สูตร ได้แก่

1. วิธี Tukey's *HSD*
2. วิธี Scheffe'
3. วิธี Brown - Forsythe

4.1.2 การแจกแจงของข้อมูล ได้แก่

4.1.2.1 ความเบ้ (Skewness) แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

- การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา (Positively skewness distribution)
- การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย (Negatively skewness distribution)

- การแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal skewness distribution)

4.1.2.2 ความโด่ง (Kurtosis) แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

- การแจกแจงเป็นแบบแบนราบ (Platykurtic distribution)
- การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม (Leptokurtic distribution)
- การแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Mesokurtic distribution)

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการทดสอบนัยสำคัญ

นัยสำคัญเฉพาะ

1. การเปรียบเทียบพหุคูณ หมายถึง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มประชากรสองกลุ่มขึ้นไป เพื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยว่าค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้าในการศึกษาค้างนี้แบ่งเป็นสามวิธี คือ

1.1 วิธี Tukey's *HSD* เป็นวิธีทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ กรณีที่แต่ละกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนเท่ากัน และค่าความแปรปรวนเท่ากัน

1.2 วิธี Scheffe' เป็นวิธีทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ กรณีที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ และค่าความแปรปรวนเท่ากัน

1.3 วิธี Brown - Forsythe เป็นวิธีทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ และค่าความแปรปรวนไม่เท่ากันได้

2. การแจกแจงข้อมูล หมายถึง การกระจายของข้อมูลที่น่าสนใจในรูปการแจกแจงความถี่ เรียงตามลำดับคะแนนน้อยไปหามากและแสดงในรูปของโค้งของการแจกแจงความถี่ การศึกษาค้างนี้ได้พิจารณาการแจกแจงข้อมูลในรูปของความเบ้และความโด่ง ดังนี้

ความเบ้ (Skewness) แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

1. การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา (Positively skewness distribution)
2. การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย (Negatively skewness distribution)
3. การแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal skewness distribution)

ความโด่ง (Kurtosis) แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

1. การแจกแจงเป็นแบบแบนราบ (Platykurtic distribution)
2. การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม (Leptokurtic distribution)
3. การแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Mesokurtic distribution)

3. ผลกระทบของการแจกแจงข้อมูล หมายถึง การแจกแจงของคะแนนที่มีส่วนทำให้เกิดผลให้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่แตกต่างจากที่ควรจะเป็นได้

4. แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถที่บุคคลได้ประสบการณ์ฝึกฝนของตนเอง และมีการสั่งสมไว้มาก จนเกิดเป็นทักษะพิเศษเด่นชัดด้านใดด้านหนึ่งพร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้อย่างดี ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพเดียว โดยชุดของข้อคำถามแต่ละข้อจะมีภาพกำหนดไว้ภาพหนึ่ง แล้วนำภาพนั้นไปซ่อนในตัวเลือก เป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีเส้นลากผ่านไปมาไม่ต่ำกว่า 2 เส้น เป็นตัวถูก และมีตัวลวงลักษณะคล้ายกันอีก 4 รูป แล้วให้ผู้สอบตอบโดยการใช้อินจินตนาการตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. การทดสอบพหุคูณด้วยวิธีต่างกันสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเดียวกันมีสมมติฐาน ดังนี้

1.1 เมื่อการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.2 เมื่อการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.3 เมื่อการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.4 เมื่อการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.5 เมื่อการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

~~XXXX~~ 2. การทดสอบพหุคูณจากการแจกแจงข้อมูลที่มีรูปทรงต่างกันห้าลักษณะ คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม และการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ ด้วยวิธีทดสอบพหุคูณเดียวกันมีสมมติฐาน ดังนี้

2.1 การทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะต่างกันให้ผลแตกต่างกัน

2.2 การทดสอบด้วยวิธี Scheffe' จากข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะต่างกันให้ผลแตกต่างกัน

2.3 การทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe จากข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะต่างกันให้ผลแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้
นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบพหุคูณ

ความหมายของการเปรียบเทียบพหุคูณ

การเปรียบเทียบโดยไม่ใช้ F

การเปรียบเทียบโดยใช้ F

รูปแบบของการทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ

วิธีการทดสอบทางสถิติ

ที่มาของสูตร

การทดสอบความแปรปรวนที่เท่ากัน

2. การแจกแจงของข้อมูล

3. ความถนัดทางการเรียน

ความหมายของความถนัดทางการเรียน

ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัดทางการเรียน

ประโยชน์ของแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน

ลักษณะแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์

ตัวอย่างแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเปรียบเทียบพหุคูณ

ความหมายของการเปรียบเทียบพหุคูณ

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้นิยามหรือให้ความหมายของการเปรียบเทียบพหุคูณ
ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

อุทุมพร ทองอุไทย (2523:133) กล่าวว่า ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต
สัญลักษณ์ μ_i และ μ_j จะได้ใช้เพื่อแทนการเปรียบเทียบและตัวประมาณค่าเปรียบเทียบจาก
กลุ่มตัวอย่างตามลำดับ

สมจิต วัฒนาขยางกูร (2529:18) กล่าวว่า การเปรียบเทียบระหว่างทรีทเมนต์ต่างๆ
เพื่อหาว่าทรีทเมนต์ใดบ้างที่ส่งผลให้ H_0 ถูกปฏิเสธไป

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช (2541:215) กล่าวว่า ใช้เมื่อพบว่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตอบสมมติฐานการวิจัย เพียงว่า มีประชากรบางกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มอื่น แต่ไม่สามารถระบุได้ว่า กลุ่มใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2533:51) กล่าวว่า การเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร J กลุ่ม คือ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Comparison) ของค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร J กลุ่มนั้น

เอช. อาร์. เนฟและพี. แอล. บี. วอร์ดิงตัน (H.R Neave & P.L.B. Worthington.1988 : 256) กล่าวว่า การศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร K ภายใต้สมมติฐาน

แรลลี อี. ทูซเชกเกอร์ (Larry E.Toothaker.1993 : 2) กล่าวว่า การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร J เช่น ความแตกต่างระหว่างประชากร J สองกลุ่ม หรือความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกลุ่มที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยกลุ่มที่สอง

โยเซฟ ฮอกเบอร์กและอจิต ซี. แทมเฮน (Yosef Hochberg & Ajit C. Tamhane.1987 : 2) กล่าวว่า วิธีการทางสถิติที่ออกแบบมาเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจและการควบคุมผลกระทบในหลายๆด้านที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบในการวัดความคลาดเคลื่อน

นีล เอ. วีส (Neil A.Weiss.1995 : 887) กล่าวว่า ในการตัดสินใจ เราต้องทราบค่าเฉลี่ยแต่ละตัวแตกต่างกัน หรือค่าเฉลี่ยตัวใดมีค่ามากที่สุด และต้องทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยทั้งหมด

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น การเปรียบเทียบพหุคูณ หมายถึง การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรสองกลุ่มหรือมากกว่า เพื่อศึกษาว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน ใช้ในการประกอบการตัดสินใจเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้น

รูปแบบของการทดสอบทางสถิติ

อลัน เจ. คล็อกการ์และ กิลเบิร์ต แซก (Alan J. Klockars & Gilbert Sax.1986 : 19 - 22) กล่าวว่า การเปรียบเทียบพหุคูณจะแตกต่างกันในการทดสอบทางสถิติจะก่อให้เกิดการหาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติ รูปแบบของสถิติสามารถแยกออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

สถิติแบบ t

การทดสอบแบบ t เป็น ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน คือ หน้าที่ของตัวแปรของข้อสังเกตและขนาดของ

กลุ่มตัวอย่าง เป็นการประมาณค่าตัวแปรของการสุ่มในการสังเกตที่ดีที่สุดโดยมาก คือ ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเศษส่วนของการทดสอบ เพื่อการศึกษาผลกระทบของการจัดกระทำทั้งหมด ในการออกแบบกลุ่มสุ่มนี้ คือ กลุ่มที่รวมอยู่ในค่าเฉลี่ย

สถิติแบบ q

โดยมากจะใช้สถิติแบบ q ในการเปรียบเทียบรายคู่ เหมือนในการทดสอบแบบ t q คือ การวัดระยะห่างที่แน่นอนในหน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน q จะแตกต่างจาก t เมื่อถูกใช้ในความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย เช่นเดียวกับเศษส่วนมากกว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ความแตกต่างในเศษส่วนเป็นการควบคุมโดยมุมมองที่แตกต่างในสิ่งที่สนใจ เมื่อการทดสอบแบบ t ถูกใช้เป็นตัวแปรสุ่ม คือ ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่า เมื่อ H_0 เป็นจริง ตัวแปรมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจะเป็นตัวบอกถึงความไม่แน่นอนของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย แต่อย่างไรก็ดี สถิติแบบ q ก็จะตั้งอยู่บนตัวแปรของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ในการทดสอบหาค่าเฉลี่ยที่ใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดในกลุ่มของ k ค่าเฉลี่ยจะถูกกำหนดขึ้นจากประชากรที่เหมือนกัน และยังใช้ในการอธิบายจำนวนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ค่าเฉลี่ยสองตัวสามารถแยกจากกันได้ และยังสามารถใช้ในการตัดสินใจจากการกระจายกลุ่มตัวอย่างที่เหมือนกัน หรืออาจใช้ในการตัดสินใจวัดระดับของความมีนัยสำคัญ จำนวนกลุ่มของการจัดกระทำจะถูกเปรียบเทียบ และจำนวนของระดับชั้นความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ q ใช้ในการวัดว่าค่าเฉลี่ยสองตัวไหนที่มีนัยสำคัญที่แตกต่างกัน บางทีอาจจะใช้ในการทดสอบความเหมือนกันของค่าเฉลี่ยระดับกลาง

สถิติแบบ F

การเปรียบเทียบเกี่ยวกับอัตราส่วน F เพื่อประกอบการทดสอบของสถิติตัวที่สาม ใช้ในการเปรียบเทียบพหุคูณ ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราส่วน F และในเศษส่วนของระดับชั้นของความเป็นอิสระที่ 1 คือ ความเท่ากันของการทดสอบ t แบบสองทาง ค่าของจำนวนของอัตราส่วน F จะเท่ากับ t^2 ในการเปรียบเทียบนั้น แม้ว่าจะมีข้อมูลเท่ากัน , การคำนวณสถิติสองตัวที่แตกต่างกันและยังต้องการความรอบคอบอีกด้วย

สถิติแบบ F คือ อัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยสองตัว เศษส่วนของอัตราส่วนนี้ คือ ค่าเฉลี่ยที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบความน่าสนใจระหว่างค่าเฉลี่ยและเศษส่วนเป็นการวัดความแปรปรวนของการสุ่ม ถ้า H_0 เป็นจริงในการเปรียบเทียบแบบเจาะจง เศษส่วนจะประมาณ

ค่าความแปรปรวนของประชากร ถ้าเท็จเลขเศษจะมีความแปรปรวนมากกว่าเลขส่วนของลือก ที่ง่ายต่อการคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อการเปรียบเทียบสิ่งที่น่าสนใจ เริ่มด้วยการสร้างเชิงเส้นของการจัดกระทำของค่าเฉลี่ยรวม แต่ละการจัดกระทำของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มจะคูณด้วยน้ำหนักที่เป็นผลรวมของการทดสอบจะมีค่าเป็นศูนย์ ถ้า H_0 เป็นจริงและมีค่าความแตกต่างตั้งแต่ศูนย์ ถ้า H_0 เป็นเท็จ เมื่อโครงสร้างของน้ำหนักส่งผลต่อการเปรียบเทียบจะถูกพิสูจน์

ค่าน้ำหนักที่ซับซ้อนจะถูกใช้ในการเปรียบเทียบที่ซับซ้อน เช่น การเปรียบเทียบสิ่งที่น่าสนใจอาจมีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตัวที่ 1 ในสองกลุ่มกับค่าเฉลี่ยที่คงที่ในกลุ่มที่ 3 ค่าน้ำหนักที่จะใช้ในคำถามนี้ คือ 3, 3, -2, -2, -2 และค่าน้ำหนักส่วนมากจะมีผลรวมเป็นศูนย์ ดังนั้นถ้า H_0 เป็นจริง และค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากัน ผลรวมของการทดสอบจะไม่เท่ากับศูนย์ โดยจำนวนของค่าเฉลี่ยจะแตกต่างจากการสุ่มในการประมาณค่าเฉลี่ย

ผลรวมของการทดสอบค่าน้ำหนักและค่าเฉลี่ยจะเกี่ยวโยงถึง D และจะแสดงผลตาม

สูตร 1

$$D = (a\bar{X}_1 + a\bar{X}_2 + \dots + a\bar{X}_K) \quad (1)$$

ค่าเฉลี่ยหรือความแปรปรวนสำหรับเศษส่วนในการเปรียบเทียบ สามารถหาค่าได้ตามสูตร 2

$$MS_D = nD^2 / \sum a^2 \quad (2)$$

เมื่อ n แทนจำนวนของค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม (โดยจะต้องสมมติจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้เท่ากัน) และ $\sum a^2$ เป็นผลรวมของค่าน้ำหนัก (จากสูตรนี้จะสามารถปรับเปลี่ยนขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ไม่เท่ากันได้) ค่าเฉลี่ยของการเปรียบเทียบจะพบได้ โดยจะแบ่งจากค่าเฉลี่ยเพื่อสร้างสถิติแบบ F อัตราส่วนจะมีนัยสำคัญต่อเมื่อ อัตราส่วนนั้นมีค่าเกินกว่าค่าวิกฤติ F อัตราส่วนนี้จะวัดโดยการตัดสินใจที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

โรเจอร์ อี. เคิร์ก (Kirk.1995 : 124 – 125) กล่าวว่า กระบวนการเปรียบเทียบพหุคูณสามารถใช้รูปแบบของการเปรียบเทียบสถิติแบบใดแบบหนึ่ง คือ

$$\text{สถิติแบบ } t: \quad \frac{\hat{\psi}}{\hat{\sigma}_{\psi}} = \frac{\sum_{j=1}^p c_j \bar{Y}_{.j}}{\sqrt{MS_{error} \sum_{j=1}^p \frac{c_j^2}{n_j}}}$$

$$\text{สถิติแบบ } q: \quad \frac{\hat{\psi}}{\hat{\sigma}_{\bar{y}}} = \frac{\sum_{j=1}^p c_j \bar{Y}_{.j}}{\sqrt{\frac{MS_{error}}{n}}}$$

$$\text{สถิติแบบ } F: \quad \frac{MS_{\text{set of means}}}{MS_{error}} = \frac{\sum_{j=1}^s n_j \bar{Y}_{.j}^2 - \left(\sum_{j=1}^s n_j \bar{Y}_{.j} \right)^2 / \sum_{j=1}^s n_j}{(s-1)MS_{error}}$$

เมื่อ p คือ จำนวนของค่าเฉลี่ย และ s คือ จำนวนของค่าเฉลี่ยในเซตของค่าเฉลี่ยตัวอักษร t , q และ F เป็นการง่ายที่จะระบุถึงค่าสถิติและการกระจายของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การกระจายแบบ Student's t , การกระจายแบบ Studentized range และการกระจายแบบ F ค่าวิกฤติสำหรับการกระจายเหล่านี้จะได้มาจากตาราง E เศษส่วนของสถิติแบบ t และสถิติแบบ q จะถูกเปรียบเทียบว่าเป็นพิสัยประเภทไหน เศษส่วนคือการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\hat{\sigma}_{\psi}$) หรือความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($\hat{\sigma}_{\bar{y}}$) เศษส่วนในสถิติแบบ F จะคำนวณมาจากค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเซตของค่าเฉลี่ย ทั้งเศษและส่วนของสถิติแบบ F จะมีความแปรปรวน

สำหรับการเปรียบเทียบรายคู่ที่มีขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน จะเกี่ยวข้องกับรูปแบบของการทดสอบทางสถิติ ดังนี้

$$t = \frac{q}{\sqrt{2}} = \sqrt{F} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\hat{\psi}}{\hat{\sigma}_{\bar{y}}} = \frac{\hat{\psi}}{\hat{\sigma}_{\bar{y}} \sqrt{2}} = \sqrt{\frac{MS_{\text{set of means}}}{MS_{error}}}$$

โดยทั่วไปสถิติแบบ (F) จะมีแนวโน้มที่มีอำนาจมากกว่าสถิติแบบ F แต่เราจะเห็นว่าสถิติแบบ F จะต้องใช้ในการคำนวณหลายครั้งกว่าสถิติแบบ q

การเปรียบเทียบโดยไม่ใช้ F (Planned Tests or A Priori Contrasts)

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช (2541:216) กล่าวว่า เป็นเทคนิควิธีที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรที่กำหนดไว้ล่วงหน้าก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยเปรียบเทียบเฉพาะค่าเฉลี่ยของบางกลุ่มที่ผู้วิจัยสนใจเท่านั้น

อุทุมพร ทองอุไทย (2523:137) กล่าวว่า การเปรียบเทียบที่วางแผนไว้ก่อน สภาพการณ์นี้แตกต่างกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยเชื่อว่าผลการทดลองบางอย่างจะเกิดขึ้น และการทดลองได้วางแผนเพื่อจะยอมรับหรือปฏิเสธผลที่จะเกิดขึ้นนั้น ซึ่งถ้าเป็นกรณีหลังนี้ความมีนัยสำคัญของการทดสอบรวมที่แสดงให้เห็นว่า ผลการทดลองไม่เป็นศูนย์ และสนใจที่จะค้นหาต่อไปว่า การเปรียบเทียบระหว่างมัชฌิมเลขคณิตคู่ใดหรือกลุ่มใดมีนัยสำคัญ

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2533:50) กล่าวว่า เป็นเทคนิควิธีที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรในกรณีที่ผู้วิจัยมีคำถามที่เฉพาะเจาะจงตั้งแต่ต้น ซึ่งการเปรียบเทียบแบบวางแผนนี้จะใช้แทนที่การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ศศิธร สุวิรัชวิทยกิจ (2541:637) กล่าวว่า การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างระดับของตัวแปรอิสระ ในกรณีที่ผู้วิจัยมีคำถามเฉพาะเจาะจงตั้งแต่ต้นก่อนที่จะทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_I$$

ก. ใช้แทนการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในเมื่อเรามีคำถามเจาะจงแล้วว่าต้องการทราบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของระดับไหนก็ไม่จำเป็นที่จะทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_I = \mu \quad \text{ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน}$$

ข. ไม่สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดชนิดที่ 1 ได้หากแต่ละครั้งของการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ α % ผู้วิจัยจะต้องควบคุมความน่าจะเป็นของความผิดพลาดชนิดที่ 1 เอง โดยการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐานแต่ละครั้งให้เท่ากับระดับนัยสำคัญ α หากด้วยจำนวนสมมติฐาน H_0 ที่จะต้องทำการทดสอบจำนวน V ครั้ง นั่นคือ $P(\text{ความผิดพลาดชนิดที่ 1}) = \alpha/V$

การเปรียบเทียบโดยใช้ F (Post hoc Tests or A Posteriori Contrasts)

ระวีวรรณ พันธุ์พานิช (2541:216) กล่าวว่า เป็นเทคนิคที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรหลังจากปฏิเสธ H_0 และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทุกกลุ่ม

อุทุมพร ทองอุไทย (2523:153) กล่าวว่า ภายหลังจากการทดสอบรวมมีนัยสำคัญซึ่งจะนำไปยังการปฏิเสธสมมติฐานศูนย์แล้ว ผู้ทดลองก็มักจะสงสัยถึงแหล่งของผลทดลอง สถิติทดสอบจำนวนมากที่ได้สร้างขึ้นเพื่อสอดแนมข้อมูล บางวิธีก็สร้างเพื่อเปรียบเทียบมัชฌิมเลขคณิตทุก ๆ คู่เท่าที่จะทำได้

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2533:52) กล่าวว่า เป็นเทคนิควิธีที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ

กลุ่มประชากรหลังจากที่ปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ เนื่องจากข้อสรุปที่ได้จากการปฏิเสธ $H_0 : H_1 = H_2 = \dots = H_j$ นั้นเพียงแต่บอกให้ทราบว่าอย่างน้อยค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่างไปจากกลุ่มอื่นๆ แต่จะเป็นกลุ่มใดบ้างนั้นบอกไม่ได้

ศศิธร สุวิรัชวิทยกิจ (2541:637) กล่าวว่า การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างระดับของ ตัวแปรอิสระภายหลังปฏิเสธ $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ แล้ว ผู้วิจัยต้องการทราบว่า ค่าเฉลี่ยระดับใดบ้างที่ต่างจากระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผู้วิจัยไม่มีคำถามเฉพาะเจาะจงว่า จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับใดบ้าง การเปรียบเทียบภายหลังเป็นการทดสอบสมมติฐานใน ลักษณะการทดสอบสถานการณ์ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานที่สามารถควบคุมความน่าจะเป็น ของความผิดพลาดชนิดที่ 1 ได้ ไม่ว่าจะทำการทดสอบสมมติฐานกี่ครั้งก็ตาม

โรเจอร์ อี. เคิร์ก (Kirk.1982 : 113) กล่าวว่า หลายนการทดสอบถูกออกแบบมาเพื่อใช้ ตัดสินใจเกี่ยวกับผลกระทบของการจัดกระทำที่ปรากฏอยู่ ถ้าการทดสอบความมีนัยสำคัญนำไป สู่การปฏิเสธสมมติฐาน, การพิจารณานั้นจะมุ่งสู่การทดสอบข้อมูลเพื่อที่จะหาที่มาของผลกระทบ นั้น จำนวนของการเปรียบเทียบจะถูกพัฒนาเพื่อสืบหาข้อมูล โดยมากจะเหมาะสมที่จะใช้ในการ หาค่าระหว่างค่าเฉลี่ยในการเปรียบเทียบรายคู่ วิธีหนึ่งคือวิธีการของ Scheffe' จะสามารถใช้ใน การหาค่าเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ย เว้นแต่การแสดงในการเปรียบเทียบสมมติ

1. การสังเกตจะได้มาจากการกระจายกลุ่มตัวอย่างหรือขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ n_j ที่มีขนาดใหญ่

2. การสังเกตที่มากจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากร

3. H_0 เป็นจริง

4. ความแปรปรวนของ $j = 1, \dots, p$ p คือ ประชากรที่เท่ากัน (σ_e^2)

อย่างที่เราเห็นกัน การเปรียบเทียบความแตกต่างจะแยกออกมาเป็นความ คลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 2

วิธีการทดสอบทางสถิติ

1. วิธีการทดสอบของ Tukey's *HSD*

โรเจอร์ อี. เคิร์ก (Kirk.1995 : 144 -155) กล่าวว่า การทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบรายคู่มีวิธีการมากมาย โดยส่วนมาก จะใช้วิธีการของ *HSD* ซึ่งหมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและชัดเจน การทดสอบนี้ได้พัฒนามาจาก Tukey (1953) ขั้นตอนในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 หรือน้อยกว่า α ใช้ในการเปรียบเทียบภายหลังทั้งหมด วิธีการของ Tukey's *HSD* ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการกระจายแบบ t ที่ได้มาจาก William Sealey Gossett ตัวอักษร q จะถูกใช้การกระจายแบบ Studentized range วิธีการของ Tukey's *HSD* , qT จะเป็นอัตราส่วนในการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

$$qT = \frac{\hat{\psi}}{\hat{\sigma}_{\bar{Y}}} = \frac{c_j \bar{Y}_{..j} + c_{j'} \bar{Y}_{..j'}}{\sqrt{\frac{MS_{error}}{n}}}$$

ถ้าการทดสอบสมมติฐานแบบสองทางถูกปฏิเสธ ค่า qT ที่ได้จะมากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ $q_{\alpha;p,v}$ เมื่อ α คือ อัตราความคลาดเคลื่อน p คือ ค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม และ v คือ ระดับขั้นของความเป็นอิสระ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับสถิติ qT กระบวนการของ Tukey นั้นก็คือ การเปรียบเทียบภายหลัง ที่จะทำการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง ซึ่งกระบวนการนี้ยังมีข้อจำกัดอย่างอื่นอีก นั่นก็คือ กลุ่มตัวอย่างจะต้องมีขนาดเท่ากัน ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากันก็จะใช้วิธีการของ Tukey – Kramer

วิธีการของ Tukey จะเป็นการทดสอบ $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_p$ โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุดกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กที่สุด ถ้าการเปรียบเทียบวิธีการของ Tukey มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $q_{\alpha;p,v}$ จะปฏิเสธ H_0 หลังจากนั้นจะนำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ F มาทดสอบ H_0 การทดสอบ qT จะมีอำนาจการทดสอบน้อยกว่าการทดสอบแบบ F ถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ย qT จะมีอำนาจการทดสอบมากกว่าก็ตาม เมื่อนักวิจัยต้องการทดสอบการเปรียบเทียบรายคู่ ระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มและขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน โดยจะให้ความสะดวกแก่การคำนวณหาความแตกต่างของค่าวิกฤติ ในการทดสอบทางสถิติ การเปรียบเทียบจะมากกว่าหรือเท่ากับ $p(p-1)/2$ โดยใช้สูตรการหาค่าวิกฤติ

$$\hat{\psi}(qT) = q_{\alpha;p,v} \sqrt{\frac{MS_{error}}{n}}$$

กระบวนการของ Tukey ช่วงความเชื่อมั่นจะสามารถใช้ได้ตั้งแต่ $100(1 - \alpha)\%$ ในการเปรียบเทียบประชากรรายคู่และช่วงความเชื่อมั่นนี้คือ

$$\hat{\psi}_i - \hat{\psi}(qT) < \psi_i \leq \hat{\psi}_i + \hat{\psi}(qT)$$

เรารู้ว่ากระบวนการของ Tukey จะต้องเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน โดยจะต้องมีกระบวนการต่อไปนี้

1. ข้อสังเกตที่จะพบได้จากการแจกแจงประชากรที่ปกติ
2. ข้อสังเกตจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากรหรือกลุ่มการทดลองที่มีการสุ่มตามระดับของผลกระทบของการจัดกระทำ และ
3. ความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน

กระบวนการที่ใช้สำหรับขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากัน

โดยส่วนมากนักวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์และการศึกษาต้องการที่จะทดสอบการเปรียบเทียบรายคู่ระหว่างค่าเฉลี่ยวิธีการของ Tukey's *HSD* จะนิยมใช้ในการเปรียบเทียบพหุคูณเมื่อมีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน ในความเป็นจริงแล้วที่เราพบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นจะไม่ได้เท่ากันเสมอไป เพราะฉะนั้นเราจึงต้องหาวิธีการที่จะสามารถใช้ได้เมื่อมีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากัน การทดลองส่วนมากจะเล็งเป้าหมายไปที่วิธีการของ Tukey's *HSD* เช่นใน การทดสอบของ Gabriel (1978b), การทดสอบของ Genizi และการทดสอบของ Hochberg (1978), การทดสอบ GT2 ของ Hochberg (1974), การทดสอบ *H* ของ Hunter (1976), การทดสอบของ Spjotvoll และการทดสอบ *T'* ของ Stoline (1973) และการทดสอบของ Tukey – Kramer (Kramer, 1956 ; Tukey, 1953) ผลการศึกษาในทางเลือกที่หลากหลาย ได้ผลออกมาอย่างชัดเจน คือ กระบวนการที่ใช้ได้กับขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากัน คือ การทดสอบของ Tukey – Kramer กระบวนการนี้จะควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่มีค่าน้อยกว่า α และมีกำลังมากที่สุดในการเปรียบเทียบที่พิสูจน์ได้ (Dunnett, 1980a ; Hayter, 1984 ; Kurtz, 1956 ; Stoline, 1981)

2. วิธีการทดสอบของ Tukey - Kramer

วิธีการของ Tukey - Kramer มีความแตกต่างจาก Tukey (1953) และ Kramer (1956) สำหรับกรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันและข้อตกลงพื้นฐานที่เป็นปกติความแปรปรวนเท่ากัน วิธีการทดสอบทางสถิตินี้ก็คือ สูตร qTK

$$qTK = \frac{\hat{\psi}}{\hat{\sigma}_{\bar{Y}}} = \frac{c_j \bar{Y}_{.j} + c_{j'} \bar{Y}_{.j'}}{\sqrt{\left[MS_{error} \left(\frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_{j'}} \right) \right] / 2}}$$

ถ้าการทดสอบสมมติฐานแบบสองทางถูกปฏิเสธ ค่า qTK ที่ได้จะมากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ $q_{\alpha; p, \nu}$ จากการกระจายแบบ Studentized range เมื่อ α คือ ชนิดของความคลาดเคลื่อน p คือ ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม และ ν คือ ระดับชั้นของความเป็นอิสระที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วนในสถิติ qTK

3. วิธีการทดสอบของ Scheffe'

การวิจัยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบการทดสอบที่ไม่ระบุข้อมูล เมื่อไม่สามารถระบุหรือเจาะจงการเปรียบเทียบรายคู่ได้ กระบวนการที่จะสามารถใช้ได้เพื่อพบสถานการณ์แบบนี้ คือการทดสอบของวิธี Scheffe' (1953) การทดสอบการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่น้อยกว่า α สำหรับการเปรียบเทียบจำนวนที่ไม่จำกัดระหว่างค่าเฉลี่ย $p \geq 3$ วิธีการของ Scheffe' ก็จะเป็นวิธีการที่มีอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการของ Tukey's HSD และในกรณีที่ได้นำไปว่า เมื่อเป็นการเปรียบเทียบที่ไม่ใช่รายคู่ กระบวนการของ Scheffe' จะใช้การกระจายกลุ่มตัวอย่างแบบ F ที่เหมือนกับการวิเคราะห์ความแปรปรวน และมีความแกร่งที่ไม่ปกติ และกระบวนการดังกล่าวนี้ สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากันได้ วิธีการทดสอบของ Scheffe' มีสูตรว่า

$$FS = \frac{\left(\sum_{j=1}^p c_j \bar{Y}_{.j} \right)^2}{MS_{error} \sum_{j=1}^p \frac{c_j^2}{n_j}} = \frac{(c_1 \bar{Y}_{.1} + c_2 \bar{Y}_{.2} + \dots + c_p \bar{Y}_{.p})^2}{MS_{error} \left(\frac{c_1^2}{n_1} + \frac{c_2^2}{n_2} + \dots + \frac{c_p^2}{n_p} \right)}$$

ถ้าการทดสอบสมมติฐานแบบสองทางถูกปฏิเสธ ค่า FS ที่ได้จะมากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ $F_{\alpha;v_1,v_2}$ เมื่อ เปิดตาราง F $v_1 = p - 1$, α คือ ชนิดของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และ v_2 คือ ระดับชั้นของความเป็นอิสระของ MS_{error}

กระบวนการของ Scheffe' ส่วนมากจะใช้กับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ F ถ้าการทดสอบแบบ F มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะมีการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ตามวิธีการของ Scheffe'

กระบวนการของ Scheffe' จะเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนของข้อมูลมากที่สุด ความซับซ้อนที่ว่านี้ ก็คือ ข้อมูลที่มีอำนาจการทดสอบน้อย กระบวนการนี้จะใช้สำหรับสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบที่ไม่ใช่รายคู่เท่านั้น

4. วิธีการทดสอบของ Brown – Forsythe

ถ้านักวิจัยสนใจในการทดสอบการเปรียบเทียบทั้งหมด รวมถึงการเปรียบเทียบที่ไม่ใช่รายคู่ที่ได้จากการไม่เจาะจงข้อมูลที่พบ และความแปรปรวนของประชากรที่แตกต่างกัน วิธีการของ Brown – Forsythe สามารถใช้ได้ กระบวนการนี้ได้รับการดัดแปลงมาจากกระบวนการของ Scheffe' โดยใช้การกระจายกลุ่มตัวอย่างแบบ F และปรับปรุงระดับชั้นของความเป็นอิสระมาจาก Welch โดยมีสูตร FBF

$$FBF = \frac{\left(\sum_{j=1}^p c_j \bar{Y}_{.j} \right)^2}{\sum_{j=1}^p \frac{c_j^2 \hat{\sigma}_j^2}{n_j}} = \frac{(c_1 \bar{Y}_{.1} + c_2 \bar{Y}_{.2} + \dots + c_p \bar{Y}_{.p})^2}{\frac{c_1^2 \hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{c_2^2 \hat{\sigma}_2^2}{n_2} + \dots + \frac{c_p^2 \hat{\sigma}_p^2}{n_p}}$$

ถ้าการทดสอบสมมติฐานแบบสองทางถูกปฏิเสธ ค่า FBF ที่ได้จะมากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤติ เมื่อเปิดตาราง F , α คือ ชนิดของความคลาดเคลื่อน $v_1 = p - 1$ และ v_2' คือ ระดับชั้นของความเป็นอิสระที่ปรับปรุงมาจาก Welch

$$v_2' = \frac{\left(\frac{c_1^2 \hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{c_2^2 \hat{\sigma}_2^2}{n_2} + \dots + \frac{c_p^2 \hat{\sigma}_p^2}{n_p} \right)^2}{\frac{c_1^4 \hat{\sigma}_1^4}{n_1^2(n_1 - 1)} + \frac{c_2^4 \hat{\sigma}_2^4}{n_2^2(n_2 - 1)} + \dots + \frac{c_p^4 \hat{\sigma}_p^4}{n_p^2(n_p - 1)}}$$

ในการศึกษาขั้นตอนของกระบวนการของ Brown – Forsythe เป็นการทดสอบ H_0 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ F อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ F ไม่จำเป็นต้องใช้ เพราะกระบวนการของ Brown – Forsythe ได้ควบคุมชนิดของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประเภทที่ 1 หรือน้อยกว่า α ในความเป็นจริงแล้ว ถ้านักวิจัยสนใจที่จะวิเคราะห์การเปรียบเทียบรายคู่เพียงอย่างเดียว กระบวนการอื่นที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่าความแปรปรวนที่ไม่แตกต่างกัน อย่างเช่น การทดสอบของ Games – Howell สามารถนำไปใช้ได้

ที่มาของสูตร

การทดสอบของวิธี Brown – Forsythe (Brown – Forsythe, 1974:719 – 724)

กล่าวว่าเป็นที่ทราบกันดีว่า วิธีการของ Scheffe' (1959) มีความบกพร่องในเรื่องของความแข็งแกร่งในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวรวมทั้งความบกพร่องในเรื่องของความแปรปรวนที่แตกต่างกัน สำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มได้รับการพัฒนาความแข็งแกร่งในการทดสอบแบบ t โดย Welch (1947), Wang (1971) สำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มขึ้นไป Welch (1951) ได้เสนอวิธีการทางสถิติซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเข้าใจช่วงความเชื่อมั่น โดยมีทางเลือกในวิธีการเกี่ยวกับความแข็งแกร่งที่ถูกต้องแทนที่โดยเศษส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิธีการทางสถิติแบบ F จะประมาณค่าความแปรปรวนของเศษส่วน Brown และ Forsythe (1974) ในส่วนที่จะเกิดวิธีการทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบเดี่ยวของ Orthonormal ผลจะเกี่ยวโยงกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางและความบกพร่องของการเปรียบเทียบแบบมีข้อจำกัดที่แยกจากสูตรกระบวนการเปรียบเทียบพหุคูณมีจุดประสงค์คล้ายๆกันกับ Scheffe' (1959)

ระดับชั้นของความเป็นอิสระแบบเดี่ยว

เปรียบเทียบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดี่ยว

$$x_{ij} = \mu_i + e_{ij} \quad j = 1, \dots, n_i ; i = 1, \dots, g$$

เมื่อ g คือ กลุ่ม n_i คือ การสังเกตของกลุ่มที่ i การสังเกตความเป็นอิสระของ x_{ij} คือ

การกระจายตัวแปรในการสุ่ม Gaussian ด้วยค่าเฉลี่ย μ_j และความแปรปรวน σ_j^2

$$\bar{x}_{i.} = \sum x_{ij} / n_i \text{ และ } s_i^2 = \sum (x_{ij} - \bar{x}_{i.})^2 / (n_i - 1)$$

การเปรียบเทียบจะถูกจำกัดโดยการแบ่งค่าเฉลี่ยเชิงเส้น ($\theta = \sum d_i \mu_i$) เช่น $\sum d_i = 0$ โดย Brownlee (1965) ประมาณค่าโดย $H = \sum d_i \bar{x}_{i.}$ การเปรียบเทียบความแปรปรวน คือ $\sum d_i^2 \sigma_i^2 / n_i$ ซึ่งค่าประมาณ คือ $\sum d_i^2 s_i^2 / n_i$ อัตราส่วน $v = (\sum d_i \bar{x}_{i.}) / (\sum d_i^2 s_i^2 / n_i)^{1/2}$ จะถูกทดสอบสมมติฐาน $\theta = 0$ การกระจายของ v จัดอยู่ในค่าที่ต่ำ ($n_i - 1, \dots, n_g - 1$) และระดับชั้นของความเป็นอิสระของ $\sum (n_i - 1)$ ในกลุ่มสถิติแบบ t โดย (Hajek (1962), Lawton (1968)) Satterthwaite (1941) เสนอว่า การประมาณระดับชั้นของความเป็นอิสระที่เข้าใกล้ระดับชั้นของความเป็นอิสระของ f จะให้ความหมายว่า

$$\frac{1}{f} = \sum \frac{c_i^2}{(n_i - 1)} \quad \text{เมื่อ} \quad c_i = \frac{s_i^2 / n_i}{\sum s_i^2 / n_i}$$

Wang (1971) ได้แสดงค่าการประมาณไว้สำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม

สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ผลรวมกำลังสองในเศษส่วนของสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

คือ $\sum n_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2$ และค่าคาดหวังภายใต้สมมติฐาน ($H_0 : \mu_1 = \dots = \mu_g$) คือ

$\sum (1 - n_i / n) \sigma_i^2$ เมื่อ $n = \sum n_i$ และ $\bar{x}_{..} = \sum \sum x_{ij} / n$ สถิติที่ทดสอบ

สมมติฐาน คือ

$$F^* = \frac{\sum n_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2}{\sum \left(1 - \frac{n_i}{n}\right) s_i^2}$$

Snedecor F ได้ประมาณค่าการกระจายของสถิติด้วย $g-1$ และระดับชั้นของความไม่เป็นอิสระของ f โดย f มาจากช่วงระดับชั้นของความไม่เป็นอิสระของ Satterthwaite (1941)

$$\frac{1}{f} = \sum \frac{c_i^2}{n_i - 1} \quad \text{เมื่อ} \quad c_i = \frac{\left(1 - \frac{n_i}{n}\right) S_i^2}{\sum \left(1 - \frac{n_i}{n}\right) S_i^2}$$

ผลของความแกร่งของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากสูตรนี้ใช้ Brown และ Forsythe (1974) โดยแสดงให้เห็นว่าสูตรนี้อาจได้มาจากการเปรียบเทียบแบบเดียว

การรวมกลุ่มของการเปรียบเทียบ

ค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มของ $L (L \leq g-1)$ การเปรียบเทียบ Orthonormal สามารถทำให้บรรลุผลได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \sum_i d_{ik} &= 0, & k &= 1, 2, \dots, L \quad (\text{contrast}) \\ \sum_i d_{ik}^2 / n_i &= 1, & k &= 1, 2, \dots, L \quad (\text{normalized}) \\ \sum_i d_{ik} d_{im} / n_i &= 0 & m \neq k &= 1, 2, \dots, L \quad (\text{orthogonal}) \end{aligned}$$

แต่ละการเปรียบเทียบจะแบ่งเป็นส่วนๆ ได้ คือ $df = \left(\sum_i d_{ik} \bar{x}_{i.} \right)^2$ เป็นผลรวมกำลังสอง

ระหว่างกลุ่ม $\sum_i n_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2$ เศษส่วนของการทดสอบสถิติจะรวมกับการเปรียบเทียบ

Orthonormal L ซึ่งทำให้ได้สูตร $\sum_k \left(\sum_i d_{ik} \bar{x}_{i.} \right)^2$ เศษส่วนที่คาดหวังไว้ คือ

$\sum_k \left(\sum_i d_{ik}^2 S_i^2 / n_i \right)$ ดังนั้น การทดสอบสถิติที่รวมกับการทดสอบการเปรียบเทียบแบบ L คือ

$$F_L^* = \frac{\sum_k \left(\sum_i d_{ik} \bar{x}_{i.} \right)^2}{\sum_i \sum_k d_{ik}^2 S_i^2 / n_i}$$

การกระจายค่าประมาณจะเหมือนกับของ Snedecor F กับ L และระดับชั้น
ความเป็นอิสระของ f เมื่อ f ได้มาจาก

$$\frac{1}{f} = \sum_i \frac{c_i^2}{(n_i - 1)} \quad \text{เมื่อ} \quad c_i = \frac{\left(\sum_k d_{ik}^2 \right) S_i^2 / n_i}{\sum_i \left(\sum_k d_{ik}^2 \right) S_i^2 / n_i}$$

คำจำกัดความโดยทั่วไปของ c_i อาจจะแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนของความแปรปรวนของ
กลุ่มตัวอย่างที่ i รวมถึงผลรวมของความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

รูปแบบของความน่าจะเป็นของ F_L^* จะมีพื้นฐานดังต่อไปนี้

ความน่าจะเป็นแบบที่ 1. $F_L^* = \nu^2$ เมื่อ $L = 1$ นั่นคือ F_L^* ลดลง มีระดับ
ชั้นของความเป็นอิสระแบบเดียว จากผลรวมของความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง เฉพาะ
ที่เป็นการเปรียบเทียบเดียวเท่านั้น

ความน่าจะเป็นแบบที่ 2. ให้การเปรียบเทียบ Orthonormal L มีเซตสอง
เซต เซตหนึ่งเป็นการรวมกันที่เป็นเชิงเส้นของเซตอื่น , ทั้งสองเซตเป็นผลที่ได้จากการ
ระบุวิธีการทางสถิติ F_L^*

ความน่าจะเป็นแบบที่ 3. $F_L^* = F^*$ เมื่อ $L = g - 1$

พิสูจน์ ให้เซตของการเปรียบเทียบ $(g - 1)$ เป็น

$$\begin{array}{cccccc} n_1 & -n_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ n_1 & n_2 & -\sum_{i=1}^2 n_i & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & & & & & \\ n_1 & n_2 & n_3 & \dots & n_{g-1} & -\sum_{i=1}^{g-1} n_i \end{array}$$

หลังจากการเปรียบเทียบนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของ S_g^2 / n_g ในเศษส่วนของ F_L^* คือ

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{g-1} d_{gk}^2 &= 0 + \dots + 0 + \frac{\left(\sum_{i=1}^{g-1} n_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{g-1} n_i + \left(\sum_{i=1}^{g-1} n_i\right)^2 / (n_g)} \\ &= \frac{(n - n_g)^2}{n - n_g + (n - n_g)^2 / (n_g)} = \frac{(n - n_g)n_g}{n} \\ &= \left(1 - \frac{n_g}{n}\right)n_g \end{aligned}$$

ความน่าจะเป็นแบบที่ 2. , g อาจเป็นเลขยกกำลังก็ได้ เศษส่วนของ F_L^* คือ $\sum_{i=1}^g (1 - n_i/n)n_i S_i^2 / n_i$ ที่ระบุถึง F^* เราจะสามารถรู้ค่าเศษส่วนเท่ากันได้จาก ทฤษฎีที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

การทดสอบความบกพร่องในการเปรียบเทียบเซต

ให้ $d_{ik} (i = 1, \dots, g; k = 1, \dots, L)$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของเซตของ $L(L < g - 1)$

การเปรียบเทียบ Orthonormal ที่แยกจากผลรวมกำลังสองของเศษส่วน $\left(\sum n_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2\right)$

เราต้องการที่จะทดสอบผลรวมกำลังสองที่เหลืออยู่ เช่น ความบกพร่องของการจำกัดของการเปรียบเทียบ L ตรงกันข้ามกับการหาค่าที่เหลืออยู่ของ $L - (g - 1)$ เซตของการเปรียบเทียบ

Orthonormal เราสามารถหาผลรวมกำลังสองและ df ได้ด้วยการลบ

$$\begin{aligned} SS_{lack\ of\ fit} &= \sum n_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2 - \sum_{k=1}^L \left(\sum_i d_{ik} \bar{x}_{i.} \right)^2 \\ SS_{denominator} &= \sum_i \left(1 - \frac{n_i}{n}\right) S_i^2 - \sum_i \sum_{k=1}^L d_{ik}^2 S_i^2 / n_i \\ df &= \sum_i \frac{c_i^2}{(n_i - 1)} \quad \text{เมื่อ} \quad c_i = \frac{\left[\left(1 - \frac{n_i}{n}\right) - \sum_{k=1}^L d_{ik}^2 / n_i \right] S_i^2}{\sum_i \left[\left(1 - \frac{n_i}{n}\right) - \sum_{k=1}^L d_{ik}^2 / n_i \right] S_i^2} \end{aligned}$$

การเปรียบเทียบพหุคูณ

ผลของวิธีการของ Scheffe' (1959) คือ $1 - \alpha$ ขอบเขตของความเชื่อมั่นของการเปรียบเทียบที่เป็นไปได้ θ สามารถสร้างได้ตามนี้

$$\Pr\left\{H - S\sqrt{\hat{V}(H)} < \theta < H + S\sqrt{\hat{V}(H)}\right\} = 1 - \alpha$$

เมื่อ $S^2 = (g-1)F_{1-\alpha, g-1, n-g}$ และ $\hat{V}(H) = S_{pooled}^2 \sum_i d_i^2 / n_i$ เมื่อ S_{pooled}^2 คือ กลุ่มของค่าเฉลี่ยกำลังสอง ความเป็นไปได้ในสูตรนี้เขียนใหม่ได้เป็น

$$\Pr\left\{(H - \theta)^2 / V(H) < (g+1)F_{1-\alpha, g-1, n-g}\right\} \geq 1 - \alpha$$

ภายใต้ความแปรปรวนที่มีค่าแตกต่างกัน ความเป็นไปได้ในสูตรนี้เขียนใหม่ได้เป็น

$$\Pr\left\{(H - \theta)^2 / \left(\sum d_i^2 S_i^2 / n_i\right) < (g-1)F_{1-\alpha, g-1, f}\right\} \geq 1 - \alpha$$

เมื่อ f เป็นการประมาณการเปรียบเทียบ H แบบเดี่ยว

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางกับขั้นตอนต่างๆ

รูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง :

$$x_{ijk} = \mu + \eta_{i.} + \eta_{.j} + \eta_{ij} + e_{ijk} \quad i = 1, \dots, R; j = 1, \dots, C; k = 1, \dots, m$$

เมื่อ e_{ijk} คือ ตัวแปรอิสระ Gaussian ที่มีค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวน σ_{ij}^2 และ $\sum_i \eta_{i.} = 0, \sum_j \eta_{.j} = 0$, และ $\sum_{ij} \eta_{ij} = 0$ รูปแบบนี้อาจเขียนใหม่ได้เป็น

$$x_{ijk} = \mu_{ij} + e_{ijk} \quad \text{เมื่อ} \quad \mu_{ij} = \mu + \eta_{i.} + \eta_{.j} + \eta_{ij}$$

การทดสอบต้องปฏิบัติในรูปแบบของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เป็นพื้นฐานการเปรียบเทียบเขตของ μ_{ij}

$(R-1)$ เพื่อทดสอบผลกระทบหลักอาจเขียนได้ดังนี้

contrast	cell indices			
	11,..., 1C	21,..., 2C	...	R1,..., RC
1	1,..., 1	-1,..., -1	0,..., 0	0,... 0
(/)	1,..., 1	1,..., 1	- /,..., - /	0,..., 0
⋮				
R-1	1,..., 1	1,..., 1	1,..., 1	-(R-1),..., -(R-1)

เหมือนกับในวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เราสามารถใช้เซลล์ RC เพื่อให้คำจำกัดความของค่าศัพท์ทั่วไป

ค่าสัมประสิทธิ์ของ S_{RC}^2 / m

$$\begin{aligned}
 &= 0 + 0 \dots + 0 + \frac{[-(R-1)]^2}{\frac{1}{m} \{(R-1)C[1]^2 + C[-(R-1)]^2\}} \\
 &= \frac{m(R-1)}{CR}
 \end{aligned}$$

เมื่อจะทดสอบหาผลกระทบหลักเราใช้สถิติ

$$F_R^* = \frac{mC \sum_i (\bar{x}_{i..} - \bar{x}_{...})^2}{\frac{R-1}{CR} \sum_{ij} S_{ij}^2}$$

$$= \frac{\sum_{ijk} (\bar{x}_{i..} - \bar{x}_{...})^2 / (R-1)}{\sum_{ijk} (x_{ijk} - x_{ij.})^2 / [(m-1)RC]}$$

ที่ใช้ในวิธีการทางสถิติ F แต่อย่างไรก็ดี F_R^* จะไม่กระจายแบบเดียวกับ Snedecor F กับ df $R-1$ และ $(m-1)RC$ แต่จะกระจายโดยประมาณแบบ Snedecor F กับ $R-1$ และระดับชั้นความเป็นอิสระของ f เมื่อ f คือ ค่าจำกัดความของความเป็นนัยโดย

$$\frac{1}{f} = \sum_i \sum_j \frac{c_{ij}^2}{(m-1)} \text{ และ } c_{ij} = \frac{S_{ij}^2}{\sum_i \sum_j S_{ij}^2}$$

วิธีการทางสถิติ F_C^* และ F_I^* ใช้เพื่อทดสอบผลกระทบของแถวในแนวนอน และ ปฏิสัมพันธ์ที่มีความหมายเหมือนกับวิธีการทางสถิติที่คล้ายคลึงกันแต่แตกต่างกันตรงการกระจายข้อมูล ทั้งคู่จะสามารถประมาณค่า df เหมือน F_R^* สำหรับเศษส่วน

เมื่อมีจำนวนที่ไม่เท่ากันในแต่ละเซลล์ ij เซตของการเปรียบเทียบต้องประเมินค่าช่องว่างของตัวแปรทางสถิติตามสมมติฐานของการทดสอบ Orthonormalization ของเซตของการเปรียบเทียบ L ซึ่งอาจได้มาจาก Schmidt Orthogonalization routine ได้ผลสรุปของการรวมเชิงเส้นที่สามารถประมาณค่าของค่าเฉลี่ย $\{d_{oi} = n_i / n\}$ ขั้นตอน Orthogonalize k การเปรียบเทียบกลุ่มที่ k d_{ki}' และการเปรียบเทียบ $d_{0i}, \dots, d_{(k-1)i}$ โดย

$$d_{ki} = d_{ki}' - \sum_{j=0}^{k-1} \left(\sum_{h=1}^g d_{kh}' d_{jh} / n_h \right) d_{ji} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, g$$

โดยปกติ d_{ki} แบ่งแต่ละส่วน โดย $\sum_i d_{ki}^2 / n_i$ เมื่อลด d_{oi} ในการคำนวณ จากเซตของการเปรียบเทียบ Orthonormal หลังจากนั้นรวมผลของคุณสมบัติกำลังสองเข้ากับการเปรียบเทียบตามที่ได้ชี้แจงข้างต้น

จากเอกสารข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการเปรียบเทียบพหุคูณสำหรับข้อมูลที่มีความแปรปรวนที่ต่างกัน Satterthwaite ได้ประมาณการสำหรับการกระจายของการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างที่มีความแปรปรวนที่แตกต่าง สำหรับการแบ่งการเปรียบเทียบแบบ Orthonormal การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติทั้งแบบทางเดียวและสองทาง จุดประสงค์ ก็คือ ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่างๆในการเปรียบเทียบพหุคูณ

การทดสอบความแปรปรวนที่เท่ากัน

เดย์ตัน (Dayton.1970 : 32 – 37) กล่าวว่า ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนได้มาจากการรวมกลุ่มของผลรวมกำลังสองจากการจัดกระทำที่ประกอบด้วยการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (CRD) หลักพื้นฐานของวิธีการนี้ คือ ความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มของการจัดกระทำจะประมาณได้จากความแปรปรวนของประชากรที่เท่ากัน (σ^2) ถ้าข้อมูลที่ได้อาจไม่ตรงตามหลักที่กล่าวข้างต้น การวิเคราะห์นี้ก็จะประเมินจุดประสงค์ที่ถูกต้องของความเท่ากัน คือ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_p^2 = \sigma^2$ เมื่อ σ_j^2 แทน กลุ่มตัวอย่างของความแปรปรวนของประชากรที่ j โดยสมมติให้กลุ่มตัวอย่างของความแปรปรวน $S_1^2, \dots, S_p^2$ คือ การประเมินค่าความเป็นอิสระของแต่ละ σ^2 การกระจายของกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มของความแปรปรวนที่ p จะได้มาจากตัวอย่างข้างต้น การกระจายนี้เป็นการกระจายที่ซับซ้อน โดยปกติแล้ววิธีการของค่าใกล้เคียง จะใช้ในการคำนวณหาค่าโดยตรง วิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ด้วยกันสองวิธีการ ซึ่งวิธีการหนึ่งเป็นวิธีการใหม่ ที่ใช้ทดสอบความแปรปรวนที่เท่ากันตามข้อตกลงที่ได้กล่าวไว้แล้ว

1. การทดสอบของ Bartlett สามารถใช้กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน หรือขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน
2. การทดสอบ $F_{\max}$ ของ Hartley จะมีวิธีการคำนวณที่ง่ายกว่าการทดสอบของ Bartlett แต่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากันเพียงอย่างเดียว
3. การทดสอบของ Levene มีความเหมาะสมที่จะใช้มาก แต่จะต้องศึกษาโดยตรงจากการประเมินจุดประสงค์ที่ถูกต้อง

ให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ p คือ $n_1, n_2, \dots, n_p$ ดังที่ Bartlett (1954) ได้บอกไว้ในสถิติ

$$\frac{2.303}{C} \left[\left(\sum_{j=1}^p n_j - p \right) \log(MS_{error}) - \sum_{j=1}^p (n_j - 1) \log(S_j^2) \right]$$

เมื่อ

$$C = 1 + \frac{1}{3(p-1)} \left[\sum_{j=1}^p \frac{1}{n_j - 1} - \frac{1}{\sum_{j=1}^p (n_j - 1)} \right]$$

คือการกระจายที่มีลักษณะเหมือนกับการกระจายแบบไค-กำลังสอง กับระดับชั้นของความเป็นอิสระ $p - 1$ เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากประชากร ดังนั้น ถ้ากลุ่มตัวอย่างได้มาจากการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (CRD) คือ การทดสอบจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน สถิติของ Bartlett ได้จากการทดสอบสมมติฐาน สำหรับการทดสอบระดับนัยสำคัญของ α คือ เปอร์เซนต์ไทล์ที่ $(1 - \alpha)$ ของการกระจายไค-กำลังสองด้วยระดับชั้นของความเป็นอิสระ $p - 1$ และรวมไปถึงค่าวิกฤติด้วย

1. ในการคำนวณสถิติของ Bartlett จำเป็นที่จะต้องนำมาประยุกต์ใช้ในแต่ละตาราง ตาราง 2 - 7 แสดงให้เห็นรูปแบบตารางทั่วไป ตาราง 2 - 8 จะแสดงให้เห็นถึงการคำนวณข้อมูลจากตาราง 2 - 5 ค่าสถิติของ Bartlett คือ 1.01 เมื่อเทียบกับการกระจายของไค-กำลังสองค่าที่ได้จะไม่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ และประกอบไปด้วยค่าความแปรปรวนของประชากรที่เท่ากัน

ตาราง 2-7 รูปแบบการคำนวณสำหรับสถิติของ Bartlett

Sample	$n-1$	$1/n-1$	S^2	$\log S^2$	$(n-1)\log S^2$
1	n_1-1	$1/n_1-1$	S_1^2	$\log S_1^2$	$(n_1-1)\log S_1^2$
2	n_2-1	$1/n_2-1$	S_2^2	$\log S_2^2$	$(n_2-1)\log S_2^2$
.....					
p	$\frac{n_p-1}{\sum_{j=1}^p(n_j-1)}$	$\frac{1/(n_p-1)}{\sum_{j=1}^p 1/(n_j-1)}$	S_p^2	$\log S_p^2$	$\frac{(n_p-1)\log S_p^2}{\sum_{j=1}^p(n_j-1)\log S_j^2}$

ตาราง 2-8 ตัวอย่างการคำนวณของสถิติของ Bartlett

Sample	$n-1$	$1/n-1$	S^2	$\log S^2$	$(n-1)\log S^2$
1	9	.1111	141.66	2.1512	19.3608
2	9	.1111	183.56	2.2638	20.3742
3	9/27	.1111/.3333	91.82	1.9629	17.6661/57.4011
$\chi^2 = \frac{2.303}{C} [27(2.1430) - 57.4011] = \frac{2.303}{C} (.4599)$					
$C = 1 + \frac{1}{6} \left(.3333 - \frac{1}{27} \right) = 1.05$					
$\chi^2 = \frac{2.303}{1.05} (.4599) = 1.01$					

เป็นที่ทราบกันดีว่า Bartlett จะมีผลกระทบต่อประชากรที่ไม่ปกติเหมือนกับความแปรปรวนที่แตกต่างกัน ดังนั้น เมื่อระดับความมีนัยสำคัญเกิดขึ้น ก็จะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับที่มาของเรื่องนั้นๆ ในความจริงแล้ว แม้ว่าจะแนะนำเกี่ยวกับความไม่แน่นอนในสถิติของ Bartlett แล้ว ก็ไม่สามารถจะนำมาประยุกต์ใช้ได้ ในสถานการณ์ต่างๆ ในการหาค่าความเป็นปกติ เราจะวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนความมีนัยสำคัญของสถิติ Bartlett จะชี้แจงได้จากรูปแบบของข้อตกลง ความไม่ปกติและความแปรปรวนที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงลักษณะของการใช้ ซึ่งก็คือลักษณะของการแยกประเภทของกลุ่มตัวอย่าง นักวิจัยสามารถแสดงให้เห็นถึงการออกแบบที่ไม่ส่งผลกระทบต่อข้อตกลงและประยุกต์หาคำตอบได้

2. ในกรณีพิเศษที่กลุ่มของการจัดกระทำ p มีขนาดเดียวกัน อาจใช้หลักการทดสอบค่า $F_{\max}$ ง่าย ๆ ของ Hartley ได้ดีกว่าของ Bartlett สถิติ $F_{\max}$ คือ อัตราส่วนของความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดตั้งแต่ใหญ่ที่สุดจนถึงเล็กที่สุด ถ้า $S_{\max}^2$ คือ ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของ S_j^2 และให้ $S_{\min}^2$ คือ ขนาดที่เล็กที่สุด จะทำให้ $F_{\max} = S_{\max}^2 / S_{\min}^2$ Hartley (Pearson & Hartley, 1958) ได้พิสูจน์ว่าการกระจายของ $F_{\max}$ สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาด 2 – 60 กลุ่ม และกลุ่มของการจัดกระทำตั้งแต่ 2 – 12 กลุ่ม ดังตาราง B – 6 ที่กำหนดค่าวิกฤติไว้ที่ .05 และ .01 สำหรับข้อมูลในตัวอย่างตาราง 2 – 5 $S_{\max}^2 = 183.56, S_{\min}^2 = 91.82$ และ $F_{\max} = 2.00$ และ $\alpha = .05$ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1. วิธีการสุดท้ายที่ใช้สำหรับข้อตกลงของการทดสอบความแปรปรวนที่เท่ากัน คือ การทดสอบของ Levene แตกต่างจากสองวิธีที่กล่าวมาแล้ว คือ ไม่สามารถคำนวณโดยตรงได้จากความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง แต่จะวิธีที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่าเบี่ยงเบนของคะแนนจากค่าเฉลี่ยในกลุ่มจัดกระทำ ถ้าไม่มีกลุ่มการจัดกระทำของรูปแบบ ความแปรปรวนของคะแนนก็จะลบจากค่าเฉลี่ยในกลุ่มนั้น ค่าที่สมบูรณ์ก็คือค่าความเบี่ยงเบนของคะแนนที่กลายมาเป็นค่าที่คำนวณได้จากความแปรปรวนทางเดียว การทดสอบสมมติฐาน คือ ค่าเฉลี่ยที่ผิดปกติจากค่าเฉลี่ยที่คงที่ในอีกกลุ่มหนึ่ง การศึกษาสถิติของ Levene (Glass, 1966) แสดงให้เห็นว่า การทดสอบจะไม่ส่งผลกระทบต่อความผิดปกติของการกระจายพื้นฐาน (ในกรณีกลุ่มตัวอย่างของการจัดกระทำนั้นเท่ากัน) และการทดสอบนั้นจะให้ผลได้ดีกว่าการทดสอบของ Bartlett ดังนั้นในการวิเคราะห์การทดสอบนี้จะพิสูจน์ให้เห็นว่าไม่จำเป็นต้องกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน การคำนวณจะมีความสัมพันธ์กับกลุ่มตัวอย่างและสามารถใช้ตารางสถิติมาตรฐานได้เป็นประโยชน์ เช่น ตารางของการกระจายแบบ F

การอ้างถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่แท้จริงแล้วไม่ได้มีผลต่อการฝ่าฝืนรูปแบบโค้งปกติและความแปรปรวนที่เท่ากัน ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์นั้นเท่ากันหรือมีขนาด

โดยประมาณที่เท่ากัน ผลที่ได้จะได้มาจาก ผลการวิจัยของ Box (1954) และ Norton (cited in Lindquist, 1953) ที่สนับสนุนโดยตรงเกี่ยวกับการออกแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนและ ผลการศึกษาของ Boneau (1960) ได้ให้ข้อสังเกตที่เหมือนกันในกรณีของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม (t-test) ดังนั้น ในเรื่องของสมมติฐานของความแปรปรวนที่เท่ากันก็จะมีคำแนะนำที่จะศึกษา ในตัวของมันเอง นักวิจัยที่ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากันจะทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ผลกระทบของการจัดกระทำ สำหรับขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากันจะใช้สถิติของ Bartlett (หรือ ในบางครั้งอาจจะใช้การทดสอบของ Levene) เจื่อนไข่นี้พิสูจน์ได้ว่า ถ้าในการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถหาส่วนประกอบได้ครบตามที่กล่าวมาข้างต้น ความแปรปรวนที่แตกต่างกัน (รูปแบบที่ผิดปกติ) ก็จะสามารถศึกษาให้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น

สิ่งที่ต้องคำนึงในการทดสอบมีสองข้อ คือ

1. การทดสอบที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานทางสถิติของ Bartlett จะพิจารณาได้จากรูปแบบที่ผิดปกติ หรือความแปรปรวนที่แตกต่างกัน ในการทดสอบถ้าสถิติของ Bartlett ให้ผลของค่าวิกฤติดีกว่าค่ากำลังสอง นักวิจัยสามารถประยุกต์การเปลี่ยนแปลงได้เพื่อที่จะคงไว้ซึ่งความคิดนี้ การทดสอบที่จะจริงสำหรับข้อตกลงที่เป็นปกติแล้วน่าจะใช้ค่าไค-กำลังสอง

2. จะพูดเกี่ยวกับการพิจารณาเบื้องต้นในระหว่างกระบวนการการแก้ต่างอาจเป็นความจริงเกี่ยวกับกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างที่อาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมในอนาคตได้ อาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อพบกลุ่มของความแตกต่างที่ผิดปกติ ซึ่งเป็นผลกระทบต่อความมีนัยสำคัญทางสถิติของกลุ่มการจัดกระทำ ดังนั้น นักวิจัยจะพบกับความเป็นไปได้ ไม่เฉพาะแต่ในกรณีที่ความแปรปรวนที่คงที่ แต่อาจเกิดกับการปฏิเสธสมมติฐาน (ในทางกลับกันก็อาจเกิดขึ้นได้) ในบางกรณีการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดขึ้นกับการทดลองชิ้นอื่น หรืออาจมาจากการศึกษาทฤษฎี จะพบมากในการระบุลักษณะของข้อมูล ดังเช่นการเปลี่ยนมาตรฐานจะไม่ปรากฏในสถานการณ์จริง ยุทธศาสตร์พื้นฐานของการแก้ต่าง คือ การเปลี่ยนความสำคัญของขนาดอัตราส่วน F อย่างรอบคอบ โปรแกรมสถิติยุคใหม่สำหรับคอมพิวเตอร์ต้องการการวิเคราะห์หลายครั้งโดยใช้การเปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้ง สิ่งที่เกิดอาจเป็นสิ่งที่นำมาพิจารณา ผลของการทดลอง ถ้าพบความแปรปรวนที่แตกต่างกันในกลุ่มของการจัดกระทำ ตาราง 2 – 9 สามารถเป็นแนวทางในการเลือกการเปลี่ยนแปลงความแปรปรวนที่เหมาะสมพื้นฐานของตาราง ที่ถูกต้องอาจต้องใช้รากที่สองและลอการิทึม เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่สมบูรณ์ ตาราง 13 – 12 ประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงค่า $\sin^{-1}$

ตาราง 2 – 9 แนวทางที่ใช้ในการเปลี่ยนข้อมูล

ลักษณะของข้อมูล	การแนะนำลักษณะของการเปลี่ยนแปลง
ประมาณค่า $\bar{Y}$ ให้เท่ากับ S^2 สำหรับทุกตัวอย่าง (ข้อมูลจะถูกนับ)	$Y' = \sqrt{Y} + \sqrt{Y+1}$
ประมาณค่า $\bar{Y}$ ความน่าจะเป็นของ S สำหรับ ทุกตัวอย่าง	$Y' = \log(Y+1)$
ประมาณค่า $\bar{Y}^2$ ให้เท่ากับ S^2 สำหรับทุกตัวอย่าง ข้อมูลคือความน่าจะเป็นหรือเปอร์เซ็นต์	$Y' = 2 \sin^{-1} \sqrt{Y}$

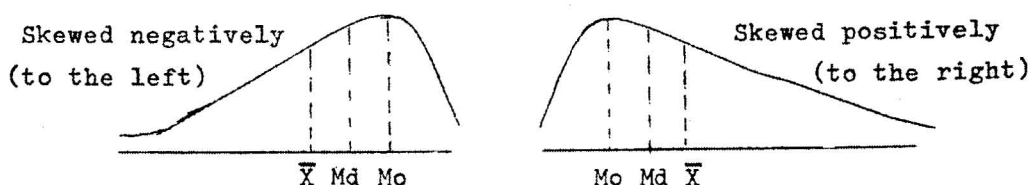
การเปลี่ยนแปลงเป็นการประยุกต์มาจากการแทนที่ของคะแนน Y โดยการเปลี่ยนแปลงให้ได้ค่าเท่ากับ Y' การวิเคราะห์ความแปรปรวนบนค่า Y' เงื่อนไขของความแปรปรวนที่เท่ากัน ถูกทดสอบในการเปลี่ยนคะแนนเฉลี่ยของสถิติของ Bartlett เฉพาะในคะแนน Y ที่ใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดของแต่ละตัวอย่างจะต้องเปลี่ยนการคำนวณในค่าพิสัย โดยทั่วไปแล้ว การเปลี่ยนแปลงจะทำเพื่อหาค่าความเท่ากันของพิสัยในกลุ่มตัวอย่างและอาจจะหาค่าความเท่ากันในตัวอย่ ความแปรปรวนด้วย

ถ้าให้คำตอบของการวัดความแปรปรวนที่แตกต่างกันจะทำให้นักวิจัยต้องออกแบบ การศึกษาของตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันวิเคราะห์ความแปรปรวนภายใต้เงื่อนไขของความแปรปรวนที่แตกต่างกันและรูปแบบของความผิดปกติ สถิติของ Bartlett น่าจะใช้ในการทดสอบ ข้อตกลงที่เกี่ยวกับความแปรปรวนที่เท่ากัน ถ้าข้อตกลงไม่สมบูรณ์ การเลือกที่จะเปลี่ยนแปลง ข้อมูลเป็นสิ่งที่กระทำ พึงระวังว่าการวิเคราะห์กระบวนการอาจจะประยุกต์คะแนนในการออกแบบ วิจัยข้อมูลที่มีจำนวนมากพอๆกับข้อมูลในการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (CRD)

การแจกแจงข้อมูล

การแจกแจงข้อมูล ถ้าจำแนกตามลักษณะของข้อมูลแล้ว จำแนกได้ 2 ประเภท คือ การแจกแจงข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องหรือแบบขาดตอน (Discrete) เช่น การแจกแจงแบบไบนอมิอัล (Binomial) และการแจกแจงข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous) เช่น การแจกแจงแบบโค้งปกติ (Normal)

การแจกแจงความถี่ของข้อมูลแบบต่อเนื่อง วิรัช วรณรัตน์ (2535:26 - 30)
ถ้าข้อมูลมีการกระจายแบบสมมาตรโดยเส้นโค้งเป็นรูปประฆังและปลายโค้งมีลักษณะสมมาตร
แล้ว เรียกว่า การแจกแจงแบบสมมาตร (Symmetric distribution) แต่ถ้าเส้นโค้งเป็นรูปประฆัง
แต่ปลายโค้งทั้งสองข้างไม่สมมาตรกันแล้ว โค้งจะเบ้ไปทางด้านใดด้านหนึ่ง เรียกว่า โค้งมี
ความเบ้ (Skewness) ดังภาพ



การวัดความเบ้ (Measure of skewness) วิธีการวัดความเบ้ มี 3 วิธี คือ

1. การวัดความเบ้ของเพียร์สัน (Pearson) เป็นการวัดความเบ้ที่อาศัยธรรมชาติและความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าฐานนิยม (Mode) กล่าวคือ

- ถ้าการแจกแจงเป็นโค้งสมมาตร

$$\bar{X} - \text{Mode} = \bar{X} - \text{Median} = 0$$

- ถ้าการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา

$$\bar{X} - \text{Mode} > \bar{X} - \text{Median} \text{ มีค่าเป็นบวก}$$

- ถ้าการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย

$$\bar{X} - \text{Mode} < \bar{X} - \text{Median} \text{ มีค่าเป็นลบ}$$

ซึ่งการหาความเบ้นั้นอาศัยระบบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกับค่าฐานนิยม
ในการวัดความเบ้ คือ

$$\text{Skewness} = \bar{X} - \text{Mode}$$

แนวความคิดการวัดความเบ้ตามลักษณะดังกล่าวนี้ เป็นการวัดภาพรวม โดยการ
แจกแจงมีลักษณะเหมือนเดิม ทั้งนี้เพราะความต่างรวมของค่าเฉลี่ยกับค่าฐานนิยมของข้อมูลชุด
ใด ๆ อาจเท่ากัน แต่ลักษณะการกระจายของข้อมูลอาจต่างกันได้ ดังนั้นเพื่อให้การเปรียบเทียบ
ระหว่างข้อมูลชุดต่าง ๆ ถูกต้องมากยิ่งขึ้น จึงควรลดการกระทบกระเทือนของการกระจาย

โดยนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเข้ามาเกี่ยวข้องในการคิดคำนวณด้วย ผลที่ได้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเบ้ของเพียร์สัน คือ

$$Skewness = \frac{\bar{X} - Mode}{SD}$$

อย่างไรก็ตาม การใช้ค่าฐานนิยมในการคิดคำนวณ ถ้าอันตรภาคชั้นใหญ่เกินไป หรือเล็กเกินไป จะทำให้ค่าฐานนิยมผิดไปจากความจริงได้ ดังนั้นถ้าการแจกแจงไม่เบ้มากจนเกินไปนิยมที่จะใช้ค่ามัธยฐานที่มีความสัมพันธ์กับค่าฐานนิยม แทนลงในสมการ คือ

$$\begin{aligned} Sk &= \frac{\bar{X} - 3(\bar{X} - Median)}{SD} \\ \text{ดังนั้น} \quad Sk &= \frac{\bar{X} - (\bar{X} - 3(\bar{X} - Median))}{SD} \\ &= \frac{3(\bar{X} - Median)}{SD} \end{aligned}$$

โดยค่าความเบ้จะมีค่าอยู่ระหว่าง +3 ถึง -3

3. การวัดความเบ้ตามวิธีของโบว์เลย์ (Bowley) การวัดความเบ้ตามวิธีนี้อาศัยความสัมพันธ์ของควอไทล์ (Quartile) และค่ามัธยฐาน เพราะเชื่อว่าถ้าข้อมูลมีการแจกแจงเป็นโค้งสมมาตรแล้ว ควอไทล์ที่ 1 (Q_1) และควอไทล์ที่ 3 (Q_3) จะอยู่ห่างจากมัธยฐานเท่ากัน กล่าวคือ

- ถ้าการแจกแจงเป็นโค้งสมมาตร

$$Q_3 - Median = Median - Q_1 = 0$$

- ถ้าการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา

$$Q_3 - Median > Median - Q_1 \text{ มีค่าเป็นบวก}$$

- ถ้าการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย

-

$$Q_3 - Median < Median - Q_1 \text{ มีค่าเป็นลบ}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad Sk &= \frac{Q_3 - Q_1 - 2Median}{Q_3 - Q_1} \\ &= \frac{Q_3 + Q_1 - 2Q_2}{Q_3 - Q_1} \end{aligned}$$

โดยค่าความเบ้จะมีค่าระหว่าง +1 ถึง -1 แต่ถ้การแจกแจงเป็นโค้งสมมาตร แล้วค่าความเบ้จะเท่ากับศูนย์ และถ้โค้งเบ้ไปทางขวาค่าที่ได้จะเป็นบวก ถ้เบ้ไปทางซ้ายค่าที่ได้จะเป็นลบ

3. การวัดความเบ้โดยใช้โมเมนต์ (Moment)

วิธีนี้นับว่าเป็นวิธีการวัดความเบ้ที่ดีที่สุด เนื่องจากอาศัยค่าความเบ้เบนมาตรฐานของข้อมูลจากค่าเฉลี่ยเป็นหลักในการวัดและให้ค่าที่แน่นอนกว่าวิธีอื่นๆ คือ

$$Sk = \frac{M_3}{S^3} = \frac{M_3}{M_2 \sqrt{M_2}}$$

เมื่อ

Sk เป็นค่าความเบ้

M_3 เป็นค่าโมเมนต์ที่ 3

M_2 เป็นค่าโมเมนต์ที่ 2

S เป็นค่าความเบ้เบนมาตรฐาน

โดยค่าโมเมนต์ คำนวณได้จาก

$$M_r = \frac{\sum (x - \bar{x})^r}{N}$$

เมื่อ

M_r คือค่าโมเมนต์ที่ r

การวัดความเบ้ด้วยโมเมนต์ที่ 3 นี้จะให้ค่าดังนี้

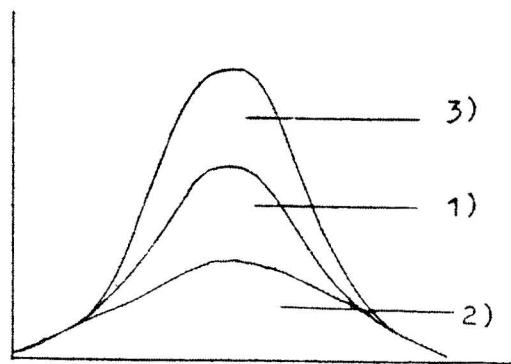
1. ถ้ $Sk = 0$ แล้ว การแจกแจงเป็นโค้งสมมาตร (Symmetric)
2. ถ้ $Sk > 0$ แล้ว การแจกแจงจะเบ้ไปทางขวา (Positive skewness)
3. ถ้ $Sk < 0$ แล้ว การแจกแจงจะเบ้ไปทางซ้าย (Negative skewness)

การวัดความโด่ง (Measure of Kurtosis)

การแจกแจงข้อมูลถึงแม้จะมีลักษณะเป็นสมมาตร ถ้าข้อมูลต่างกันแล้วจะมีความโด่งของโค้งต่างกัน คือ

1. ถ้าลักษณะโค้งเป็นโค้งปกติ เรียกว่า Mesokurtic
2. ถ้าลักษณะโค้งเป็นแบบแบนราบ เรียกว่า Flatykurtic
3. ถ้าลักษณะโค้งเป็นแบบสูงแหลม เรียกว่า Leptokurtic

ดังภาพ



การวัดความโด่งสามารถพิจารณาได้จาก โมเมนต์ที่ 4 คือ

$$Ku = \frac{M_4}{S^4}$$

โดย $Ku = 3$ แสดงว่า เป็นโค้งปกติ
 $Ku < 3$ แสดงว่า เป็นโค้งแบนราบ
 $Ku > 3$ แสดงว่า เป็นโค้งสูงแหลม

หรือ

$$Ku = \frac{M_4}{M_2^2} - 3$$

โดย $Ku = 0$ แสดงว่า เป็นโค้งปกติ
 $Ku < 0$ แสดงว่า เป็นโค้งแบนราบ
 $Ku > 0$ แสดงว่า เป็นโค้งสูงแหลม

ซึ่งการแจกแจงแบบโค้งสูงจะมีความโด่งสูงและฐานแคบกว่าการแจกแจงแบบปกติ แต่การแจกแจงเป็นโค้งแบนราบจะมีความโด่งแบนราบและฐานกว้างกว่าการแจกแจงแบบปกติ

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2540 : 121-126) กล่าวว่า เมื่อเก็บข้อมูลได้แล้ว นำมาแจกแจงความถี่ โค้งของการแจกแจงความถี่อาจจะสลับทางซ้าย, สลับทางขวา หรือเป็นรูปสมมาตรก็ได้การแจกแจงใดที่ไม่เป็นรูปสมมาตร (Symmetry) ถือว่าการแจกแจงนั้นมีความเบ้ (Skewness) การแจกแจงใดมียอดโค้งของการแจกแจงสูงผิดปกติ เรียกว่า โด่งมาก การคำนวณว่าโค้งการแจกแจงใดมีความเบ้ หรือมีความโด่งเป็นอย่างไร ต้องอาศัยโมเมนต์รอบจุดคะแนนเฉลี่ย (Moment about the mean)

โมเมนต์รอบจุดคะแนนเฉลี่ยก็คล้ายๆ โมเมนต์ในวิชาฟิสิกส์นิยามไว้ดังนี้

ให้ m_i เป็นโมเมนต์ที่ i

X_i คือ คะแนนดิบแต่ละตัว

$\bar{X}$ เป็นคะแนนเฉลี่ย

N เป็นจำนวนคะแนน

$$m_1 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})}{N} = 0$$

$$m_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}$$

$$m_3 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{N}$$

$$m_4 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^4}{N}$$

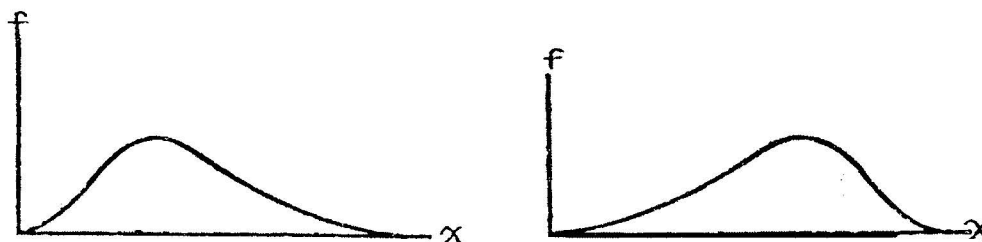
ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า ถ้าโมเมนต์ที่ r จะได้สูตรว่า

$$m_r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^r}{N}$$

กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่

$$m_r = \frac{\sum f(X_i - \bar{X})^r}{N}$$

ความเบ้ (Skewness) คือ ลักษณะของโค้งของการแจกแจง ที่ไม่อยู่ในรูปสมมาตร ถ้าลักษณะของโค้งสลับไปทางด้านคะแนนสูง เรียกว่า โค้งเบ้ไปทางบวก ถ้าโค้งสลับไปทางคะแนนน้อย ถือว่าโค้งเบ้ไปทางลบ



ลักษณะเบ้ทางบวก (Positively skewness)

ลักษณะเบ้ทางลบ (Negatively skewness)

การพิจารณาด้วยตาู้แต่เพียงว่าโค้งเบ้ไปทางใด แต่ไม่รู้ว่ามีอำนาจของความเบ้นั้นเป็นเท่าไร จึงมีสูตรใช้คำนวณหาอำนาจของความเบ้ว่า

$$g_1 = \frac{m_3}{m_2 \sqrt{m_2}}$$

ถ้ากำหนดให้ g_1 เป็นอำนาจของความเบ้

m_2 เป็นโมเมนต์ที่ 2

m_3 เป็นโมเมนต์ที่ 3

การแปลผล ถ้า g_1 มีค่าเป็น 0 การแจกแจงเป็นโค้งปกติ

$g_1 > 0$ การแจกแจงเป็น Positively skewness

$g_1 < 0$ การแจกแจงเป็น Negatively skewness

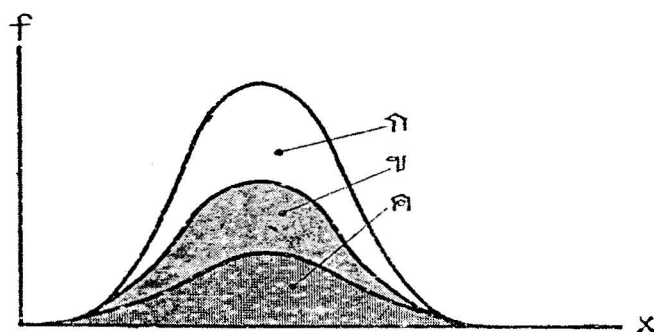
ความโด่ง (Kurtosis) หมายถึง ลักษณะจากโค้งของการแจกแจงความถี่ว่าสูงโด่งหรือเตี้ย นั่นคือพยายามมองโค้งของการแจกแจงตามแนวดิ่ง ลักษณะความโด่งมี 3 ประเภท

ก. เป็นประเภทโด่งสูงมากผิดปกติ มีชื่อว่า Leptokurtic

ข. เป็นประเภทโด่งปานกลาง อันเป็นโค้งมาตรฐาน ที่เรียกทั่วไปว่าโค้งปกติ (Normal Curve) มีชื่อเฉพาะ เรียกว่า Mesokurtic

ค. เป็นประเภทโด่งน้อยกว่าธรรมดา หรือโค้งการแจกแจงเป็นรูปแบบๆนั่นเอง

มีชื่อเรียกว่า Platykurtic



ภาพแสดง Kurtosis แบบต่างๆของโค้งของการแจกแจง

การวัดค่าสัมประสิทธิ์ของความโด่งนิยมใช้ความสัมพันธ์ของโมเมนต์ที่ 2 และโมเมนต์ที่ 4 และนิยามตามสูตรสำหรับวัดดังนี้

$$g_2 = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$$

ถ้า g_2 แทนระดับของความโด่ง

m_4 แทนขนาดโมเมนต์ที่ 4

m_2 แทนขนาดโมเมนต์ที่ 2

การแปลผล ถ้า g_2 มีค่าเป็น 0 การแจกแจงเป็นโค้งปกติ

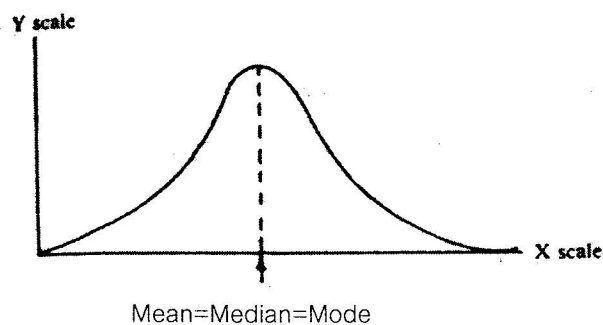
ถ้า g_2 มีค่ามากกว่า 0 การแจกแจงเป็นแบบ Leptokurtic

ถ้า g_2 มีค่าน้อยกว่า 0 การแจกแจงเป็นแบบ Platykurtic

วินัส พิษณุชัย และสมจิต วัฒนาขยางกุล (2537:72 - 76) ได้กล่าวว่า

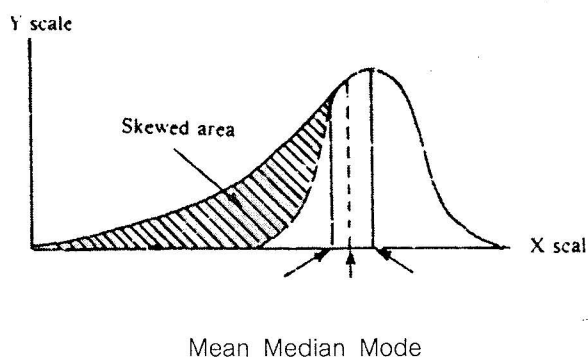
ความเบ้ (Skewness) คือ ข้อมูลชุดใดที่มีการแจกแจงสมมาตร เส้นโค้งที่ได้จากการแจกแจงข้อมูลชุดนั้น จะมีลักษณะเป็นรูปประฆังที่สมมาตรที่มัธยิมเลขคณิต เส้นโค้งทางด้านขวาของมัธยิมเลขคณิตและทางด้านซ้ายของมัธยิมเลขคณิต จะมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ มัธยิมเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม จะมีค่าเท่ากันหรือทับกันสนิท

แต่ถ้าข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่สมมาตร มีลักษณะเบ้ไปข้างใดข้างหนึ่ง มีชัณภูมิเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมก็จะมีค่าต่างกัน พิจารณาตามรูปต่อไปนี้



ก. เส้นโค้งรูประฆังที่ไม่เบ้

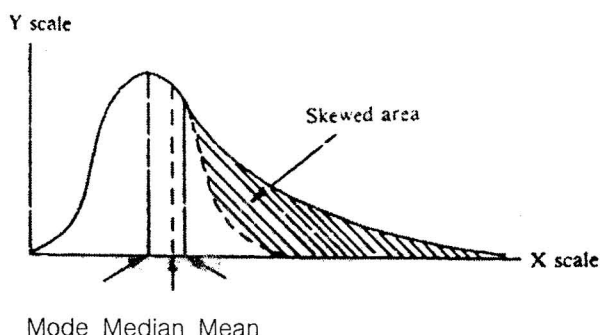
จะเห็นว่าในรูป ก. ข้อมูลมีการแจกแจงสมมาตร Mean=Median=Mode



ข. เบ้ไปทางคะแนนมาก

Skewed to the left or negatively skewness distribution

ในรูป ข. ข้อมูลมีการแจกแจงเบ้ไปทางซ้าย เพราะพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งทางด้านซ้ายของค่าฐานนิยมมีมากกว่าพื้นที่ทางด้านขวาของค่าฐานนิยม จึงเรียกว่าข้อมูลนี้เบ้ซ้ายหรือเบ้ลบ



Mode Median Mean

ค. เบ้ไปทางคะแนนน้อย

Skewed to the right or Positively skewness distribution

ในรูป ค. ข้อมูลมีการแจกแจงเบ้ไปทางขวา เพราะพื้นที่ใต้เส้นโค้งทางด้านขวาของค่าฐานนิยมมากกว่าพื้นที่ทางด้านซ้ายของค่าฐานนิยมหรือเรียกว่าข้อมูลชุดนี้เบ้ขวาหรือเบ้บวก

การวัดความเบ้ (Measure of Skewness)

1. วิธีของ Karl Pearson โดยดูค่าแตกต่างระหว่าง $\mu - mode$

ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงที่สมมาตรแล้ว $\mu - mode = 0$

ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงที่เบ้ซ้ายแล้ว $\mu - mode < 0$

ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงที่เบ้ขวาแล้ว $\mu - mode > 0$

เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบการกระจายระหว่างหมู่ ในกรณีที่เราต้องการเปรียบเทียบความเบ้ระหว่างข้อมูลหลายๆชุด จึงต้องสร้างสัมประสิทธิ์ของความเบ้ (Coefficient of Skewness) ขึ้น

สัมประสิทธิ์ของความเบ้วัดได้จากอัตราส่วนระหว่างความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตกับฐานนิยมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สัญลักษณ์ α_3

$$\alpha_3 = \frac{\mu - mode}{\sigma}$$

อนึ่ง ถ้ารูปไม่เบ้มากเกินไป อาจจะแปลงสูตรได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง

$$Mode = \mu - 3(\mu - median)$$

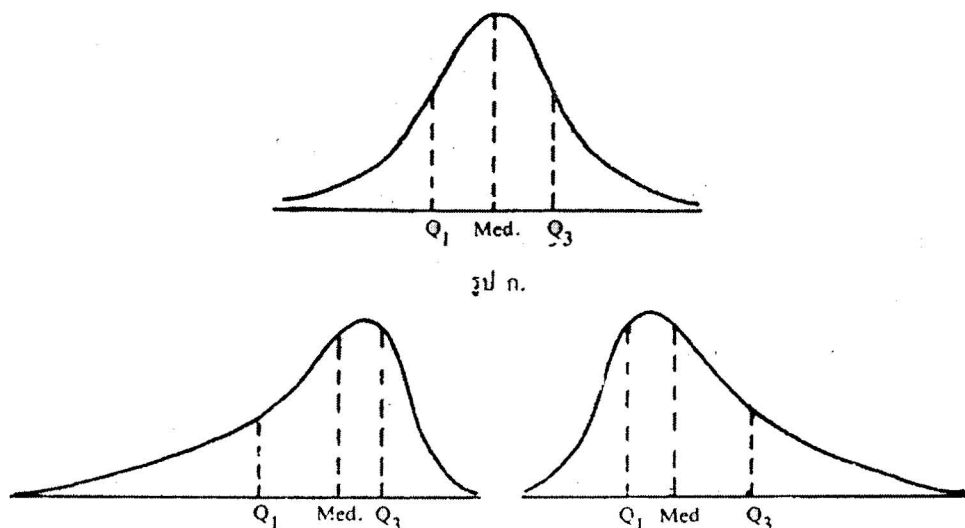
$$\begin{aligned} \therefore \alpha_3 &= \frac{\mu - \mu + 3(\mu - median)}{\sigma} \\ &= \frac{3(\mu - median)}{\sigma} \end{aligned}$$

ถ้าการแจกแจงของข้อมูลมีความเบ้เล็กน้อย สัมประสิทธิ์ของความเบ้ที่คำนวณได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 1

ถ้าข้อมูลนั้นมีลักษณะค่อนข้างเบ้ ค่าที่คำนวณได้ก็จะไม่เกิน 1 แต่ถ้าค่าที่คำนวณได้มากกว่า 1 หรือน้อยกว่า -1 แสดงว่าข้อมูลนั้นเบ้มากผิดปกติ

2. โดยวิธีของ Bowley

โดยวิธีพิจารณาค่ามัธยฐานและควอไทล์ ดังรูปต่อไปนี้



เราจะเห็นได้ว่า ถ้าการแจกแจงความถี่นั้นอยู่ในลักษณะที่สมมาตร ค่าของ Q_1 และ Q_3 จะมีระยะห่างจากค่ามัธยฐานเท่าๆกัน

ในรูป ก. $Q_3 - \text{median} = \text{median} - Q_1$

ข. $Q_3 - \text{median} < \text{median} - Q_1$

ค. $Q_3 - \text{median} > \text{median} - Q_1$

ฉะนั้น Bowley จึงตั้งค่าสูตรสัมประสิทธิ์ของความเบ้ดังนี้

$$\alpha_3 = \frac{(Q_3 - \text{median}) - (\text{median} - Q_1)}{Q_3 - Q_1}$$

ถ้าเป็นการแจกแจงแบบสมมาตร ค่าที่คำนวณได้จะมีค่าเท่ากับศูนย์

ถ้าเป็นการแจกแจงชนิดเบ้ซ้าย จะมีค่าเป็นลบ

และถ้าเป็นการแจกแจงชนิดเบ้ขวา จะมีค่าเป็นบวก

โดยปกติสัมประสิทธิ์ของความเบ้ที่คำนวณได้นี้จะมีค่าภายในช่วง ± 1

การหาค่าความเบ้โดยวิธีทั้งสองนี้ ง่ายและสะดวก แต่รูปร่างของสูตรไม่เหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในการคำนวณทางสถิติขั้นสูงต่อไป จึงได้มีการสร้างสูตรขึ้นอีกสูตรหนึ่ง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานต่อไป คือ

3. การวัดความเบ้โดยวิธีโมเมนต์ (Moment) วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะได้ใช้ทุกค่าของข้อมูล จึงให้ค่าแน่นอนกว่าวิธีอื่นๆ

$$\alpha_3 = \frac{m_3}{\sigma^3}$$

$$m_3 = \frac{\sum f(X - \mu)^3}{\sum f} \text{ เรียกว่าโมเมนต์ที่ 3 รอบมัชฌิมเลขคณิต}$$

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงที่สมมาตรแล้ว $m_3 = 0$

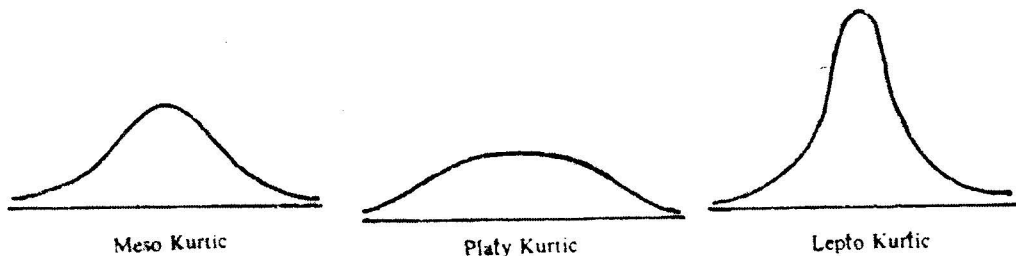
การวัดความโด่ง (Measure of Kurtosis)

การวัดความโด่ง ก็คือการวัดเส้นโค้งว่าจะมีความโด่งมากน้อยเพียงไรนั่นเอง เส้นโค้งที่เราเรียกว่า เส้นโค้งปกติ นอกจากเป็นรูปประฆังที่มีลักษณะสมมาตร ไม่เบ้แล้ว ยังต้องเป็นเส้นโค้งที่มีความโด่งตามส่วนสัดของมันอีกด้วย ดังนั้น เส้นโค้งใดที่โด่งผิดจากเส้นโค้งปกติ ก็นับเป็นเส้นโค้งที่ไม่ปกติทั้งสิ้น แม้แต่จะเป็นรูปประฆังที่สมมาตรก็ตาม

เส้นโค้งที่มีความโด่งเป็นปกติ เรียกว่า เส้นโค้งชนิด Mesokurtic จะมีค่าสัมประสิทธิ์ของความโด่งประมาณ 3

เส้นโค้งที่แบนราบกว่าปกติ เรียกว่า เส้นโค้งชนิด Platykurtic จะมีค่าสัมประสิทธิ์ของความโด่งน้อยกว่า 3

เส้นโค้งที่โด่งกว่าปกติ เรียกว่า เส้นโค้งชนิด Leptokurtic จะมีค่าสัมประสิทธิ์ของความโด่งมากกว่า 3



การหาสัมประสิทธิ์ของความโด่งทำได้โดยโมเมนต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สัญลักษณ์ α_4 แทนสัมประสิทธิ์ของความโด่ง

$$\alpha_4 = \frac{m_4}{\sigma^4}$$

$$m_4 = \frac{\sum f(X - \mu)^4}{N} \text{ เรียกว่าโมเมนต์ที่ 4 รอบมัชฌิมเลขคณิต}$$

จากที่เราศึกษาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าโมเมนต์ต่างๆ รอบมัชฌิมเลขคณิตมีประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้

โมเมนต์ที่ 1	$m_1 = \frac{\sum f(X - \mu)}{N} = 0$	ใช้ตรวจสอบการคำนวณ
โมเมนต์ที่ 2	$m_2 = \frac{\sum f(X - \mu)^2}{N}$	ใช้วัดการกระจายของข้อมูล
โมเมนต์ที่ 3	$m_3 = \frac{\sum f(X - \mu)^3}{N}$	ใช้วัดความเบ้ของข้อมูล
โมเมนต์ที่ 4	$m_4 = \frac{\sum f(X - \mu)^4}{N}$	ใช้วัดความโด่งของข้อมูล

ความถนัดทางการเรียน

ความหมายของความถนัดทางการเรียน

นักการศึกษา นักจิตวิทยาและนักวัดผลการศึกษา ได้ให้ความหมายของความถนัด (Aptitude) ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ครอนบาค (Cronbach.1970 : 38) กล่าวว่า ความถนัดเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่กว้างขวางและอ้างอิงสถานการณ์อนาคต

ชวาล แพรัตกุล (2517 : 1) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง สมรรถวิสัย (Capacity) และทิศทางแห่งความมั่งคั่งของสมองหรือกล่าวให้ง่ายขึ้นก็หมายถึง ขีดความสามารถสูงสุดของบุคคลที่เขาอาจมีได้ต่อการเรียนรู้และการฝึกฝนในวิทยาการต่างๆ และทักษะทั้งปวง ถ้าเขาได้รับการฝึกฝนและประสบการณ์ที่เหมาะสม

สมบุรณ์ ชิตพงศ์และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2518 : 17) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง ศักยภาพที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันเป็นผลมาจากการฝึกฝนความรู้และประสบการณ์ทั้งสิ้นทั้งปวง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527 : 27) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง ความสามารถที่บุคคลได้รับประสบการณ์ฝึกฝนตนเอง และสั่งสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะเด่นชัดด้านใดด้านหนึ่ง พร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้อย่างดี

จากความหมายของความถนัดดังกล่าว อาจสรุปได้ว่า ความถนัด หมายถึง ความสามารถสมองของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ ฝึกฝน และประสบการณ์ ซึ่งบุคคลนั้นสามารถแสดงออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัดทางการเรียน

ทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองและความถนัดมีหลายทฤษฎี แต่ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2527 : 27 - 34)

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-Factor Theory) บางทีทฤษฎีนี้มีผู้เรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บีเนท์และซิมอน (Binet and Simon.1905) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General Ability) นั่นเอง ในปี ค.ศ. 1905 หรือ พ.ศ. 2448 บีเนท์ และซิมอน ได้สร้างข้อสอบวัดตามแนวคิดของเขาเป็นครั้งแรก ข้อสอบฉบับนี้สร้างวัดระดับเชาว์ปัญญาเป็นแบบ Global Measure คือ วัดออกมาเป็นคะแนนเดียว แล้วแปลความหมายว่าใครมีเชาว์ปัญญาในระดับใด

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi – Factor Theory) ทฤษฎีนี้ทำโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อ สเปียร์แมน (Charles Spearman) ในปี ค.ศ. 1927 ทฤษฎีนี้เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยขบวนการทางสถิติ พบว่าสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์นั้นมียุทธศาสตร์ประกอบอยู่สองประการคือ องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกย่อๆว่า G – Factor และ องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกย่อๆว่า S – Factor แต่ละองค์ประกอบมีกิจกรรมเฉพาะตัวชนิดหนึ่งของมัน สมรรถภาพทั่วไปที่เรียกว่า G – Factor นั้นจะสอดแทรกอยู่ในทุกอิริยาบถของความคิดและการกระทำของมนุษย์ และแต่ละคนก็มีสมรรถภาพสมองชนิดทั่วไปนี้แตกต่างกันออกไปมากน้อยตามแต่ละบุคคล ส่วนองค์ประกอบเฉพาะหรือ S – Factor นั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกัน และเป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล เช่น ความสามารถพิเศษด้านดนตรี ด้านศิลปะ การวาดเขียน ทางเครื่องยนต์กลไก และทางช่างต่างๆ เป็นต้น

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple – Factor Theory) ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เทอร์สโตน (L.L. Thurstone) เสนอทฤษฎีนี้เมื่อปี ค.ศ. 1933 โดยทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองออกได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นเด่นชัดและสำคัญๆมีอยู่ 7 ประการ คือ

3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor ใช้อักษรย่อว่า V.) องค์ประกอบของสมองส่วนนี้จะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารต่างๆไป ผู้มีองค์ประกอบด้านนี้สูง จะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor ใช้อักษรย่อว่า W.) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้หาคำที่ขึ้นต้นด้วย “ด” มากที่สุดในเวลาที่จำกัด

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor ใช้ตัวย่อว่า N.) เป็นความสามารถที่มองเห็นความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตเป็นอย่างดี

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor ใช้ตัวย่อว่า S.) เป็นความสามารถที่จะเข้าใจถึงขนาดและมิติต่างๆ ได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่หรือทรงตันที่มีขนาดและปริมาตรที่ต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่างๆ ที่นำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor ใช้ตัวย่อว่า M.) เป็นความสามารถในด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกจูนสามารถถ่ายทอดได้

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed Factor ใช้ตัวย่อว่า P.) เป็นความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดความคล้ายคลึง หรือความแตกต่าง ระหว่างสิ่งของต่างๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor ใช้ตัวย่อว่า R.) เป็นความสามารถในการจัดประเภทอุปมาอุปไมย และสรุปความได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

4. ทฤษฎีไฮราคิคอล (Hierarchical Theory) ผู้นำทฤษฎี คือ เวอร์นอน (Vernon) เบิร์ต (Burt) ชาวอังกฤษ และฮัมฟรีย์ (Humphreys) ชาวอเมริกา โดยเฉพาะเวอร์นอน ได้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญา ในปี ค.ศ. 1960 โดยเริ่มต้นอธิบายตามแบบของสเปียร์แมน นั่นคือ เวอร์นอนเริ่มจุดแรกด้วย G - Factor ขั้นต่อไปแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ๆ คือ ความถนัดทางภาษา (Verbal Education ; V : ed) ความถนัดทางช่าง (Practical Mechanical ; K : m) ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ทั้งสองรวมเรียกว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่ทั้งสองยังแบ่งองค์ประกอบย่อยลงไปอีกได้เรียกว่า Verbal – Educational V ; ed ยังแบ่งย่อยเป็น องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) องค์ประกอบด้านตัวเลข (Number) และอื่นๆอีก ส่วนด้าน K ; m ได้แบ่งย่อยออกเป็นความรู้เชิงกล (Mechanical Information) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถในการใช้กลไกของกล้ามเนื้อ (Psychomotor Abilities) และอื่นๆอีก ซึ่งแต่ละองค์ประกอบย่อยยังแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ลงไปอีกเป็นองค์ประกอบต่ำที่สุด เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors)

5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model) ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นโดย กิลฟอร์ด (Guilford) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของเชาว์ปัญญาเป็น 3 มิติ คือ

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน คือ

- การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้นๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้นคืออะไร
- ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกนึกออกมาได้
- การคิดออกเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบออกเนกนัย
- การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดหาเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องมีเพียงคำตอบเดียว
- การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่างๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ

- ภาพ (Figural) หมายถึงสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอนสามารถจับต้องได้หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ดังรูปนั้นก็
- สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่างๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่างๆด้วย
- ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความสามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านคิด (Verbal thinking) มากกว่าเขียน
- พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่างๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 อย่าง คือ

- หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีคุณลักษณะเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น
- จำพวก (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพดกับมะพร้าว เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน เป็นต้น

- ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโดยความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย เป็นต้น
- ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าจะไรมาก่อนมาหลัง
- การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้
- การประยุกต์ (Implications) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท “ถ้า....แล้ว....” ก็เป็นพวกใช้คาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (two-Level Theory of Mental Ability) ทฤษฎีนี้เสนอโดย เจนเซน (Jensen) เมื่อปี ค.ศ. 1968 เจนเซนได้เสนอทฤษฎีว่าความสามารถทางสมองมีสองระดับ คือ ระดับ I (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือ เป็นความสามารถที่จะสะสมหรือเก็บข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับ II (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมอง เป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ระดับ II นี้ดูไปแล้วก็เหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G - Factor) นั่นเอง

7. ทฤษฎีเขาวนัปัญญาของคัทเทิลล์ ทฤษฎีนี้ คิดโดย อาร์ บี คัทเทิลล์ (R.B.Cattell) เขาเสนอทฤษฎีปัญญาว่า โครงสร้างเขาวนัปัญญา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

7.1 ส่วนที่เป็นฟลูอิด (Fluid Component) เป็นความสามารถทั่วไป ผู้ที่มีปริมาณความสามารถด้านนี้สูง จะสามารถทำงานชนิดต่างๆ ได้ดี เช่น ความสามารถด้านเหตุผลเชิงอุปมาน และอนุमानเหตุผลสัมพันธ์ ความสามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ เป็นต้น

7.2 ส่วนที่เป็นคริสตอลไลซ์ (Crystallized Component) เป็นความสามารถที่เชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิด พูด่ง่ายๆ ว่าความสามารถที่จะเข้าใจภาษา ความสามารถที่จะประเมินคุณค่า เป็นต้น

ประโยชน์ของแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2527 : 119 – 124) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบความถนัดดังนี้

1. ใช้ในการสอบคัดเลือก
2. ใช้ในการแยกประเภทนักเรียน

3. ใช้ในการวินิจฉัยความสามารถ
4. ใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จ
5. ใช้ในการวัดพัฒนาการ
6. ใช้ในการเปรียบเทียบสติปัญญา
7. ใช้ในการประเมินผลการศึกษา
8. ใช้ในการวิจัย

ลักษณะแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบประเภทนี้มุ่งวัดความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่างๆ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2527 : 79 – 87) ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังคลุมไปถึงการมองภาพรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกันหรือซ้อนอยู่ภายในตลอดจนถึงการแยกภาพ ผสมภาพก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการจำแนกสิ่งใดอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่า อันไหนอยู่ใกล้ๆ ไกลได้ ก็เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน

แบบของข้อสอบมิติสัมพันธ์ที่นิยมใช้กันมีอยู่หลายแบบ แต่ละแบบมีความเที่ยงตรงในตัวของมันเอง

1. แบบทดสอบซ้อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมุ่งวัดความสามารถในการค้นหาที่กำหนดให้ว่าไปซ้อนอยู่ ณ ที่ใดในภาพสถานการณ์อื่นๆ เปรียบเสมือนการค้นหาเข็มในกองเศษเหล็กหรือเหรียญบาทที่ตกในกองขยะ คนที่มีความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ จะค้นหาสิ่งที่ต้องการในกองอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ก. แบบซ้อนเดี่ยว หมายความว่าข้อเดียวมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียว แล้วนำภาพนั้นไปซ้อนในตัวเลือกตัวหนึ่งที่ถูก ส่วนตัวลวงต้องพยายามหาภาพที่คล้ายๆ ภาพที่กำหนดให้มากที่สุดซ้อนเอาไว้เพื่อให้ข้อสอบยากขึ้นในตัวเลือกจะต้องขีดเส้นผ่านไปตามด้วยจึงจะดี

ข. แบบตัวซ้อนคงที่ วิธีการออกข้อสอบแบบนี้กำหนดตัวแบบที่จะซ้อนคงที่ 5 ตัว หรือ 4 ตัว แล้วแต่ความต้องการ แล้วเขียนข้อสอบเป็นชุดๆ

2. แบบทดสอบซ้อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมักจะใช้วิธีกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 2 ภาพ แล้วถามว่าถ้าเอาภาพ 2 ภาพนี้ซ้อนทับกันจะเป็นภาพอะไร การซ้อนภาพไม่นิยมซ้อนแบบปิดไปปิดมาเป็นมุมต่างๆ มักนิยมซ้อนกันตรงไปตรงมาตามตำแหน่งเดิม

3. แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประเภทนี้มุ่งวัดความสามารถในการพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่าถ้าแยกแล้วจะได้แก่กลุ่มใด วิธีสร้างข้อสอบมักกำหนดภาพให้ทางซ้าย

มือ 1 ภาพ แล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่าจะแยกตามเส้นนั้น ส่วนตัวเลือกจะเป็นส่วนประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่าง ๆ กัน

4. แบบทดสอบต่อภาพ แนวความคิดของแบบทดสอบชนิดนี้คล้าย ๆ กับแบบทดสอบแยกภาพ แต่ที่แตกต่างชัดเจนก็ตรงที่กำหนดภาพทางซ้ายมือให้ไม่สมบูรณ์แบบ ตัวแบบมักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือวงกลมเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าใช้แบบใดก็ควรอธิบายให้ผู้ตอบเข้าใจแจ่มแจ้งมิฉะนั้นจะไม่รู้ว่าให้ประกอบเป็นภาพอะไร

5. แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบแบบนี้กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใดต้องบอกไว้ให้ชัดเจน เช่น บอกว่าหมุนภาพที่กำหนดให้ไปตามแนวการหมุนของเข็มนาฬิกา หรือจะบอกว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ แบบทดสอบแบบนี้ของเทอร์สโตนสามารถให้มีได้หลายคำตอบ แต่ในที่นี้ขอให้พยายามสร้างให้มีโอกาสถูกคำตอบเดียว การตรวจจะได้สะดวก

6. แบบทดสอบประกอบภาพสามมิติ แบบทดสอบประเภทนี้จะมีภาพทางซ้ายมือ ซึ่งเป็นแบบระนาบหรือแบบมิติเดียวให้ดูก่อน ซึ่งส่วนใหญ่สมมติให้เป็นแผ่นกระดาษหรืออะไรทำนองนั้น แล้วให้ผู้สอบพับเป็นกล่องสามมิติ ซึ่งจริง ๆ ผู้เขียนข้อสอบพับเป็นกล่องให้แล้วในตัวล่วงหน้าแต่ให้ผู้สอบใช้จินตนาการว่าข้อใดพับแล้วถูกต้อง แบบนี้เป็นแนวข้อสอบมิติสัมพันธ์ของ ดีเอที ที่ค่อนข้างดัง

7. แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบแบบนี้ค่อนข้างจะต้องอาศัยเหตุผลเข้าช่วยในการพิจารณาว่า ลูกบาศก์ที่ให้ไว้แต่ละหน้าจะมีสัญลักษณ์อะไร วิธีเขียนคือกำหนดลูกบาศก์ให้ไว้ก่อน 3 ลูก แล้วถามว่าด้านตรงข้ามกับเครื่องหมายที่ให้ไว้เป็นเครื่องหมายอะไร

8. แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบประเภทนี้อาศัยจินตนาการจากการเอากระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า มาพับกลางแล้วตัดส่วนที่พับนั้น อยากรู้ว่าคลี่ออกมาแล้วน่าจะมีรูปแบบใด เช่น เราตัดเป็นครึ่งวงกลม คลี่ออกมาเป็นรูปวงกลม เป็นต้น

9. แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ แบบทดสอบประเภทนี้เป็นภาพแบบสามมิติเหมือนกัน เกิดจากการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบตอบโดยใช้จินตนาการนับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ซึ่งก็ถือว่าเป็นแนวการวัดทางมิติสัมพันธ์แบบหนึ่งเหมือนกัน

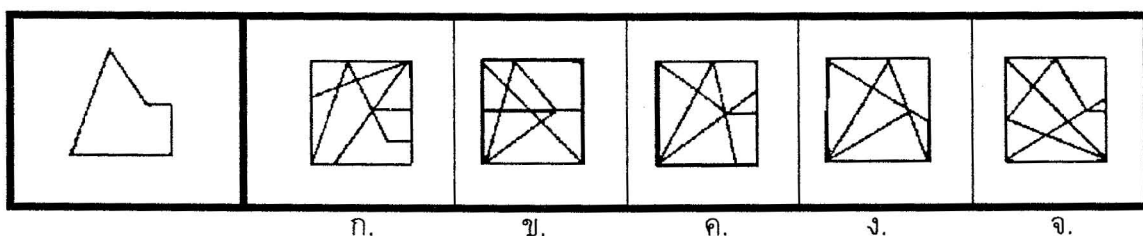
10. แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย แบบทดสอบลักษณะนี้โจทย์จะกำหนดส่วนประกอบย่อย ๆ มาให้ แล้วถามว่าถ้าเอาส่วนประกอบย่อยมาประกอบรวมกันโดยถูกวิธีแล้วจะได้เป็นรูปใด มีได้ทั้งภาพเสมือนและภาพทรงเรา ภาพเสมือนน่าจะเป็นส่วนประกอบของเครื่องยนต์หรืออะไรก็ได้ ส่วนภาพทรงเราแล้วแต่จะวาด

ตัวอย่างแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ

แบบทดสอบซ่อนภาพ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2527 : 79 – 82) ข้อสอบแต่ละข้อมุ่งวัดความสามารถในการค้นหาที่กำหนดให้หาไปซ่อนอยู่ ณ ที่ใดในภาพสถานการณ์อื่นๆ เปรียบเสมือนการค้นหาเข็มในกองเศษเหล็กหรือเหรียญบาทที่ตกในกองขยะ คนที่มีความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ จะค้นหาสิ่งที่ต้องการในกองอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ก. แบบซ่อนเดี่ยว หมายความว่าข้อเดียวมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียว แล้วนำภาพนั้นไปซ่อนในตัวเลือกตัวหนึ่งที่ถูก ส่วนตัวลงต้องพยายามหาภาพที่คล้ายๆ ภาพที่กำหนดให้มากที่สุดซ่อนเอาไว้เพื่อให้ข้อสอบยากขึ้นในตัวเลือกจะต้องขีดเส้นผ่านไปด้วยจึงจะดี ดังตัวอย่าง

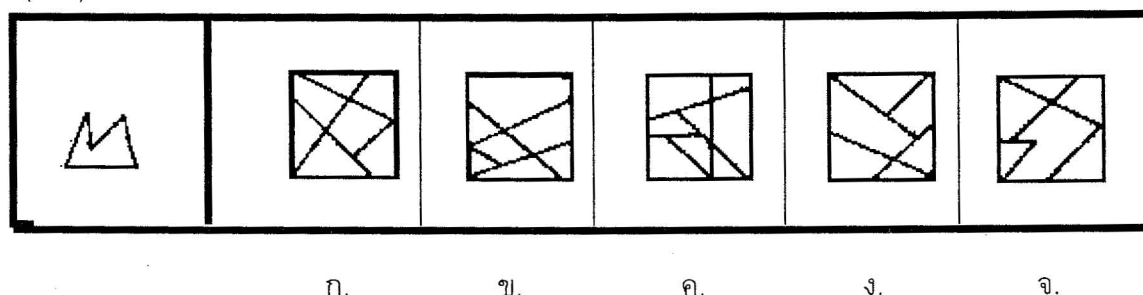
(0)



ข้อนี้ต้องการให้หาว่าภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือไปซ่อนอยู่ในภาพใดในตัวเลือก ก , ข , ค , ง และ จ ขนาดและทิศทางของภาพที่ซ่อนจะต้องเหมือนของเดิมทุกประการ จะเขียนกลับข้างหรือหมุนทิศทางอื่นไม่ได้ ถ้าต้องการลดความยากแบบหมุนหรือพลิกแพลงก็ต้องชี้แจงให้ผู้ตอบรู้วิธีการอ่าน ตัวอย่างข้อ (0) เป็นภาพแบบทรงรูปและทิศทางเดิม ดังนั้นตัวเลือกที่ถูกคือ ข.

การออกข้อสอบแบบนี้ใช้ภาพเหมือนก็ได้ แต่สร้างยากขึ้นเท่านั้นเอง ถ้าเป็นภาพเหมือนสถานการณ์จะต้องโดนน้อย เช่นเรากำหนดรูปกระต่ายไว้ให้ แล้วในภาพตัวเลือกก็มีเป็นฟุ้งๆ แบบต่างๆ แล้วให้รูปกระต่ายซ่อนอยู่ในฟุ้งใดฟุ้งหนึ่ง นักวัดผลออกความคิดแล้วให้นักวาดเขียนช่วยวาดภาพให้ก็นับว่าเป็นมิติสัมพันธ์ซ่อนภาพที่ตืออย่างหนึ่งเหมือนกัน

(00)

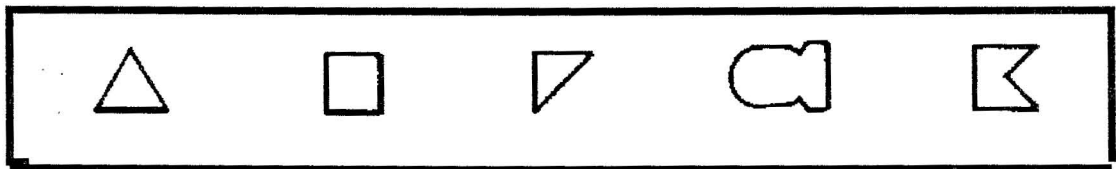


ข้อนี้แตกต่างกับข้อ (0) ตรงที่ภาพซ่อนในตัวเลือกขนาดเท่าเดิมแต่เปลี่ยนทิศทางเรียงหมุนหรือพลิกได้ ทำให้ยากขึ้น ถ้าพิจารณาดูจะเห็นว่าภาพซ้ายมือที่ซ่อนอยู่คือ ค. สิ่งที่ไม่ควรลืมคือ ถ้าออกแบบข้อ (0) ก็ให้เป็นแบบเดียวกันหมด ถ้าออกแบบข้อ (00) ก็ให้เป็นแบบ

เดียวกันหมดเหมือนกัน คำชี้แจงในการทำและตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายและชัดเจนสำคัญมากในการออกข้อสอบ ถ้าเริ่มแรกผู้ตอบไม่รู้จะอย่างไร ข้อสอบนั้นก็ไม่มีประโยชน์อะไรเลยในการสอบวัดครั้งนั้น

ข. แบบตัวซ่อนคงที่ วิธีการออกข้อสอบแบบนี้กำหนดตัวแบบที่จะซ่อนคงที่ 5 ตัว หรือ 4 ตัว แล้วแต่ความต้องการ แล้วเขียนข้อสอบเป็นชุดๆ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ใช้ภาพที่กำหนดให้ใน ก , ข , ค , ง และ จ ไปพิจารณาในข้อสอบตั้งแต่ ข้อ (0) ถึงข้อ (00) ว่ามีภาพใดซ่อนอยู่ ภาพที่ซ่อนอยู่นั้นมีเพียงข้อละภาพเดียว ขนาดและทิศทางของภาพที่ซ่อนอยู่เหมือนภาพที่กำหนดให้ทุกประการที่ต่างออกไปเพียงแต่มีเส้นอื่นๆลากผ่านไปมาเท่านั้น



ก.

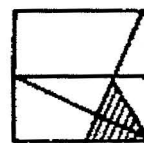
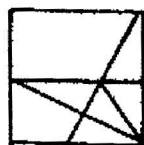
ข.

ค.

ง.

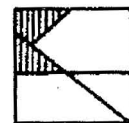
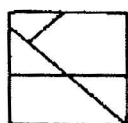
จ.

(0)



วิธีคิด จะเห็นว่าข้อ (0) มีรูปสามเหลี่ยมตรงกับภาพคำตอบ ก. ซ่อนอยู่ข้างล่าง ดังที่แรเงาให้ดูทางขวามือ ข้อนี้จะตอบว่าภาพ จ. หรือ ง. ซ่อนอยู่ไม่ได้ เพราะขนาดและทิศทางไม่เหมือนภาพที่กำหนด

(00)



วิธีคิด จะเห็นว่าข้อ (00) ภาพที่ซ่อนอยู่คือภาพคำตอบ จ. ซ่อนอยู่ที่มุมซ้ายบน ดังที่แรเงาไว้ให้ดูทางขวามือ
ข้อนี้จะตอบว่ามีรูปสามเหลี่ยม ก. หรือ ค. ซ่อนอยู่ที่ด้านซ้ายของรูปไม่ได้ เพราะทรวดทรง ขนาดและทิศ
ทางไม่เหมือนกับภาพคำตอบ

คำชี้แจง ให้พิจารณาข้อสอบตั้งแต่ข้อ (1) ถึงข้อ (6) ว่ามีภาพใดจาก ก , ข , ค , ง และ จ
ที่กำหนดให้ซ่อนอยู่โดยมีขนาดและทิศทางเหมือนเดิมทุกประการ



ก.



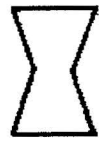
ข.



ค.

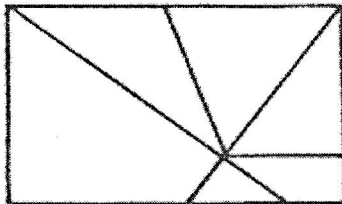


ง.

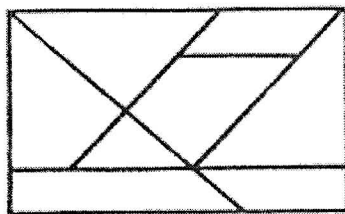


จ.

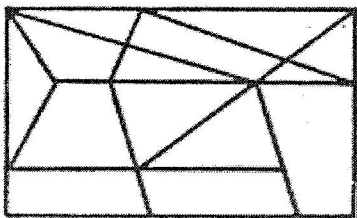
1.



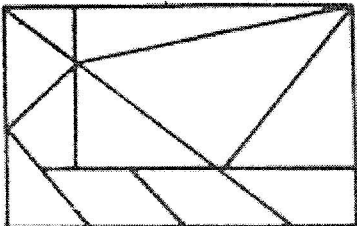
2.



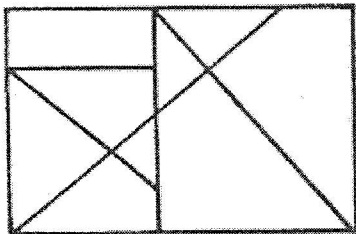
3.



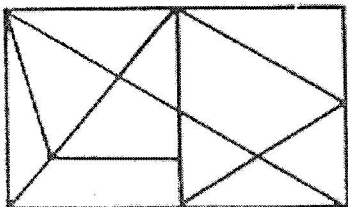
4.



5.



6.



ตัวอย่างที่ยกมา 6 ข้อนี้ให้ภาพที่ซ่อนมีขนาดส่วนสูงเท่ากับกรอบในข้อสอบแต่ละข้อแบบนี้สร้างข้อสอบได้ไม่ค่อยดีนัก จะต้องสร้างตัวเลือกให้เล็กกว่าเวลาไปเขียนลงในตัวข้อสอบจะได้ขยับให้มันอยู่มุมต่างๆได้ ช่วยในการลงได้ดีขึ้น ในแต่ละข้อควรมีลักษณะของตัวเลือกอื่นๆอยู่ด้วย เพื่อช่วยในการลง แบบทดสอบหนึ่งหน้าควรเป็นตัวเลือกหนึ่งชุด หน้าต่อไปควรเปลี่ยนตัวเลือกใหม่อย่างนี้ไปเรื่อยๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

แรมซี่ (Ramsey.1978 : 479 - 485) ได้ศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบระหว่างการเปรียบเทียบพหุคูณแบบรายคู่ ศึกษาถึงการทดลองรายคู่แบบชนิดความคลาดเคลื่อนที่ 1 โดยวิธีเทคนิคมอนติคาร์โล ผลการศึกษาพบว่าวิธี Peritz's F เป็นวิธีที่ดีที่สุดในวิธีที่นำมาศึกษาซึ่งมีอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีของ Tukey

เบลล์ และ เจมส์ (Blair & James.1980 : 309 - 335) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของผลรวมสถิติของ Wilcoxon ที่วิธีสถิติแบบ Student's t ภายใต้การแจกแจงที่ไม่ปกติหลายรูปแบบ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการสมมติข้อมูลเพื่อการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่เป็นอิสระสองกลุ่ม โดยเป็นการสร้างรูปแบบการแจกแจงข้อมูล 6 รูปแบบ ดังนี้ 1. Uniform 2. Laplace 3. Half - normal 4. Exponential 5. Mix - normal และ 6. Mix - uniform ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาคือ $(n_1, n_2) = (3,9), (6,6), (9,27), (18,18), (27,18)$ และ $(54,54)$ ผลการศึกษาพบว่าวิธีการ Wilcoxon นั้นมีอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีสถิติแบบ Student's t และผลที่ได้รับจากกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่า

วิลค็อกซ์ (Wilcox.1989 : 269 - 278) ได้ศึกษาเรื่องการประมาณค่าสำหรับความแปรปรวนที่ไม่เท่ากันเมื่อมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและแบบสองทาง มีเอกสารมากมายที่แสดงถึงการไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบค่า F คือค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน ทำให้ไม่มีความแกร่งในการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในการศึกษาครั้งนี้ Wilcox ได้อธิบายและเปรียบเทียบ 2 วิธีการเปรียบเทียบในกรณีค่าความแปรปรวนแตกต่างกันของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง วิธีการหนึ่งมีพื้นฐานมาจากการปรับปรุงวิธีการของ Wilcox (1988) ที่สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ซึ่งเป็นรูปแบบพื้นฐานสำหรับการพิจารณาวิธีนี้เพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง อีกวิธีหนึ่งเป็นการขยายผลการใช้ของวิธีการของ James ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่

มีรากฐานมาจากวิธีของ Wilcoxon นั้น สามารถนำไปใช้ได้ง่ายกว่าและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีที่นำมาจากวิธีการของ James

เจฟฟรีย์ และ ไมเคิล (Jefferey & Michel.1995 : 343 – 362) ได้ศึกษาอำนาจการทดสอบและอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 กับวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณแบบรายคู่ภายใต้ความแปรปรวนไม่เท่ากันโดยศึกษาจากวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ 9 วิธี ผลการศึกษาพบว่า วิธี Dunn และวิธีที่พัฒนามาจากวิธีการของ Bonferroni มีความแกร่งดีกว่าวิธีการของ Tukey วิธีการของ Peritz วิธีการของ Ryan และวิธีการของ Fisher – Hayter มีอำนาจการทดสอบมากที่สุด

งานวิจัยภายในประเทศ

วิไลลักษณ์ องค์จิระวุฒิ (วิไลลักษณ์ องค์จิระวุฒิ.2522 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบวิธีการต่างๆที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร โดยพิจารณาจากความผิด 3 ชนิด ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรหลายๆ ประชากรว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่นั้น มีระเบียบวิธีในการทดสอบหลายวิธีด้วยกันซึ่งแต่ละวิธีก็มีความยากง่ายและความสะดวกในการนำไปใช้ต่างกัน ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินว่า วิธีใดที่จะให้ผลสรุปแม่นยำและถูกต้องในการทดสอบมากกว่าวิธีอื่น โดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 ประเภท ที่เกิดขึ้นในการทดสอบแต่ละวิธีว่าวิธีใดเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error) ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (Type II Error) และความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 3 (Type III Error) ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนจากการสรุปผลความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรตรงข้ามกับความเป็นจริง อันเป็นผลเนื่องมาจากตัวอย่างที่ใช้ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ในลักษณะเป็นข้อมูลแจกแจงทางเดียวและข้อมูลแจกแจงสองทาง และทำการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรโดยใช้ระเบียบวิธีการต่างๆ แล้วนำผลที่ได้จากการทดสอบทั้งหมดทุกวิธีมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสรุปได้ว่า ในการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร 2 ประชากร วิธีการของ Murphy Gap LSD สามารถให้ผลสรุปหรือผลการทดสอบได้ดีกว่าวิธีการอื่น ทั้งยังเป็นวิธีที่มีความสะดวกในการนำไปใช้พอสมควรอีกด้วย ในกรณีที่ผู้วิจัยมีเวลาจำกัด ในการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรคู่ใดๆ วิธีทดสอบโดยใช้ Least Significant Difference (LSD) , Tukey's W-Procedure และ Scheffe's method เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายในการนำไปใช้ เพราะเป็นการคำนวณค่าสถิติเพียงค่าเดียวในการใช้เป็นตัวตัดสินความมีนัยสำคัญของความ

แตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 ประชากรใดๆ แต่ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า โดยทั่วไปวิธีของ Least Significant Difference Test ให้ผลสรุปหรือผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือได้ดีกว่าอีก 2 วิธีที่กล่าวมาแล้ว

นันทา วงษ์วิโรจน์ (นันทา วงษ์วิโรจน์, 2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องสถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากรโดยใช้สถิติทดสอบ 3 วิธีคือ สถิติทดสอบแบบ ANOVA F-TEST และสถิติทดสอบแบบ Trimmed W และสถิติทดสอบแบบ Trimmed F โดยจะศึกษาถึงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบทั้ง 3 วิธี ในที่นี้ศึกษากรณีที่ประชากรทั้ง 3 ชุด มีการแจกแจงแบบเดียวกัน คือการแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ขนาดตัวอย่างที่ใช้แบ่งเป็น 2 กรณี คือ ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากัน สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งกระทำซ้ำกันหนึ่งพันครั้งในแต่ละกรณี ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ความแกร่งของการทดสอบ โดยพิจารณาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ Cochran (อ้างจาก Ramsey, 1980 : 337-349) คือ ถ้าค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ในช่วง (0.007, 0.015) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่ในช่วง (0.04, 0.06) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 จะถือว่าการทดสอบนี้สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ พบว่า การแจกแจงประชากรขนาดตัวอย่าง อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซนต์การตัดข้อมูลที่ปลายหางของการแจกแจง และระดับนัยสำคัญมีผลต่อความแกร่งของการทดสอบ อำนาจการทดสอบ เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากันทุกประชากรแล้ว สถิติทดสอบแบบ ANOVA F-TEST จะมีอำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกขนาดตัวอย่างและระดับนัยสำคัญที่ศึกษา แต่เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน พบว่าสถิติทดสอบแบบ Trimmed W และ Trimmed F จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่าสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-TEST ซึ่งการเลือกใช้สถิติทดสอบแบบ Trimmed W หรือ Trimmed F นั้น พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อัตราส่วนของค่าเฉลี่ย และเปอร์เซนต์การตัดข้อมูลที่ปลายหางของการแจกแจง จะมีผลต่ออำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 2 นอกจากนี้ พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบท่อค่าอำนาจการทดสอบของค่าสถิติทดสอบทั้ง 3 มากที่สุดเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

คือ อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบลงมา คือ ลักษณะการแจกแจงของประชากร ขนาดตัวอย่าง เปอร์เซนต์การตัดข้อมูลที่ปลายหางของการแจกแจง ที่ระดับนัยสำคัญตามลำดับ

พหล ศักดิ์กะทัศน์ (พหล ศักดิ์กะทัศน์.2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบของวิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 3 วิธี คือ วิธี Unrestricted LSD (U-LSD) วิธี Bonferroni (Dunn) T-test (Bon) และวิธี Murphy Gap LSD (MG-LSD) โดยข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1 ทำการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยจำลองการทดสอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 1000 รอบ สำหรับแต่ละสถานการณ์ในการคำนวณหาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ของ Bradley กล่าวคือ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ต้องอยู่ในช่วง (0.05,0.15) ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 และช่วง (0.025,0.075) ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 จึงถือว่าสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ และอำนาจการทดสอบ โดยมีจำนวนสิ่งทดลองเท่ากับ 2 ถึง 10 ทั้งแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ และจำนวนซ้ำมี 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 ในการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และจำนวนบล็อกมี 3 ระดับ คือ 5, 7 และ 10 ในแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ ผลการศึกษาพบว่า วิธี Murphy Gap LSD เหมาะสำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เมื่อจำนวนสิ่งทดลองเท่ากับ 2 – 5 และเหมาะสำหรับแบบแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ เมื่อจำนวนสิ่งทดลองเท่ากับ 2 – 8 ส่วนวิธี Unrestricted LSD เหมาะสำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เมื่อจำนวนสิ่งทดลองเท่ากับ 6 – 10 แต่เมื่อแผนการทดลองเป็นแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์กรณีที่สิ่งทดลองเท่ากับ 9–10 ปรากฏว่าทั้ง 3 วิธีดังกล่าวไม่มีวิธีใดที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดสอบ

กิ่งทอง ยงยุทธมีชัย (กิ่งทอง ยงยุทธมีชัย.2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน : กรณีศึกษาสำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยใช้ตัวสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-TEST การแปลงข้อมูลเป็นค่าลอการิทึม ตัวสถิติทดสอบแบบ Trimmed F ตัวสถิติทดสอบแบบ Brown & Forsythe และตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill & Deal โดยใช้หลักการพิจารณาถึงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ซึ่งใช้เกณฑ์การพิจารณาของ Bradley และอำนาจการทดสอบ ประชากรที่ใช้ในการศึกษามีการแจกแจงแบบปกติที่มีอัตราส่วน

ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 2 กรณี คือ ขนาดตัวอย่างเท่ากันและไม่เท่ากันระดับนัยสำคัญของการทดลองคือ .01 และ .05 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ทำซ้ำ 600 ครั้ง ในแต่ละกรณี ผลการศึกษาพบว่า ตัวสถิติทดสอบทั้ง 5 วิธี สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติที่มีอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากัน แต่กรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างกัน ตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill & Deal และตัวสถิติทดสอบแบบ Brown & Forsythe สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ตัวสถิติทดสอบ ANOVA F-TEST และตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill & Deal มีค่าอำนาจการทดสอบสูงในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติที่มีอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ในกรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างกันเป็น (1 : 1.1 : 1.2), (1 : 1.3 : 1.4) และ

(1 : 1.8 : 2) ทุกขนาดตัวอย่าง ตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill & Deal มีค่าอำนาจในการทดสอบสูงแต่ในกรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างกันเป็น

(1 : 2 : 3) และ (1 : 3 : 5) สามารถใช้ตัวสถิติทดสอบแบบ Brown & Forsythe ทุกขนาดตัวอย่างหรือตัวสถิติทดสอบแบบเอฟ ที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill & Deal แต่มีข้อจำกัดว่าขนาด

ตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องแตกต่างกันมาก ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบจะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างกันมากขึ้น และค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างหรือระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น

งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จะศึกษาถึงอำนาจการทดสอบ และความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่มีการทดสอบทางสถิติที่ต่างกัน และศึกษาถึงรูปแบบของลักษณะข้อมูลที่เหมาะมาใช้กับสถิติทดสอบนั้นๆ ว่าให้ผลการทดสอบเป็นอย่างไร

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น จะเห็นว่างานวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยนั้น นอกจากเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ศึกษาแล้ว ยังต้องพบปัญหาในการเลือกใช้วิธีการเปรียบเทียบพหุคูณอีกด้วย ซึ่งผลการวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีผู้ศึกษาเปรียบเทียบพหุคูณรายคู่ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe ว่าแต่ละวิธี แต่ละการแจกแจงของข้อมูลที่แตกต่างกันจะให้ผลการทดสอบแตกต่างกันอย่างไร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 13 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 22,400 คน

ประชากรเทียม (Pseudo Population)

ประชากรเทียมที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 600 คน ซึ่งเชื่อมั่นได้ 95% (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2540 : 400 อ้างอิงมาจาก Yamane.1967) โดยได้มาจากการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two-stage Random Sampling) มีวิธีการดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 สุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) ของการสุ่ม และโรงเรียนเป็นหน่วย (Sampling Unit) ของการสุ่ม

ขั้นที่ 2 สุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยให้ระดับชั้นของการเรียนเป็นชั้น (Strata) ของการสุ่ม และห้องเรียนเป็นหน่วย (Sampling Unit) ของการสุ่ม ในการศึกษา ค้นคว้าครั้งนี้กลุ่มตัวอย่าง 600 คน ถือเป็นประชากรเทียม ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนโรงเรียน ห้องเรียน และนักเรียนที่ทำการสุ่มได้ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3

โรงเรียน	ม.1			ม.2			ม.3		
	จำนวน ห้อง	จำนวน ห้องที่สุ่ม ได้	จำนวน นักเรียน	จำนวน ห้อง	จำนวน ห้องที่สุ่ม ได้	จำนวน นักเรียน	จำนวน ห้อง	จำนวน ห้องที่สุ่ม ได้	จำนวน นักเรียน
มัธยมวัดธาตุทอง	10	1	46	11	1	45	12	-	-
พระโขนงพิทยาลัย	18	-	-	18	-	-	18	2	84
สายน้ำผึ้ง	12	-	-	12	2	85	12	-	-
วชิรธรรมสาธิต	16	2	84	18	2	85	17	-	-
สุรศักดิ์มนตรี	18	2	85	18	-	-	18	2	86
รวม	44	5	215	41	5	215	36	4	170

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร โดยสุ่มมาจากประชากรเทียมแบบใส่คืน จำนวน 600 คน กลุ่มละ 60 คน จำนวน 10 กลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยนำมาจากเครื่องมือของ สूरियนต์ ยางศรี ที่ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซ้อนภาพที่มีรูปแบบและทิศทางของภาพซ้อนต่างกัน โดยใช้แบบทดสอบแบบซ้อนภาพ ที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบมีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียวจำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ .871 โดยผู้วิจัยนำมาหาคุณภาพเครื่องมืออีกครั้ง มีวิธีการหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ไปทดลองสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาจำนวน 200 คน แล้วนำไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ด้วยวิธี KR – 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น .891

2. จัดทำรูปเล่มของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ พร้อมคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ เพื่อนำไปสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา

ตัวอย่างแบบทดสอบ

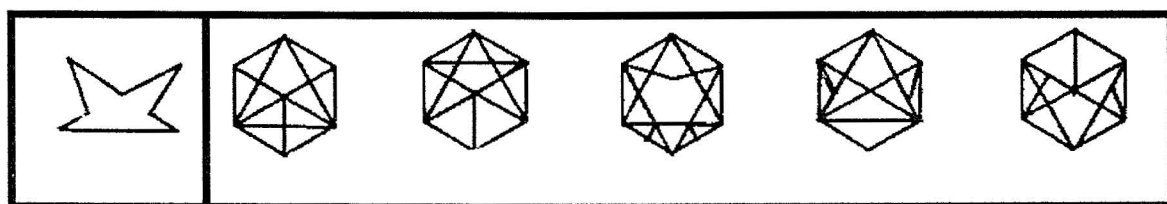
แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 30 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบตอบโดยเร็วและให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี

2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ การตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แต่อย่างใด โปรดทำให้เต็มความสามารถ

(0)



ก.

ข.

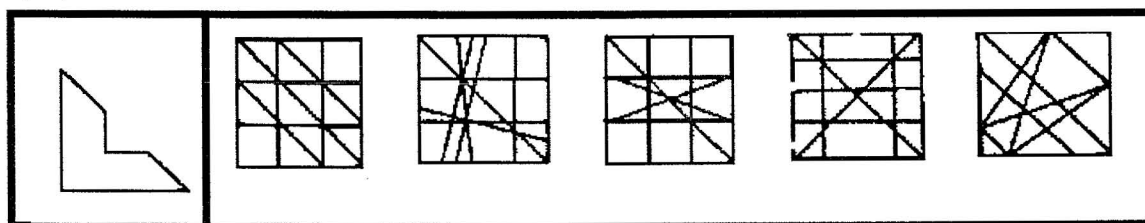
ค.

ง.

จ.

เฉลย ตอบข้อ ข.

(00)



ก.

ข.

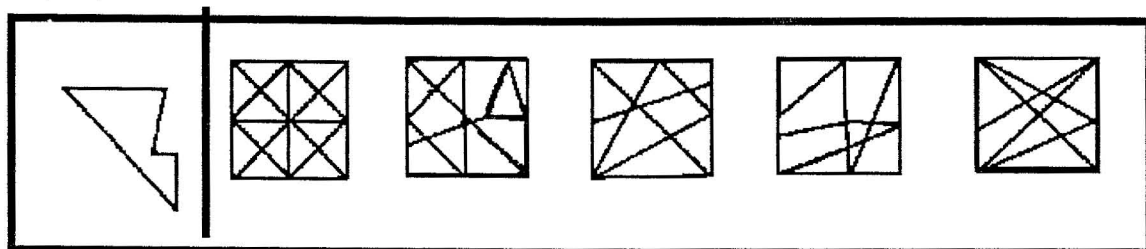
ค.

ง.

จ.

เฉลย ตอบข้อ ค.

(000)



ก.

ข.

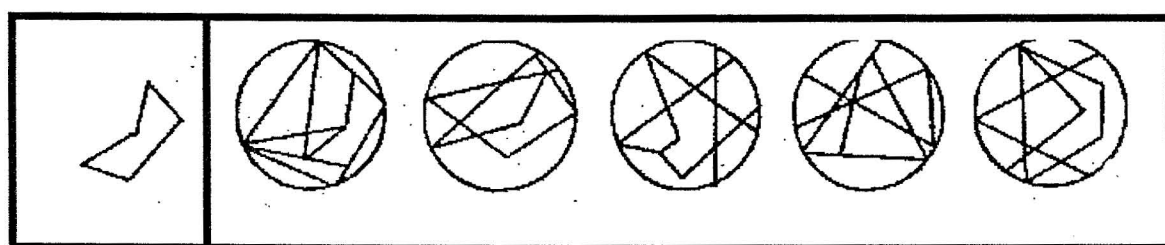
ค.

ง.

จ.

เฉลย ตอบข้อ ข.

(0000)



ก.

ข.

ค.

ง.

จ.

เฉลย ตอบข้อ ก.

3. ขอให้กาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบเพียงข้อละหนึ่งคำตอบเท่านั้น ถ้าตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบจะถือว่าข้อนั้นไม่ได้คะแนน

4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้ ถ้าต้องการขีดเขียนใดๆ ให้ทำด้านหลังกระดาษคำตอบ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ที่ทำการทดสอบ

3. วางแผนในการดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบด้วยตนเอง จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่ทำการทดสอบในแต่ละครั้ง

4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ตามวัน เวลาที่นัดหมายไว้

5. ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจและทราบถึงวัตถุประสงค์ในการทำแบบทดสอบครั้งนี้พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบด้วย

6. อธิบายวิธีการทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งมีทั้งหมด 30 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ซ่อนอยู่ในภาพใดของข้อ ก. ถึง ข้อ จ. แล้วเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

7. หลังจากดำเนินการสอบกลุ่มตัวอย่างครบทุกโรงเรียนแล้ว นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน ดังนี้ ถ้าตอบถูกให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อ หรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน และนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบและบันทึกเป็นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 600 คน

2. ทำการสุ่มข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจากประชากรเทียม (Pseudo Population) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่มละ 60 คน จำนวน 10 กลุ่ม โดยทำการสุ่มแบบใส่คืน และแบ่งกลุ่มคะแนนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ คือ กลุ่มสูงสุด , กลุ่มสูง , กลุ่มต่ำ และกลุ่มต่ำสุด มีวิธีการสุ่มคือ

1. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

1.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 10 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 40 % , กลุ่มต่ำมาจำนวน 40 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 10 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

1.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นโค้งปกติหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

2. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

2.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 10 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 15 % , กลุ่มต่ำ มาจำนวน 25 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 50 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

2.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นโค้งเบ้ทางขวาหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

3. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

3.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 50 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 25 % , กลุ่มต่ำมาจำนวน 15 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 10 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

3.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

4. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

4.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน กลุ่มละ 5 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 45 % และกลุ่มต่ำมาจำนวน 45 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

4.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นแบบสูงแหลมหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

5. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

5.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 20 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 30 % , กลุ่มต่ำมาจำนวน 30 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 20 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

5.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นแบบแบนราบหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

3. นำข้อมูลในแต่ละลักษณะการแจกแจงของข้อมูล มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA)

4. นำข้อมูลที่วิเคราะห์ความแปรปรวน มาทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณทั้งสามวิธีคือ

4.1 วิธี Tukey's *HSD*

4.2 วิธี Scheffe'

4.3 วิธี Brown – Forsythe

5. ทดสอบความแตกต่างของจำนวนกลุ่มที่เมื่อทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแล้วแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่ต่างกัน ในการแจกแจงของข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกัน โดยวิธี Q – test

6. ทดสอบความแตกต่างของจำนวนกลุ่มที่เมื่อทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแล้วแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณเดียวกันในการแจกแจงของข้อมูลที่มีลักษณะต่างกัน โดยวิธี χ^2 -test

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

นำแบบทดสอบไปทดลองสอบครั้งที่ 1 แล้วนำมาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากสูตร KR – 20 เป็นวิธีของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Procedure)(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2539 : 215)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือคือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2. สถิติทดสอบสมมติฐาน

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) , มัชยฐาน (Median) , ฐานนิยม (Mode) , ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) , ค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis)

2.2 วิธี Tukey's *HSD* (1953) (Kirk.1995 : 144)

$$qT = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_j}{\sqrt{MS_{error} / n}}$$

เมื่อ	$\bar{X}_i$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ i
	$\bar{X}_j$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ j
	MS_{error}	แทน	ค่าประมาณของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$df_1 = k$	,	$df_2 = N - k$
	k	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $qT \geq q_{\alpha; df_1, df_2}$ โดยที่ $q_{\alpha; df_1, df_2}$ คือค่าวิกฤติที่เปิดตาราง Studentized range

2.3 วิธี Scheffe' (1953) (Kirk.1995 : 154)

$$FS = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{MS_{error} \left\{ (n_i + n_j) / n_i n_j \right\}}$$

เมื่อ	$\bar{X}_i$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ i
	$\bar{X}_j$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ j
	n_i	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มที่ i
	n_j	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มที่ j
	MS_{error}	แทน	ค่าประมาณของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
	$df_1 = k - 1$	,	$df_2 = N - k$
	k	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $FS \geq F_{\alpha; df_1, df_2}$ โดยที่ $F_{\alpha; df_1, df_2}$ คือค่าวิกฤติที่เปิดตาราง F

2.4 วิธี Brown - Forsythe (1974) (Kirk.1995 : 155)

$$FBF = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j}}$$

เมื่อ	$\bar{X}_i$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ i
	$\bar{X}_j$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ j
	S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มที่ i
	S_j^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มที่ j
	n_i	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มที่ i
	n_j	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มที่ j

$$df_1 = n_i - 1, \quad df_2 = \frac{\left[\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j} \right]^2}{\frac{S_i^4}{n_i^2(n_i - 1)} + \frac{S_j^4}{n_j^2(n_j - 1)}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $FBF \geq F_{\alpha; df_1, df_2}$ โดยที่ $F_{\alpha; df_1, df_2}$ คือค่าวิกฤติที่เปิดตาราง F

2.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบลักษณะการแจกแจงข้อมูล (วิรัช วรรณรัตน์. 2535

: 26 – 30)

- ความเบ้

$$Sk = \frac{M_3}{S^3} = \frac{M_3}{M_2 \sqrt{M_2}}$$

เมื่อ	Sk	เป็นค่าความเบ้
	M_3	เป็นค่าโมเมนต์ที่ 3
	M_2	เป็นค่าโมเมนต์ที่ 2
	S	เป็นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยค่าโมเมนต์ คำนวณได้จาก

$$M_r = \frac{\sum (x - \bar{x})^r}{N}$$

เมื่อ M_r คือค่าโมเมนต์ที่ r

โดย $Sk = 0$ แล้ว การแจกแจงเป็นโค้งสมมาตร (Symmetric)

$Sk > 0$ แล้ว การแจกแจงจะเบ้ไปทางขวา (Positive skewness)

$Sk < 0$ แล้ว การแจกแจงจะเบ้ไปทางซ้าย (Negative skewness)

- ความโด่ง

$$Ku = \frac{M_4}{M_2^2} - 3$$

โดย $Ku = 0$ แสดงว่า เป็นโค้งปกติ

$Ku < 0$ แสดงว่า เป็นโค้งแบนราบ

$Ku > 0$ แสดงว่า เป็นโค้งสูงแหลม

2.6 สถิติทดสอบการแจกแจงแบบปกติ โดยใช้สูตร Kolmogorov – Smirnov Test
(กัลยา วาณิชย์บัญชา.2539 : 249 – 12)

$$D = \max | F(x) - S(x) |$$

เมื่อ $F(x)$ แทน ความถี่สะสมของคะแนนที่สังเกตได้

$S(x)$ แทน ความถี่ของคะแนนที่คาดหวัง

นำค่า D ที่คำนวณได้ไปเทียบกับค่าวิกฤติ ซึ่งเปิดจากตาราง Kolmogorov – Smirnov Test ถ้า D ที่คำนวณได้ น้อยกว่า D ที่เปิดตาราง หมายความว่า ลักษณะการแจกแจงของข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

2.7 สถิติทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างจำนวนกลุ่มที่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ได้มาจากการเปรียบเทียบพหุคูณที่แตกต่างกัน ในกลุ่มของการแจกแจงข้อมูลเดียวกัน โดยใช้สูตร Q – test (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์.2527 : 77)

$$Q = \frac{(k-1)(k \sum P^2 - T^2)}{kT - \sum X^2}$$

เมื่อ	Q	แทน	การทดสอบแบบ Q
	k	แทน	จำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณ
	P	แทน	จำนวนกลุ่มที่ Reject H_0 ของแต่ละสูตร
	X	แทน	จำนวนสูตรที่ Reject H_0 ในหนึ่งลักษณะของการแจกแจงข้อมูล
	T	แทน	ผลรวมของจำนวนกลุ่มที่ Reject H_0 หรือ $T = \sum p$

นำค่า Q ที่คำนวณได้ไปเทียบกับค่า Q วิฤติ ซึ่งเปิดจากตาราง ไค - สแควร์ ที่ $df = k - 1$ ถ้าค่า Q ที่คำนวณได้ มากกว่า Q วิฤติ หมายความว่า วิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่ต่างกันให้ผลต่างกันในการใช้

2.8 สถิติทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างจำนวนกลุ่มที่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ได้มาจากการเปรียบเทียบพหุคูณวิธีเดียวกัน ในกลุ่มของการแจกแจงข้อมูลต่างกัน โดยใช้สูตร χ^2 -test (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2537 : 219)

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

เมื่อ	χ^2	แทน	การทดสอบไค - กำลังสอง
	O	แทน	ค่าความถี่ที่ได้มาจริง (จำนวนกลุ่มที่ Reject H_0)
	E	แทน	ค่าความถี่ที่ได้มาตามทฤษฎีหรือที่คาดหวัง (จำนวนกลุ่มที่คาดหวังว่าจะ Reject H_0)

นำค่า χ^2 ที่คำนวณได้ไปเทียบกับค่า χ^2 วิฤติ ซึ่งเปิดจากตาราง ไค - สแควร์ ที่ $df = n - 1$ ถ้าค่า χ^2 ที่คำนวณได้มากกว่า χ^2 วิฤติ หมายความว่า ลักษณะของการแจกแจงข้อมูลแตกต่างกันให้ผลต่างกันในการใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จากการแจกแจงของข้อมูลหาลักษณะ คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม และการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณสามวิธี จากการแจกแจงของข้อมูลเดียวกัน คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม และการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ

2.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ จากผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี

2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา จากผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี

2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย จากผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี

2.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม จากผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี

2.5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ จากผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี

3. การทดสอบความแตกต่างของผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการแจกแจงของข้อมูลต่างกันหาลักษณะ ในแต่ละวิธีการทดสอบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown - Forsythe

3.1 การเปรียบเทียบด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน

3.2 การเปรียบเทียบด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน

3.3 การเปรียบเทียบด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
Mdn	แทน	มัธยฐาน
Mode	แทน	ฐานนิยม
SD	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Sk	แทน	ค่าความเบ้
Kur	แทน	ค่าความโด่ง
T	แทน	วิธี Tukey's <i>HSD</i>
S	แทน	วิธี Scheffe'
BF	แทน	วิธี Brown - Forsythe
Q	แทน	สถิติทดสอบแบบ Q
χ^2	แทน	สถิติทดสอบแบบไค-กำลังสอง
ม.1	แทน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ม.2	แทน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ม.3	แทน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ปกติ	แทน	การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ
เบ้ขวา	แทน	การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา
เบ้ซ้าย	แทน	การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย
สูงแหลม	แทน	การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม
แบนราบ	แทน	การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งทดสอบจากการแจกแจงของข้อมูลหาลักษณะ

การวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้จากการนำคะแนนผลทดสอบด้วยแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ กับการแจกแจงของข้อมูลหาลักษณะ คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม และการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ มาหาค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย , มัธยฐาน , ฐานนิยม , ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน , ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง ดังปรากฏในตาราง 2 – 11

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน

กลุ่มที่	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
1	15.67	15.50	15	5.36	.088	-.254
2	15.47	15.50	13	4.60	-.054	-.639
3	15.53	15.50	22	5.21	-.333	-.172
4	15.65	15.50	22	5.62	.002	-.427
5	15.52	15.50	22	5.90	.047	-.736
6	15.52	15.50	11	5.09	-.262	-.143
7	15.52	15.50	15	5.07	.063	-.283
8	15.68	15.50	13	5.16	.112	-.330
9	15.77	15.50	22	5.25	-.082	-.644
10	16.22	15.50	21	5.32	.303	.141

ผลการวิเคราะห์ตาราง 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 15.47 ถึง 16.22 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 15.50 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 11 ถึง 22 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 4.60 ถึง 5.90 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -.333 ถึง .303 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -.736 ถึง .141 และแสดงผลการทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติไว้ดังตาราง 33 (ในภาคผนวก ง)

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ จำนวน 10 กลุ่ม

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	<i>SD</i>	Sk	Kur
ม.1	1	11.875	8.00	6.0	8.531	.724	-1.181
	2	11.579	6.00	6.0	8.681	.889	-1.037
	3	10.864	6.00	5.0	7.870	.985	-.548
	4	10.933	6.00	6.0	8.514	.991	-.922
	5	12.471	6.00	5.0	9.321	.693	-1.406
	6	11.167	9.00	6.0	7.069	.948	-.084
	7	12.421	10.00	5.0	7.396	.783	-.693
	8	10.706	7.00	5.0	7.095	.597	-1.315
	9	12.421	10.00	5.0	7.918	.389	-1.724
	10	9.250	7.50	3.0	6.784	1.619	1.724

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.2	1	15.321	14.00	7.0	7.118	.135	-1.575
	2	15.000	15.00	11.0	5.234	-.230	-.826
	3	15.652	17.00	17.0	5.843	.128	-.686
	4	15.690	16.00	11.0	5.346	-.240	-.587
	5	14.214	13.50	7.0	6.064	.212	-1.152
	6	15.207	16.00	7.0	6.716	.171	-1.362
	7	16.136	17.00	10.0	6.281	-.318	-1.228
	8	15.792	12.00	12.0	7.114	.550	-1.049
	9	15.680	14.00	11.0	6.388	.168	-1.297
	10	15.733	15.50	6.0	7.119	-.027	-1.609
ม.3	1	20.063	22.00	22.0	6.245	-.533	-.225
	2	20.353	23.00	23.0	6.566	-.947	-.451
	3	20.667	23.00	23.0	6.499	-.838	.164
	4	19.063	23.00	7.0	7.886	-.737	-1.060
	5	21.733	23.00	23.0	5.650	-1.489	2.408
	6	17.895	19.00	7.0	7.023	-.609	-1.203
	7	18.263	21.00	7.0	7.563	-.393	-1.233
	8	20.316	23.00	23.0	6.650	-1.370	.932
	9	19.438	23.00	24.0	7.211	-1.024	-.557
	10	18.333	17.00	17.0	7.113	-.191	-.946

ผลการวิเคราะห์ตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 9.250 ถึง 12.471 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 14.214 ถึง 16.136 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 17.895 ถึง 21.733 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 6.00 ถึง 10.00 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 12.00 ถึง 17.00 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 17.00 ถึง 23.00 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 6 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 6 ถึง 12 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 7 ถึง 24 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 6.784 ถึง 9.321 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 5.23 ถึง 7.12 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 5.65 ถึง 7.89 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ .389 ถึง 1.619 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -.318 ถึง .550 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ -1.489 ถึง -.191 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -1.724 ถึง 1.724 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -1.609 ถึง -.587 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ -1.233 ถึง 2.408

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3
ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน

กลุ่มที่	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
1	11.400	8.000	6.0	6.705	.888	-.529
2	11.700	7.500	6.0	7.091	.957	-.177
3	11.367	7.500	6.0	7.178	.901	-.578
4	11.567	7.500	5.0	7.195	.856	-.504
5	10.733	7.500	6.0	6.594	.877	-.469
6	11.400	7.500	7.0	6.912	.962	-.241
7	11.550	7.500	7.0	7.117	.934	-.417
8	11.450	7.500	6.0	6.927	.823	-.490
9	11.200	7.500	7.0	7.056	.741	-.726
10	11.383	7.500	5.0	6.677	.653	-1.053

ผลการวิเคราะห์ตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 10.733 ถึง 11.700 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 7.500 ถึง 8.000 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 7 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 6.594 ถึง 7.195 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ .653 ถึง .962 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -1.053 ถึง -.177

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3
จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา จำนวน 10 กลุ่ม

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.1	1	9.19	6.00	6	6.03	1.580	1.282
	2	10.04	6.00	6	7.70	1.441	.716
	3	9.14	6.00	6	6.99	1.348	.070
	4	8.48	6.00	5	6.04	1.715	2.290
	5	7.84	6.00	5	5.66	1.503	1.181
	6	7.74	6.00	6	4.85	2.117	4.009
	7	9.11	6.00	6	5.73	1.225	.400
	8	8.97	6.00	6	6.16	1.466	1.260
	9	8.08	5.50	5	6.52	1.922	3.080
	10	7.77	6.00	5	4.97	2.000	3.043
ม.2	1	13.00	13.00	7	6.51	.543	-1.144
	2	12.89	13.00	6	5.27	.114	-1.296
	3	11.70	11.00	6	5.88	1.384	1.449
	4	12.67	12.50	7	6.68	.989	.378
	5	11.27	11.00	6	5.10	1.010	.276
	6	11.00	10.00	7	4.99	.583	-.501
	7	11.79	10.00	6	6.62	1.174	.220
	8	10.84	11.00	7	4.91	.851	-.033
	9	13.10	13.00	6	6.25	.274	-.950
	10	14.56	14.50	7	5.37	.099	-1.020

ตาราง 5 (ต่อ)

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.3	1	15.44	17.00	7	7.14	.465	-.548
	2	12.72	7.00	7	7.75	1.048	-.136
	3	17.44	19.00	7	7.80	.245	-1.518
	4	14.94	15.00	7	7.77	.190	-1.590
	5	15.38	17.00	7	7.92	.066	-1.983
	6	16.38	16.50	7	8.72	.009	-1.807
	7	14.84	13.00	7	8.15	.411	-1.491
	8	18.42	18.00	18	7.18	.503	-.670
	9	14.38	13.00	7	7.26	.267	-1.787
	10	15.50	14.50	24	7.29	.072	-1.709

ผลการวิเคราะห์ตาราง 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 7.74 ถึง 10.04 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 10.84 ถึง 14.56 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 12.72 ถึง 18.42 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 5.50 ถึง 6.00 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 10.00 ถึง 14.50 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 7.00 ถึง 19.00 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 6 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 6 ถึง 7 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 7 ถึง 24 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 4.85 ถึง 7.70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 4.91 ถึง 6.68 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 7.14 ถึง 8.72 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 1.225 ถึง 2.117 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ .099 ถึง 1.384 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่า

ตั้งแต่ .009 ถึง 1.048 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ .070 ถึง 4.009 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -1.296 ถึง 1.449 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ -1.983 ถึง -.136

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย จำนวน 10 กลุ่ม ๆละ 60 คน

กลุ่มที่	$\bar{X}$	Mdn	Mode	<i>SD</i>	Sk	Kur
1	19.417	22.500	24.0	6.840	-.995	-.467
2	20.100	22.500	22.0	7.304	-.890	-.467
3	19.833	22.500	24.0	6.867	-.869	-.380
4	19.817	22.500	24.0	6.786	-1.067	.156
5	19.850	22.500	23.0	6.916	-.925	-.223
6	19.683	22.500	24.0	6.934	-.893	-.572
7	20.033	22.500	26.0	6.894	-.997	.073
8	19.850	22.500	23.0	6.383	-.931	-.079
9	20.317	22.500	23.0	6.731	-.866	-.357
10	20.200	22.500	24.0	7.075	-.872	-.272

ผลการวิเคราะห์ตาราง 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 19.417 ถึง 20.317 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 22.500 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 22 ถึง 24 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 6.383 ถึง 7.304 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -1.067 ถึง -.866 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -.572 ถึง .156

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3
จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย จำนวน 10 กลุ่ม

ชั้น	กลุ่มที่	$\bar{X}$	Mdn	Mode	<i>SD</i>	Sk	Kur
ม.1	1	13.77	8.00	8	8.52	-.355	-.938
	2	15.27	12.00	24	8.41	-.264	-1.757
	3	17.50	22.00	24	9.20	-.398	-1.741
	4	14.94	14.00	26	8.39	-.049	-1.426
	5	16.27	15.00	26	8.51	-.237	-1.628
	6	15.60	21.00	22	8.12	-.155	-2.023
	7	15.73	15.00	26	9.76	-.124	-2.002
	8	16.70	18.00	5	9.09	-.255	-1.766
	9	16.38	21.00	7	8.16	-.170	-1.867
	10	17.06	18.00	22	7.42	-.267	-1.489
ม.2	1	18.27	19.00	19	5.88	-.512	-.749
	2	19.53	21.00	22	6.42	-1.063	.829
	3	18.29	19.50	24	6.03	-.493	-1.084
	4	20.53	22.00	22	4.79	-1.323	.954
	5	19.23	20.50	23	5.96	-.725	.239
	6	19.05	22.00	16	6.23	-.832	-.474
	7	20.21	21.00	24	5.69	-.494	-.551
	8	17.38	18.00	21	4.76	-.490	-.749
	9	19.86	21.00	21	5.70	-.570	-.587
	10	18.32	21.00	24	7.32	-.863	-.508

ชั้น	กลุ่มที่	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.3	1	23.36	24.00	24	3.72	-3.735	6.803
	2	23.31	24.00	23	5.62	-2.015	4.365
	3	23.00	23.50	24	4.84	-1.779	5.048
	4	22.39	24.00	23	4.99	-1.535	2.460
	5	22.78	24.00	23	5.49	-1.862	3.348
	6	22.50	24.00	24	5.48	-1.581	2.062
	7	22.38	23.00	23	4.32	-1.705	2.128
	8	22.72	24.00	23	5.14	-2.126	4.849
	9	22.76	23.00	23	5.90	-1.641	2.644
	10	23.64	24.00	24	5.18	-1.485	3.148

ผลการวิเคราะห์ตาราง 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 13.77 ถึง 17.50 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 17.38 ถึง 20.53 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 22.38 ถึง 23.64 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 8.00 ถึง 22.00 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 18.00 ถึง 22.00 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 23.00 ถึง 24.00 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 26 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 16 ถึง 24 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 23 ถึง 24 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 7.42 ถึง 9.76 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 4.76 ถึง 7.32 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 3.72 ถึง 5.90 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -3.98 ถึง -0.49 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -1.323 ถึง -0.490 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี

ค่าตั้งแต่ -3.735 ถึง -1.485 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -2.023 ถึง -1.938 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -1.084 ถึง .954 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 2.062 ถึง 6.803

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน

กลุ่มที่	$\bar{X}$	Mdn	Mode	<i>SD</i>	Sk	Kur
1	16.000	15.500	22.0	5.106	-.062	1.007
2	15.667	15.500	21.0	5.197	-.281	.961
3	15.950	15.500	13.0	4.945	-.114	.694
4	15.367	15.000	8.0	5.374	.165	.207
5	15.433	15.500	22.0	5.625	.264	.747
6	15.850	15.500	21.0	5.307	-.079	1.319
7	16.250	15.500	22.0	5.128	.047	.390
8	15.917	15.500	22.0	5.515	.053	.705
9	15.167	15.000	21.0	4.958	-.084	.853
10	16.517	15.500	22.0	5.274	-.151	.512

ผลการวิเคราะห์ตาราง 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 15.167 ถึง 16.517 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 15.000 ถึง 15.500 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 8 ถึง 22 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 4.945 ถึง 5.625 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -.281 ถึง .264 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ .207 ถึง 1.319

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , 2 และ 3
จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม จำนวน 10 กลุ่ม

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.1	1	16.90	16.50	22	5.54	-.313	.856
	2	15.63	15.00	15	5.26	-.036	1.299
	3	14.92	15.00	15	6.61	-.231	1.235
	4	15.27	15.00	15	6.25	.265	.186
	5	14.78	14.00	22	5.75	.236	1.511
	6	15.18	15.00	11	5.55	-.030	1.532
	7	16.47	15.00	14	6.84	.298	.975
	8	14.40	14.00	14	5.48	-.011	.953
	9	14.40	14.00	21	6.93	-.019	1.672
	10	13.89	15.00	15	5.90	-.397	.301
ม.2	1	15.00	14.00	11	4.60	.195	.911
	2	14.85	15.00	21	5.15	-.249	1.141
	3	15.97	15.50	10	4.52	.071	1.348
	4	14.20	14.50	8	4.52	-.269	.696
	5	14.85	16.00	11	4.50	.028	1.248
	6	15.42	14.00	21	5.16	-.010	1.387
	7	16.27	16.00	22	4.29	-.334	.592
	8	15.67	16.50	21	4.69	-.204	1.380
	9	14.54	13.00	13	4.13	.534	.749
	10	15.88	15.00	21	4.83	.098	1.467

ตาราง 9 (ต่อ)

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.3	1	17.44	17.00	17	5.61	-.787	.058
	2	18.23	18.00	14	3.96	-.069	1.374
	3	16.80	16.00	13	4.31	.638	.316
	4	18.50	17.00	17	5.05	.343	.520
	5	17.27	17.00	17	7.14	-.010	.863
	6	19.71	21.00	13	4.46	-.351	1.366
	7	15.50	16.00	7	5.21	-.657	.612
	8	18.19	17.50	11	6.26	-.052	.783
	9	17.44	17.00	17	3.31	.090	.346
	10	18.84	19.00	19	5.06	-.366	.857

ผลการวิเคราะห์ตาราง 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 13.89 ถึง 16.90 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 14.20 ถึง 16.27 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 15.50 ถึง 19.71 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 14.00 ถึง 16.50 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 13.00 ถึง 16.50 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 16.00 ถึง 21.00 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 11 ถึง 22 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 8 ถึง 22 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 7 ถึง 19 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 5.26 ถึง 6.93 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 4.13 ถึง 5.16 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 3.31 ถึง 7.14 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -.397 ถึง .298 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -.334 ถึง .534 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ -.787 ถึง .638 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ .186 ถึง 1.672

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ .592 ถึง 1.467 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ .058 ถึง 1.374

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมดจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ จำนวน 10 กลุ่มๆละ 60 คน

กลุ่มที่	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
1	15.983	16.000	21.0	7.285	.097	-1.082
2	15.267	15.000	24.0	7.071	-.066	-1.355
3	16.183	15.500	22.0	7.137	-.050	-1.287
4	16.100	15.500	22.0	7.264	-.089	-1.264
5	15.783	16.000	22.0	7.237	-.191	-1.295
6	15.417	15.500	24.0	6.713	-.030	-1.328
7	15.900	16.000	22.0	7.208	-.133	-1.194
8	15.617	16.000	21.0	7.237	-.154	-.994
9	15.683	15.500	5.0	7.203	-.076	-1.247
10	15.417	16.000	22.0	7.150	.087	-1.302

ผลการวิเคราะห์ตาราง 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 15.267 ถึง 16.183 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 15.000 ถึง 16.000 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 24 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ 6.713 ถึง 7.285 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -.191 ถึง .087 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด มีค่าตั้งแต่ -1.355 ถึง -.994

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานของการแจกแจงประชากรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3
จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแผนรอบ จำนวน 10 กลุ่ม

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.1	1	14.24	15.00	15	6.95	-.136	-1.402
	2	13.47	9.00	24	9.02	.220	-1.998
	3	11.80	8.00	6	6.98	.594	-1.485
	4	12.21	10.00	6	7.06	.503	-1.176
	5	13.44	14.50	5	7.55	.179	-1.263
	6	14.00	12.00	24	7.92	.207	-1.902
	7	13.16	10.00	22	7.80	.263	-1.669
	8	12.65	10.00	5	7.72	.719	-.531
	9	13.22	10.00	5	8.36	.243	-1.766
	10	10.11	8.00	6	5.65	1.192	-.317
ม.2	1	14.36	11.50	11	6.41	.147	-1.432
	2	16.12	16.00	11	5.66	.242	-.899
	3	16.31	15.50	21	5.96	.029	-1.097
	4	16.62	17.00	13	5.94	-.336	-1.150
	5	15.79	15.00	11	6.55	-.224	-1.112
	6	13.93	13.00	13	5.67	.319	-.778
	7	15.25	14.50	18	6.26	.156	-.454
	8	15.88	17.00	13	6.73	-.357	-.089
	9	16.54	15.50	11	5.39	.639	-.782
	10	14.05	12.50	7	5.87	.355	-1.168

ตาราง 11(ต่อ)

ชั้น	กลุ่ม	$\bar{X}$	Mdn	Mode	SD	Sk	Kur
ม.3	1	19.10	17.00	13	7.69	-.144	-1.273
	2	16.00	18.50	7	7.29	-.360	-2.128
	3	19.47	22.00	7	7.23	-.605	-.843
	4	20.13	22.00	7	7.54	-.685	-.849
	5	18.27	22.00	7	7.81	-.675	-1.196
	6	19.12	21.00	17	6.21	-.973	-.256
	7	19.88	22.00	23	6.35	-.907	-.177
	8	18.18	21.00	23	6.81	-.774	-.882
	9	18.46	21.00	24	7.07	-.523	-1.167
	10	21.00	22.50	23	5.30	-.819	-.913

ผลการวิเคราะห์ตาราง 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบเบ้นราบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 10.11 ถึง 14.24 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 13.93 ถึง 16.54 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 16.00 ถึง 21.00 ค่ามัธยฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 8.00 ถึง 15.00 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 11.50 ถึง 17.00 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 17.00 ถึง 22.50 ค่าฐานนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 24 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 11.50 ถึง 17.00 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 17.00 ถึง 22.50 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 24 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 5.39 ถึง 6.73 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 5.30 ถึง 7.81 ค่าความเบ้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -.136 ถึง 1.192 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -.357 ถึง .639 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่

แต่ -.973 ถึง -.144 ค่าความโด่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -1.998 ถึง -.317 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -1.432 ถึง -.089 และของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าตั้งแต่ -2.128 ถึง -.177

2. การทดสอบความแตกต่างของลักษณะการแจกแจงของข้อมูล

การวิเคราะห์ครั้งนี้ได้นำจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการทดสอบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD*, วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe ในแต่ละการแจกแจงของข้อมูลห้าลักษณะ (ดังแสดงในภาคผนวก ก) มาทดสอบความแตกต่างจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ ซึ่งวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างในกลุ่มของการแจกแจงข้อมูลเดียวกันโดยใช้ *Q* – test ทดสอบ ผลจากการทดสอบปรากฏดังตาราง 12 – 21

ตาราง 12 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณต่างกันสามวิธีจากการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

ปกติ	T	S	BF	Q
ยอมรับสมมติฐาน	29	29	23	12**
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	1	1	7	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 12 พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ วิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 23 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 7 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสูตร *Q* – test พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบผลการเปรียบเทียบพหุคูณคู่ใดต่างกันบ้าง จึงนำมาเปรียบเทียบด้วยสูตร *Q* – test เป็นรายคู่ เพื่อเป็นการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อน ให้เท่ากับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ .003 ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ
จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จากทั้งหมด 3 วิธี

วิธี	T	S	BF
T	-	0	6
S	-	-	6
BF	-	-	-

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .003

ผลการวิเคราะห์ตาราง 13 ปรากฏว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ซึ่งทดสอบความแตกต่างจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วย Q – test วิธี Tukey’s *HSD* กับ วิธี Scheffe’ วิธี Tukey’s *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe’ กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 14 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณต่างกันสามวิธี
จากการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา

เบ้ขวา	T	S	BF	Q
ยอมรับสมมติฐาน	17	17	8	18**
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	13	13	22	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 14 พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา
วิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับ
สมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน
8 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 22 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบ
พหุคูณด้วยสูตร Q – test พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ผลการ
เปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบผลการเปรียบเทียบพหุคูณคู่ใดต่างกันบ้าง จึง
นำมาเปรียบเทียบด้วยสูตร Q – test เป็นรายคู่ เพื่อเป็นการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อน ให้เท่า
กับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ.003 ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวาจากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จากทั้งหมด 3 วิธี

วิธี	T	S	BF
T	-	0	9***
S	-	-	9***
BF	-	-	-

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .003

ผลการวิเคราะห์ตาราง 15 ปรากฏว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ซึ่งทดสอบความแตกต่างของระดับชั้นด้วย Q – test

วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .003

ตาราง 16 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณต่างกันสามวิธี จากการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย

เบ้ซ้าย	T	S	BF	Q
ยอมรับสมมติฐาน	15	17	9	13**
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	15	13	21	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 16 พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย วิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสูตร Q – test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบผลการเปรียบเทียบพหุคูณคู่ใดต่างกันบ้าง จึงนำมาเปรียบเทียบด้วยสูตร Q – test เป็นรายคู่ เพื่อเป็นการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อน ให้เท่ากับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ .003 ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายจากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จากทั้งหมด 3 วิธี

วิธี	T	S	BF
T	-	2	6
S	-	-	8
BF	-	-	-

ผลการวิเคราะห์ตาราง 17 ปรากฏว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ซึ่งทดสอบความแตกต่างของระดับชั้นด้วย Q – test

วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และ

วิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 18 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณต่างกันสามวิธี
จากการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม

สูงแหลม	T	S	BF	Q
ยอมรับสมมติฐาน	28	29	21	14.25**
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	2	1	9	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 18 พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม วิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 28 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 2 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสูตร *Q* – test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบผลการเปรียบเทียบพหุคูณคู่ใดต่างกันบ้าง จึงนำมาเปรียบเทียบด้วยสูตร *Q* – test เป็นรายคู่ เพื่อเป็นการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อน ให้เท่ากับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ .003 ดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูง
แหลม จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จากทั้งหมด 3 วิธี

วิธี	T	S	BF
T	-	1	4.9
S	-	-	8
BF	-	-	-

ผลการวิเคราะห์ตาราง 19 ปรากฏว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบจากการ
แจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ซึ่งทดสอบความแตกต่างของระดับชั้นด้วย Q – test
วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี
Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 20 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณต่างกันสามวิธี
จากการแจกแจงเป็นแบบแผนราบ

แผนราบ	T	S	BF	Q
ยอมรับสมมติฐาน	24	24	12	24**
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	6	6	18	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตาราง 20 พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแผนราบ วิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 12 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 18 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยสูตร Q – test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบผลการเปรียบเทียบพหุคูณคู่ใดต่างกันบ้าง จึงนำมาเปรียบเทียบด้วยสูตร Q – test เป็นรายคู่ เพื่อเป็นการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อน ให้เท่ากับระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ .003 ดังแสดงในตาราง 21

ตาราง 21 เปรียบเทียบจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบ
แบบราบ จากจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณครั้งละ 2 วิธี จากทั้งหมด 3 วิธี

วิธี	T	S	BF
T	-	0	12***
S	-	-	12***
BF	-	-	-

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .003

ผลการวิเคราะห์ตาราง 21 ปรากฏว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบจากการ
แจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบบราบ ซึ่งทดสอบความแตกต่างของระดับชั้นด้วย Q – test

วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วิธี Tukey's *HSD* กับ
วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .003

XXX 3. การทดสอบความแตกต่างของผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการแจกแจงของข้อมูล
ลักษณะต่างกัน

การวิเคราะห์ครั้งนี้ได้นำจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากกลุ่มการแจกแจงของ
ข้อมูลห้าลักษณะ คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็น
โค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม และการแจกแจงเป็นแบบแบบราบ ในแต่ละวิธีการ
ทดสอบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe
(ดังแสดงในภาคผนวก ข) มาทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ
ซึ่งวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างลักษณะการแจกแจงของข้อมูล โดยใช้ χ^2 - test ทดสอบ ผลการ
ทดสอบปรากฏดังตาราง 22 – 24

ตาราง 22 เปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ

T	การแจกแจงของข้อมูล					χ^2
	ปกติ	เบ้ขวา	เบ้ซ้าย	สูงแหลม	แบนราบ	
ยอมรับสมมติฐาน	29	17	15	28	24	.220
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	1	13	15	2	6	

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 22 ปรากฏว่า การเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ยอมรับสมมติฐาน 28 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 2 กลุ่ม และจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วย χ^2 -test พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า จำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณที่ได้จากการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูลห้าลักษณะ ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 23 เปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Scheffe'
จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ

S	การแจกแจงของข้อมูล					χ^2
	ปกติ	เบ้ขวา	เบ้ซ้าย	สูงแหลม	แบนราบ	
ยอมรับสมมติฐาน	29	17	17	29	24	.265
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	1	13	13	1	6	

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 23 ปรากฏว่า การเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม และจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผล การเปรียบเทียบพหุคูณด้วย χ^2 - test พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าจำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณที่ได้จากการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูลห้าลักษณะ ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 24 เปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบพหุคูณ จากการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ

BF	การแจกแจงของข้อมูล					χ^2
	ปกติ	เบ้ขวา	เบ้ซ้าย	สูงแหลม	แบนราบ	
ยอมรับสมมติฐาน	23	8	9	21	12	.220
ไม่ยอมรับสมมติฐาน	7	22	21	9	18	

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 24 ปรากฏว่า การเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ยอมรับสมมติฐาน 23 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 7 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ยอมรับสมมติฐาน 8 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 22 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม และจากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ยอมรับสมมติฐาน 12 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 18 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วย χ^2 -test พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า จำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณที่ได้จากการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลห้าลักษณะ ไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาว่าการแจกแจงของคะแนนจะส่งผลต่อการเปรียบเทียบพหุคูณหรือไม่ เพียงไร โดยแยกเป็นความมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลการทดสอบโดยวิธี Tukey's *HSD* , วิธีScheffe' และวิธี Brown - Forsythe เมื่อมีการแจกแจงข้อมูลในลักษณะเดียวกัน

2. เพื่อศึกษาผลการทดสอบพหุคูณจากข้อมูลที่มีการแจกแจงลักษณะต่างกัน คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบแบนราบ และการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม เมื่อเปรียบเทียบพหุคูณวิธีเดียวกัน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. การทดสอบพหุคูณด้วยวิธีต่างกันจากการแจกแจงของข้อมูลเดียวกันมีสมมติฐานดังนี้

1.1 เมื่อการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.2 เมื่อการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.3 เมื่อการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.4 เมื่อการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

1.5 เมื่อการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ ผลการทดสอบพหุคูณแต่ละวิธีให้ผลแตกต่างกัน

2. การทดสอบพหุคูณจากการแจกแจงข้อมูลต่างกันด้วยวิธีทดสอบเดียวกันมีสมมติฐาน ดังนี้

2.1 การทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะต่างกันให้ผลแตกต่างกัน

2.2 การทดสอบด้วยวิธี Scheffe' จากข้อมูลที่มีการแจกแจงในลักษณะต่างกัน ให้ผลแตกต่างกัน

2.3 การทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe จากข้อมูลที่มีการแจกแจงใน ลักษณะต่างกันให้ผลแตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 600 คน โรงเรียนกลุ่มที่ 4 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวง ศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two – Stage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ตาม แนวของเทอร์สโตน รวม 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 5 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้ นำแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มาจาก สุริยันต์ ยางศรี มีความเชื่อมั่น .891

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อขอ ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน เพื่อ กำหนด วัน เวลา ที่ทำการทดสอบ
3. วางแผนในการดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบด้วยตนเอง จัดเตรียม แบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่ทำการทดสอบในแต่ละครั้ง
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ตามวัน เวลาที่นัดหมายไว้
5. ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจและทราบถึงวัตถุประสงค์ในการทำแบบ ทดสอบครั้งนี้พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบด้วย

6. อธิบายวิธีการทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งมีทั้งหมด 30 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ซ่อนอยู่ในภาพใดของข้อ ก. ถึง ข้อ จ. แล้วเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

7. หลังจากดำเนินการสอบกลุ่มตัวอย่างครบทุกโรงเรียนแล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน ดังนี้ ถ้าตอบถูกให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อ หรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน และนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบและบันทึกเป็นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 600 คน

2. ทำการสุ่มข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจากประชากรเทียม (Pseudo Population) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่มละ 60 คน จำนวน 10 กลุ่ม โดยทำการสุ่มแบบใส่คืน และแบ่งกลุ่มคะแนนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ คือ กลุ่มสูงสุด , กลุ่มสูง , กลุ่มต่ำ และกลุ่มต่ำสุด มีวิธีการสุ่มคือ

1. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

1.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 10 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 40 % , กลุ่มต่ำมาจำนวน 40 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 10 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

1.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นโค้งปกติหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

2. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

2.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 10 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 15 % , กลุ่มต่ำ มาจำนวน 25 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 50 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

2.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นโค้งเบ้ทางขวาหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

3. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

3.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 50 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 25 % , กลุ่มต่ำมาจำนวน 15 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 10 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

3.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

4. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

4.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน กลุ่มละ 5 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 45 % และกลุ่มต่ำมาจำนวน 45 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

4.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นแบบสูงแหลมหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

5. สุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ โดยดำเนินการตามเงื่อนไขดังนี้

5.1 สุ่มคะแนนจากกลุ่มสูงสุดมาจำนวน 20 % , กลุ่มสูงมาจำนวน 30 % , กลุ่มต่ำมาจำนวน 30 % และกลุ่มต่ำสุดมาจำนวน 20 % ทั้งหมด 10 กลุ่ม

5.2 ทำการทดสอบการแจกแจงว่าเป็นแบบแบนราบหรือไม่ โดยทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลตามสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ถ้าไม่เป็นจะทำการสุ่มใหม่

3. นำข้อมูลในแต่ละลักษณะการแจกแจงข้อมูล มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA)

4. นำข้อมูลทีวิเคราะห์ความแปรปรวน มาทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณทั้งสามวิธี คือ

4.1 วิธี Tukey's *HSD*

4.2 วิธี Scheffe'

4.3 วิธี Brown - Forsythe

5. ทดสอบความแตกต่างของจำนวนกลุ่มที่เมื่อทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแล้วแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่ต่างกัน ในการแจกแจงของข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกัน โดยวิธี Q - test

6. ทดสอบความแตกต่างของจำนวนกลุ่มที่เมื่อทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณแล้วแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณเดียวกัน ในการแจกแจงของข้อมูลที่มีลักษณะต่างกัน โดยวิธี χ^2 - test

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 30 ข้อ จากการแจกแจงของข้อมูลหาลักษณะ คือ การแจกแจงเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม และการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ

2. การทดสอบความแตกต่างของลักษณะการแจกแจงของข้อมูล

2.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นโค้งปกติ จากผลการทดสอบพหุคูณสามวิธี

2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางขวา จากผลการทดสอบพหุคูณสามวิธี

2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย จากผลการทดสอบพหุคูณสามวิธี

2.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นแบบสูงแหลม จากผลการทดสอบพหุคูณสามวิธี

2.5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการแจกแจงเป็นแบบแบนราบ จากผลการทดสอบพหุคูณสามวิธี

3. การทดสอบความแตกต่างของผลการทดสอบพหุคูณสามวิธี

3.1 การเปรียบเทียบด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน

3.2 การเปรียบเทียบด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน

3.3 การเปรียบเทียบด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุป

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการทดสอบพหุคูณสามวิธี จากการแจกแจงของข้อมูลเดียวกัน ได้ดังนี้

1.1 การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ที่ทำการทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 23 กลุ่ม

ไม่ยอมรับสมมติฐาน 7 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่แล้ว พบว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ที่ทำการทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 8 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 22 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่แล้ว พบว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .003 แต่วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3 การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ที่ทำการทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่แล้ว พบว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.4 การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ที่ทำการทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 28 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 2 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่แล้ว พบว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับ

วิธี Scheffe' วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.5 การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ที่ทำการทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม วิธี Scheffe' ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม และวิธี Brown – Forsythe ยอมรับสมมติฐาน 12 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 18 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่แล้ว พบว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Brown – Forsythe และวิธี Scheffe' กับ วิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .003 แต่วิธี Tukey's *HSD* กับ วิธี Scheffe' แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

✦ สรุปว่า การแจกแจงของข้อมูลในรูปทรงต่างๆ คือ การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม และการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ให้ผลคล้ายคลึงกันกับการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ซึ่งอาจสรุปได้ว่า การแจกแจงของข้อมูลที่ไม่เป็นโค้งปกติไม่ส่งผลกระทบต่อ การทดสอบพหุคูณวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe

2. การทดสอบความแตกต่างของผลการเปรียบเทียบพหุคูณจากการแจกแจงของข้อมูลต่างกันห้าลักษณะ ในแต่ละวิธีการทดสอบพหุคูณสามวิธี ได้ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 15 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ยอมรับสมมติฐาน 28 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 2 กลุ่ม และการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 การเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ยอมรับสมมติฐาน 17 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 13 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ยอมรับสมมติฐาน 29 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 1 กลุ่ม และการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ยอมรับสมมติฐาน 24 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 6 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 การเปรียบเทียบพหุคูณที่ทดสอบด้วยวิธี Brown - Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ยอมรับสมมติฐาน 23 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 7 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ยอมรับสมมติฐาน 8 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 22 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ยอมรับสมมติฐาน 21 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 9 กลุ่ม และการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ยอมรับสมมติฐาน 12 กลุ่ม ไม่ยอมรับสมมติฐาน 18 กลุ่ม เมื่อทดสอบความแตกต่างของจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปว่า ผลการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown - Forsythe จากวิธีเดียวกันในแต่ละการแจกแจงของข้อมูล คือ การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมและการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ โดยใช้ χ^2 - Test ทดสอบ สรุปว่า วิธีการทดสอบพหุคูณวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน ได้จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการทดสอบพหุคูณวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน ได้จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการทดสอบพหุคูณวิธี Brown - Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลต่างกัน ได้จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาผลการแจกแจงของข้อมูลในรูปลักษณะต่างๆ ห้าลักษณะ คือ การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมและการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบจะมีผลกระทบต่อการทดสอบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe แตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์สามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. การศึกษาผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ไม่ยอมรับสมมติฐาน จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe ในแต่ละการแจกแจงของข้อมูลห้าลักษณะ พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา , การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย , การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมและการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ไม่ยอมรับสมมติฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยวิธี Brown – Forsythe มีจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ไม่ยอมรับสมมติฐานมากที่สุด ส่วนวิธี Tukey's *HSD* และวิธี Scheffe' มีจำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ไม่ยอมรับสมมติฐานใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการศึกษาข้อ 1.1 ถึง 1.5 ที่ตั้งไว้ และได้สอดคล้องกับเคิร์ก (Kirk, 1995) ที่กล่าวว่า การทดสอบด้วยวิธี Tukey's *HSD* จะให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าการทดสอบด้วยวิธี Scheffe' และการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe จะให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าการทดสอบด้วยวิธี Scheffe' จากการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ผลการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับวิธี Scheffe' ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานใกล้เคียงกัน ส่วนผลการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าวิธี Scheffe' การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา ผลการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับวิธี Scheffe' ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานใกล้เคียงกัน ส่วนผลการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าวิธี Scheffe' การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย ผลการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* ไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าวิธี Scheffe' ส่วนผลการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าวิธี Scheffe' การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม ผล

การทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* ไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าวิธี Scheffe' ส่วนผลการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าวิธี Scheffe' การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ ผลการทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* กับวิธี Scheffe' ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานใกล้เคียงกัน ส่วนผลการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe ให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่าวิธี Scheffe' ซึ่งการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe มีการคำนวณค่าระดับขั้นของความเป็นอิสระ สาเหตุของผลการทดสอบด้วยวิธี Brown – Forsythe ไม่ยอมรับสมมติฐานมากกว่า จึงมาจากค่าระดับขั้นของความเป็นอิสระ

2. การศึกษาผลการเปรียบเทียบพหุคูณที่ไม่ยอมรับสมมติฐานในระหว่างการแจกแจงของข้อมูลห้าลักษณะ จากการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี พบว่า จำนวนผลการเปรียบเทียบพหุคูณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของการศึกษา ข้อ 2.1 ถึง 2.3 ที่ตั้งไว้ ซึ่งสัมพันธ์กับเดย์ตัน (Dayton.1970 : 32 – 37) ที่กล่าวไว้ว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนไม่ได้มีผลต่อการฝ่าฝืนความปกติและความแปรปรวนที่เท่ากันและไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะการแจกแจงของข้อมูล จากการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า การทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Tukey's *HSD* พบว่า ลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่แตกต่างกันให้ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อสังเกตจากจำนวนการไม่ยอมรับสมมติฐานแล้ว พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวาและการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายจะส่งผลกระทบมากกว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมและการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบซึ่งส่งผลกระทบไม่มากนักต่อการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ การทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Scheffe' พบว่า ลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่แตกต่างกันให้ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อสังเกตจากจำนวนการไม่ยอมรับสมมติฐานแล้ว พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวาและการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายจะส่งผลกระทบมากกว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมและการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบจะส่งผลกระทบไม่มากนักต่อการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ การทดสอบพหุคูณด้วยวิธี Brown – Forsythe พบว่า ลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่แตกต่างกันให้ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อสังเกตจากจำนวนการไม่ยอมรับสมมติฐานแล้ว พบว่า การแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวาและการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้ายจะส่งผลกระทบมากกว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ การแจกแจงของ

ข้อมูลเป็นแบบสูงแหลมจะส่งผลกระทบไม่มากนักต่อการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ ส่วนการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบส่งผลกระทบมากกว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งปกติ

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และการวิจัยต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ในการทดสอบความแตกต่างของการเปรียบเทียบพหุคูณสามวิธี คือ วิธี Tukey's *HSD*, วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe สามารถใช้วิธีการทดสอบพหุคูณด้วยวิธีใดก็ได้

1.2 ถ้าต้องการให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐาน ควรเลือกใช้วิธี Brown – Forsythe มากกว่าวิธี Tukey's *HSD* และวิธี Scheffe'

1.3 ในการทดสอบพหุคูณทั้งสามวิธี สามารถใช้กับข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีอื่นและการแจกแจงของข้อมูลต่างกันโดยใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากัน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณที่เหมาะสม

2.2 ควรมีการศึกษาผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีการทดสอบอื่นๆ เช่น ทำการศึกษาด้วยวิธีการจำลองข้อมูล (Simulation) ด้วยคอมพิวเตอร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กัลยา วานิชย์บัญชา.(2539). การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ. พิมพ์ครั้งที่ 5.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กึ่งทอง ยงยุทธมีชัย.(2538). การเปรียบเทียบสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน. วิทยานิพนธ์(สถิติ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร. 157 หน้า
- ชูศรี วงศ์รัตน์.(2537). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทา วงษ์วีโรจน์.(2532). สถิติทดสอบที่มีความแข็งแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร. วิทยานิพนธ์(สถิติ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร. 163 หน้า
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์.(2527). การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- บุญเรียง ขจรศิลป์.(2533). สถิติวิจัย 2. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 1.
- พหล ศักดิ์กะทัศน์.(2534). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์ความแปรปรวน. วิทยานิพนธ์ (สถิติ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร. 150 หน้า
- ระวีวรรณ พันธุ์พานิช.(2541). สถิติเพื่อการวิจัย. ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.(2527). หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- .(2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- .(2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- .(2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิรัช วรรณรัตน์.(2535). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิไลลักษณ์ องค์จิระวุฒิ.(2522). การเปรียบเทียบวิธีการต่างๆที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร โดยพิจารณาจากความผิด 3 ชนิด. วิทยานิพนธ์(สถิติ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร. 149 หน้า

- วินัส พิษวณิชย์และสมจิต วัฒนาขยางกุล.(2537).สถิติสำหรับนักสังคมศาสตร์.พิมพ์ครั้งที่ 7.
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศศิธร สุวัชรวิทยกิจ.(2541). สถิติสำหรับนักวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์1 เล่ม 2 .
สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สมจิต วัฒนาขยางกุล.(2529). สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ประกายพริก.
- สมบุญ ชาติพงษ์และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์.(2518).การวัดความถนัด.พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
ไทยวัฒนาพานิช.
- สุริยันต์ ยางศรี.(2533). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ซ้อนภาพที่มีรูป
แบบและทิศทางของภาพซ้อนต่างกัน.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา)
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อุทุมพร ทองอุไทย.(2523).แผนวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมศาสตร์.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญ
ผล.

ภาษาอังกฤษ

- Alan J.Klockars & Gilbert Sax.(1986). *Multiple Comparisons*. Sage Publications Inc.
- Brown, M.B., & Forsythe, A.B. (1974b). The ANOVA and multiple comparisons for data
with heterogeneous variances. *Biometrics*, 30. 719 –724.
- Cronbach, L.J.,N.Rajaratnam and G.C.Gleser.(1970). *Essential of Psychological
Testing*. New York : Harper & Row Publishers.
- Dayton, C. Mitchell.(1970). *The design of educational experiment*. McGraw-Hill.
University of Maryland. 32 - 37
- Douglas A. Penfield & Stephen L.Koffler.(1978). Post Hoc Procedures For Some
K-Sample Nonparametric Tests For Scale. *Journal of Educational Statistic*. 3 : 265-282.
- H.R Neave & P.L.B. Worthington.(1988). *Distribution – Free Tests*. London : Unwin
Hyman Ltd.
- Hochberg,Yosef & Tamhane,Ajit C.(1987).*Multiple comparison procedures*.New York :
John Wiley & Sons.
- Jefferey,D.Kromerey & Michela,A.La Rocca.(1995). Power and Type I error Rate of New
Multiple Comparison Procedures Under Heterogeneous Variances. *Journal of
the American Statistical Association*. 63 : 343 – 362.

- Kirk, E. Roger. (1982). *Experimental design : Procedures for the behavioral sciences*. Belmont, Calif : Brooks / Cole.
- , (1995). *Experimental design : Procedures for the behavioral sciences*. Belmont, Calif : Brooks / Cole.
- Larry E. Toothaker. (1993). *Multiple Comparison Procedures*. Sage Publications, Inc. University of Oklahoma.
- Weiss, Neil A. (1995). *Introductory statistics*. 4 th ed. repr. ed. Reading, Mass : Addison – Wesley.
- Philip H. Ramsey. (1978). Power Differences Between Pairwise Multiple Comparisons. *Journal of the American Statistical Association*. 73 : 479 – 487.
- R. Clifford Blair & James J. Hinggin. (1980). "A Comparison of The Power of Wilcoxon's Rank – Sum Statistic to that of Student's t Statistic Under Various Non-normal Distributions," *Journal of Educational Statistics*. 5 : 309 – 335.
- Rand R. Wilcox. (1989). "Adjusting for Unequal Variances When Comparing Means in One-Way and Two-Way Fixed Effects ANOVA Models," *Journal of Educational Statistics*. 14 : 270 – 278.
- Scheffe, H. (1953). "A method for judging all contrasts in the analysis of variance," *Biometrika*, 40. 87 – 104.
- , (1959). *The analysis of variance*. New York : Wiley. [101 , 173 , 210 , 240, 283 , 330 , 335 , 399 , 408 , 411]
- , (1970). "Practical solutions of the Behrens-Fisher problem," *Journal of the American Statistical Association*, 65. 1501 – 1508.
- Thurstone, T.G. (1963). *Enaminer's Manual Primary Mental Abilities*. Chicago : Science Research Associates Inc.
- Tukey, J.W. (1949). "One degree of freedom for nonadditivity," *Biometrics*, 5. 232 – 242. [104 , 269]
- , (1953). *The problem of multiple comparisons*. Unpublished manuscript. Princeton University, Princeton, NJ. [120 , 144 , 146 , 173 , 399]
- , (1955). Queries. *Biometrics*, 11. 111 – 113. [330]
- , (1977). *Exploratory data analysis*. Reading, M.A : Addison – Wesley. [166]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ
- ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา
- ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย
- ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม
- ผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแบนราบ

ตาราง 25 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ

กลุ่ม	T			S			BF		
	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
1	-3.446	-8.188*	-4.741	-3.446	-8.188*	-4.741	1.415	9.161*	5.887*
2	-3.421	-8.774*	-5.353*	-3.421	-8.774*	-5.353	1.762	9.841*	6.798*
3	-4.789	-9.803*	-5.014	-4.789	-9.803*	-5.014	5.814*	17.759*	5.813*
4	-4.756	-8.129*	-3.373	-4.756	-8.129*	-3.373	4.297*	7.339*	1.847
5	-1.744	-9.263*	-7.519*	-1.744	-9.263*	-7.519*	.623	13.813*	18.597*
6	-4.040	-6.728*	-2.688	-4.040	-6.728*	-2.688	2.798*	7.248*	2.168*
7	-3.715	-5.842*	-2.127	-3.715	-5.842*	-2.127	3.424*	6.112*	.833
8	-5.086	-9.610*	-4.524	-5.086	-9.610*	-4.524	4.931*	15.314*	3.607*
9	-3.259	-7.016*	-3.758	-3.259	-7.016*	-3.758	3.244*	7.481*	1.843
10	-6.483*	-9.083*	-2.600	-6.483*	-9.083*	-2.600	8.869*	12.188*	.889

* คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐานที่คัดเลือกไว้

ตาราง 26 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางขวา

กลุ่ม	T			S			BF		
	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
1	-3.806	-6.251*	-2.444	-3.806	-6.251*	-2.444	4.865*	5.261*	.514
2	-2.847	-2.681	.167	-2.847	-2.681	.167	2.244*	1.550	0.000
3	-2.553	-8.302*	-5.749	-2.553	-8.302*	-5.749	2.770*	7.531*	3.028*
4	-4.187	-6.461*	-2.275	-4.187	-6.461*	-2.275	6.349*	9.770*	.663
5	-3.433	-7.545*	-4.112	-3.433	-7.545*	-4.112	3.651*	8.020*	2.662*
6	-3.263	-8.638*	-5.375*	-3.263	-8.638*	-5.375*	4.026*	10.674*	4.345*
7	-2.675	-5.731*	-3.056	-2.675	-5.731*	-3.056	2.068*	7.633*	1.357
8	-1.877	-9.451*	-7.575*	-1.877	-9.451*	-7.575*	1.552	14.461*	8.804*
9	-5.018*	-6.308*	-1.289	-5.018*	-6.308*	-1.289	7.153*	6.325*	.169
10	-6.796*	-7.733*	-.938	-6.796*	-7.733*	-.938	18.688*	13.848*	.179

* คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐานที่คัดเลือกไว้

ตาราง 27 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นโค้งเบ้ทางซ้าย

กลุ่ม	T			S			BF		
	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
1	-4.503	9.591*	-5.087*	-4.503	9.591*	-5.087*	2.237	13.210*	11.764*
2	-4.260	-8.041*	-3.781	-4.260	-8.041*	-3.781	3.628*	10.786*	2.658*
3	-.792	-5.500*	-4.708*	-.792	-5.500	-4.708	.000	3.518*	9.686*
4	-5.592*	-7.452*	-1.860	-5.592*	-7.452*	-1.860	6.352*	9.750*	.413
5	-2.961	-6.516*	-3.555	-2.961	-6.516*	-3.555	1.398	7.986*	5.467*
6	-3.453	-6.900*	-3.447	-3.453	-6.900*	-3.447	1.397	6.483*	2.814*
7	-4.447	-6.651*	-2.174	-4.447	-6.651*	-2.174	1.987	5.096*	1.651
8	-.681	-6.024*	-5.343*	-.681	-6.024*	-5.343*	.000	3.922*	18.095*
9	-3.479	-6.375*	-2.896	-3.479	-6.375*	-2.896	2.424*	7.519*	3.134*
10	-1.253	-6.578*	-5.324*	-1.253	-6.578*	-5.324*	.160	10.864*	9.250*

* คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐานที่คัดเลือกไว้

ตาราง 28 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบสูงแหลม

กลุ่ม	T			S			BF		
	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
1	1.900	-.544	-2.444	1.900	-.544	-2.444	1.802	.000	.955
2	.248	-3.131	-3.379	.248	-3.131	-3.379	.376	1.386	4.111*
3	-1.046	-1.877	-.831	-1.046	-1.877	-.831	.250	.869	.532
4	.613	-3.688	-4.300*	.613	-3.688	-4.300*	.300	2.012	6.393*
5	-7.407	-2.489	-2.415	-7.407	-2.489	-2.415	.000	.765	.965
6	-.240	-4.538	-4.298	-.240	-4.538	-4.298	.000	5.372*	6.979*
7	.200	.971	.770	.200	.971	.770	.000	.000	.000
8	-1.267	-3.787	-2.521	-1.267	-3.787	-2.521	1.655	4.047*	1.188
9	-.536	-3.438	-2.902	-.536	-3.438	-2.902	.266	2.345*	3.094*
10	-1.986	-1.953*	-2.967	-1.986	-1.953	-2.967	.869	4.789*	4.335*

* คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐานที่คัดเลือกไว้

ตาราง 29 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* , วิธี Scheffe' และวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบแผนราบ

กลุ่ม	T			S			BF		
	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
1	-.128	-4.860	-4.732	-.128	-4.860	-4.732	.000	4.420*	5.340*
2	-2.648	-2.526	.121	-2.648	-2.526	.121	1.714	.824	.000
3	-4.508	-7.674*	-3.166	-4.508	-7.674*	-3.166	3.467*	8.166*	2.187*
4	-4.405	-7.923*	-3.518	-4.405	-7.923*	-3.518	6.281*	9.981*	1.749
5	-2.356	-4.829	-2.474	-2.356	-4.829	-2.474	1.787	3.277*	.721
6	6.897	-5.118	-5.187*	6.897	-5.118	-5.187*	.000	3.701*	7.398*
7	-2.092	-6.724*	-4.632	-2.092	-6.724*	-4.632	.827	8.790*	6.236*
8	-3.238	-5.529	-2.292	-3.238	-5.529	-2.292	1.715	4.009*	.895
9	-3.324	-5.244	-1.920	-3.324	-5.244	-1.920	3.769*	3.636*	.198
10	-3.939	-10.889*	-6.950*	-3.939	-10.889*	-6.950*	4.579*	39.704*	16.330*

* คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐานที่คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ข

- ผลการทดสอบพหุคูณที่ยอมรับสมมติฐานและไม่ยอมรับสมมติฐานที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ
- ผลการทดสอบพหุคูณที่ยอมรับสมมติฐานและไม่ยอมรับสมมติฐานที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ
- ผลการทดสอบพหุคูณที่ยอมรับสมมติฐานและไม่ยอมรับสมมติฐานที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ

ตาราง 30 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's *HSD* จากการแจกแจงของข้อมูล 5 ลักษณะ

กลุ่มที่	การแจกแจงของข้อมูล				
	ปกติ	เบ้ขวา	เบ้ซ้าย	สูงแหลม	แบนราบ
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	1*	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	1*	0	0	0
10	1*	1*	0	0	0
11	1*	1	1*	0	0
12	1*	0	1*	0	0
13	1*	1*	1*	0	1*
14	1*	1*	1*	0	1*
15	1*	1*	1*	0	0
16	1*	1*	1*	0	0
17	1*	1*	1*	0	1*
18	1*	1*	1*	0	0
19	1*	1*	1*	0	0
20	1*	1*	1*	1*	1*
21	0	0	1*	0	0
22	1*	0	0	0	0
23	0	0	1*	0	0
24	0	0	0	1*	0
25	1*	0	0	0	0
26	0	1*	0	0	1*
27	0	0	0	0	0
28	0	1*	1*	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	1*	0	1*

0 คือ กลุ่มที่ยอมรับสมมติฐาน , 1 คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐาน , * คือ ข้อที่คัดเลือกเพื่อ
ศึกษาผลการทดสอบพหุคูณ

ตาราง 31 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Scheffe' จากการแจกแจงของ

ข้อมูล 5 ลักษณะ

กลุ่มที่	การแจกแจงของข้อมูล				
	ปกติ	เบ้ขวา	เบ้ซ้าย	สูงแหลม	แบนราบ
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	1*	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	1*	0	0	0
10	1*	1*	0	0	0
11	1*	1*	1*	0	0
12	1*	0	1*	0	0
13	1*	1*	0	0	1*
14	1*	1*	1*	0	1*
15	1*	1*	1*	0	0
16	1*	1*	1*	0	0
17	1*	1*	1*	0	1*
18	1*	1*	1*	0	0
19	1*	1*	1*	0	0
20	1*	1*	1*	1*	1*
21	0	0	1*	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	1*	0
25	1*	0	0	0	0
26	0	1*	0	0	1*
27	0	0	0	0	0
28	0	1*	1*	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	1*	0	1*

0 คือ กลุ่มที่ยอมรับสมมติฐาน , 1 คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐาน , * คือ ข้อที่คัดเลือกเพื่อศึกษาผลการทดสอบพหุคูณ

ตาราง 32 แสดงผลการทดสอบพหุคูณที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Brown – Forsythe จากการแจกแจง
ของข้อมูล 5 ลักษณะ

กลุ่มที่	การแจกแจงของข้อมูล				
	ปกติ	เบ้ขวา	เบ้ซ้าย	สูงแหลม	แบนราบ
1	0	1*	0	0	0
2	0	1*	1*	0	0
3	1*	1*	0	0	1*
4	1*	1*	1*	0	1*
5	0	1*	0	0	0
6	1*	1*	0	0	0
7	1*	1*	0	0	0
8	1*	0	0	0	0
9	1*	1*	1*	0	1*
10	1*	1*	0	0	1*
11	1*	1*	1*	0	1*
12	1*	0	1*	0	0
13	1*	1*	1*	0	1*
14	1*	1*	1*	0	1*
15	1*	1*	1*	0	1*
16	1*	1*	1*	1*	1*
17	1*	1*	1*	0	1*
18	1*	1*	1*	1*	1*
19	1*	1*	1*	1*	1*
20	1*	1*	1*	1*	1*
21	1*	0	1*	0	1*
22	1*	0	1*	1*	0
23	1*	1*	1*	0	1*
24	0	0	0	1*	0
25	1*	1*	1*	0	0
26	1*	1*	1*	1*	1*
27	0	0	0	0	1*
28	1*	1*	1*	0	0
29	0	0	1*	1*	0
30	0	0	1*	1*	1*

0 คือ กลุ่มที่ยอมรับสมมติฐาน , 1 คือ กลุ่มที่ไม่ยอมรับสมมติฐาน , * คือ ข้อที่คัดเลือกเพื่อศึกษาผลการทดสอบพหุคูณ

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

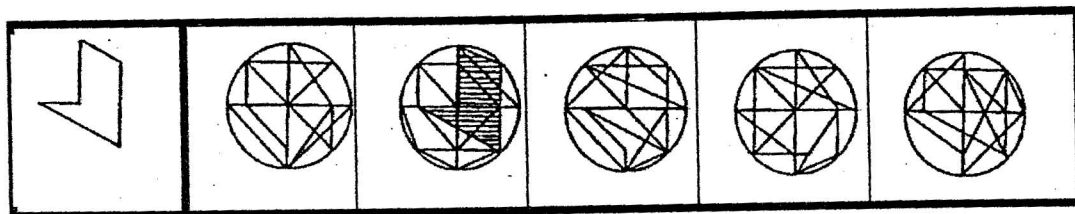
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ
คำอธิบายในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบรูปภาพมี 6 หน้า จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. แบบทดสอบแต่ละข้อจะกำหนดรูปภาพมาให้ 1 ภาพทางซ้ายมือเป็นหลักไว้ให้ท่านพิจารณาว่าภาพที่กำหนดในแต่ละข้อนั้นซ่อนอยู่ในกรอบภาพของตัวเลือกใดจาก ก. ข. ค. ง. และ จ. ที่กำหนดให้ทางขวามือ โดยภาพที่ซ่อนอยู่จะมีขนาดเท่าเดิมทิศทางเหมือนเดิมทุกประการ
3. ในการตอบคำถาม ท่านต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วนว่าภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือของแต่ละข้อซ่อนอยู่ในภาพใดของตัวเลือก ก. ถึง จ. เลือกได้ข้อใดให้ไปขีดตอบข้อนั้นในกระดาษคำตอบ

ดังตัวอย่างด้านหลัง
4. ถ้าพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำ จงพยายามทำให้มากที่สุด เร็วที่สุด ถูกต้องที่สุดจึงจะได้คะแนนดี
5. ห้ามขีดเขียน หรือ ทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบเป็นอันขาด

ตัวอย่าง

(0)



ก.

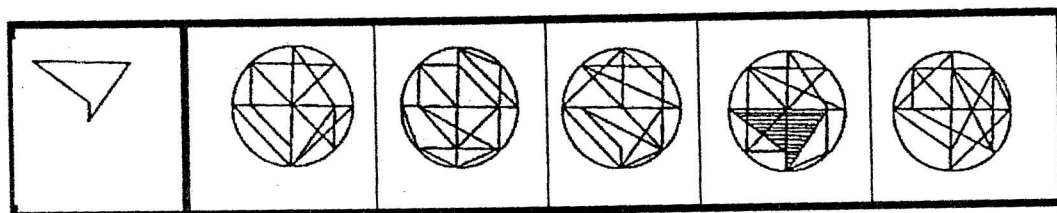


ค.

ง.

จ.

(00)



ก.

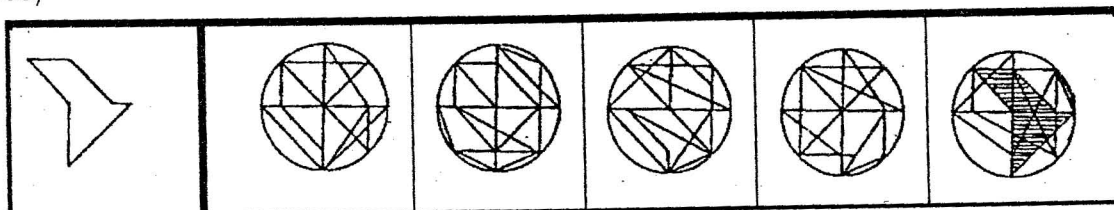
ข.

ค.



จ.

(000)



ก.

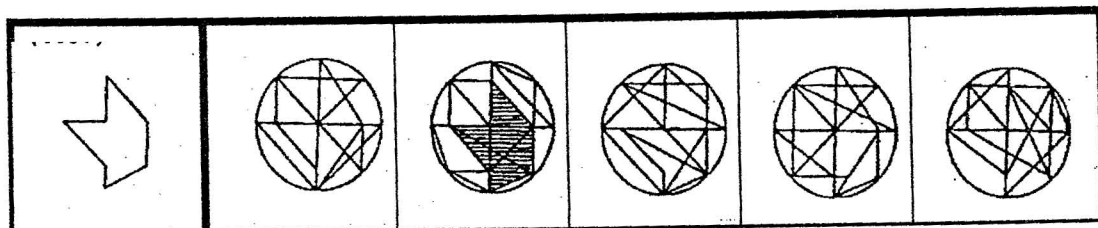
ข.

ค.

ง.



(0000)



ก.

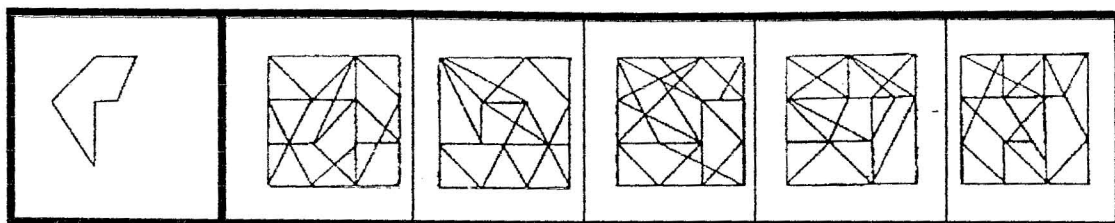


ค.

ง.

จ.

1.



ก.

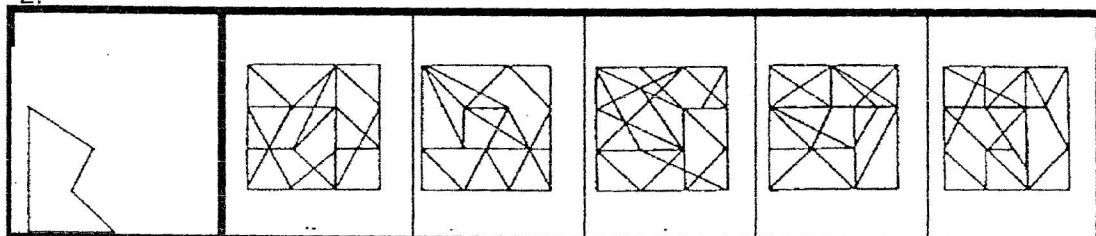
ข.

ค.

ง.

จ.

2.



ก.

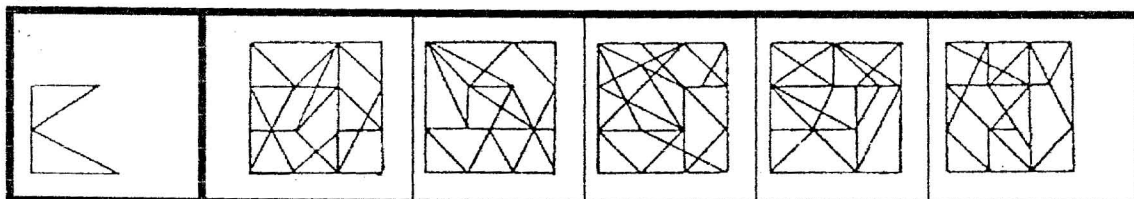
ข.

ค.

ง.

จ.

3.



ก.

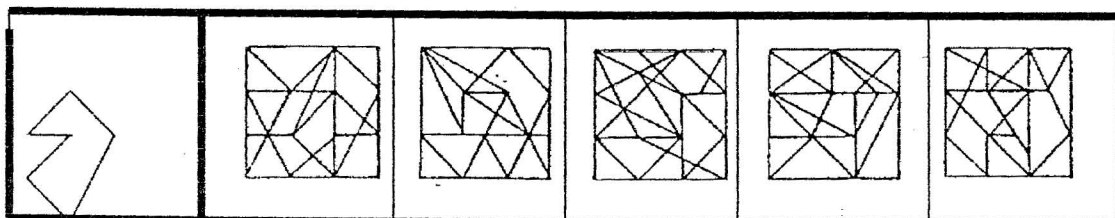
ข.

ค.

ง.

จ.

4.



ก.

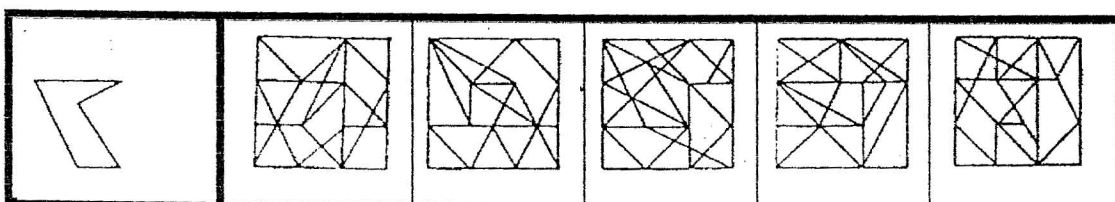
ข.

ค.

ง.

จ.

5.



ก.

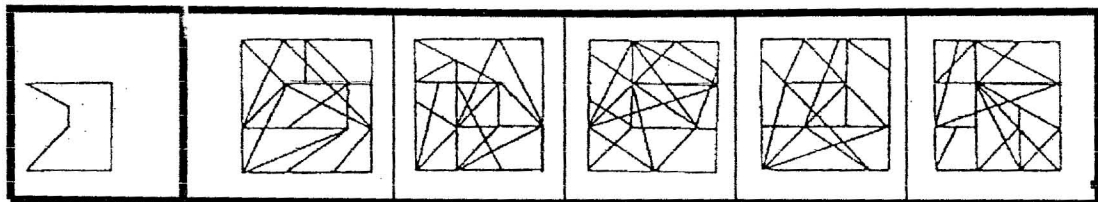
ข.

ค.

ง.

จ.

6.



ก.

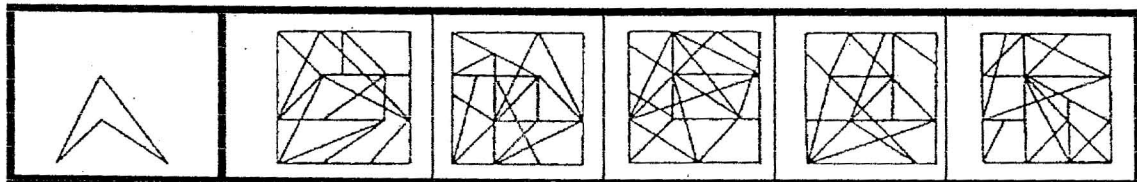
ข.

ค.

ง.

จ.

7.



ก.

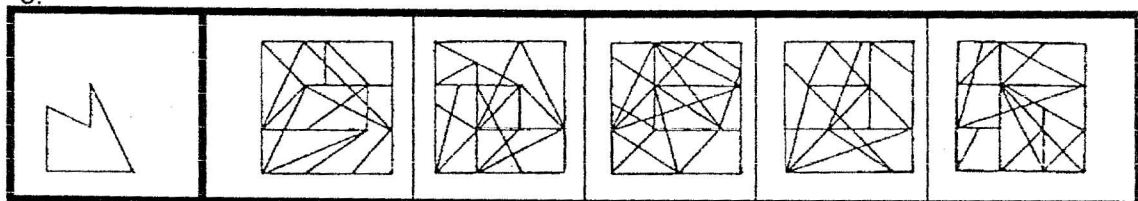
ข.

ค.

ง.

จ.

8.



ก.

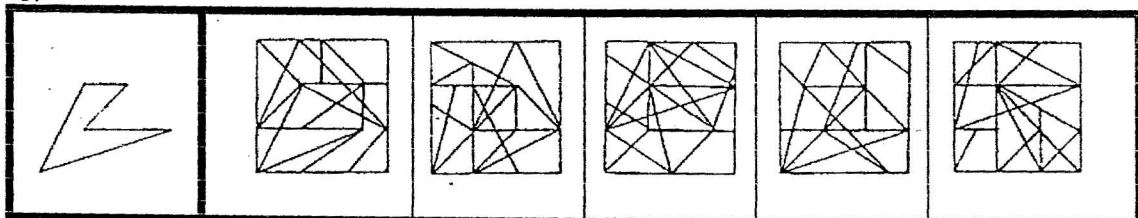
ข.

ค.

ง.

จ.

9.



ก.

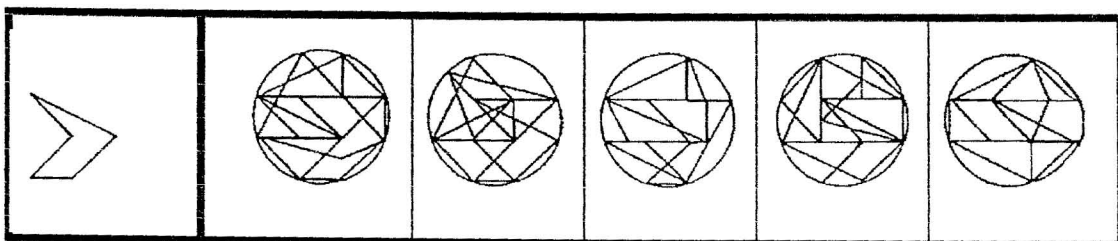
ข.

ค.

ง.

จ.

10.



ก.

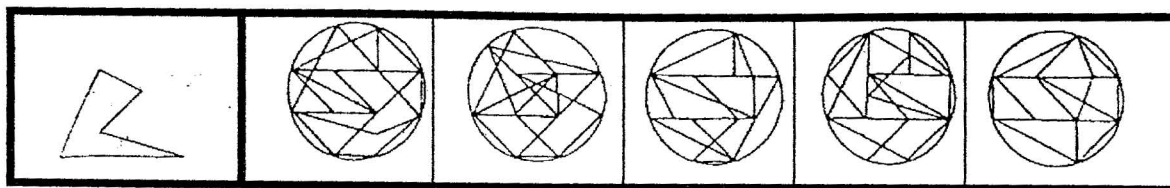
ข.

ค.

ง.

จ.

11.



ก.

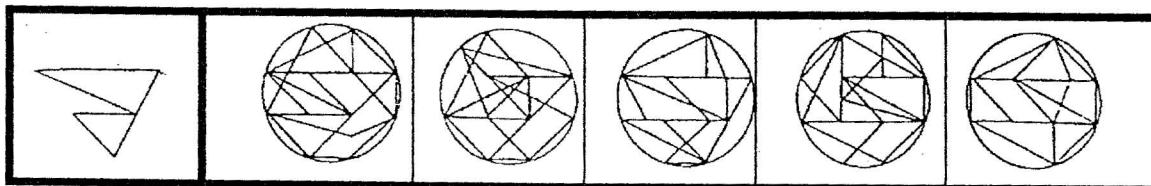
ข.

ค.

ง.

จ.

12.



ก.

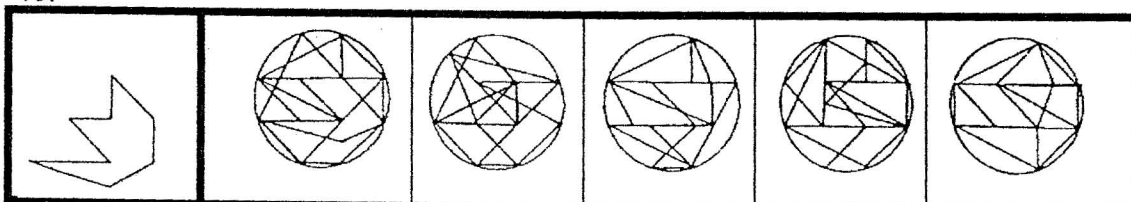
ข.

ค.

ง.

จ.

13.



ก.

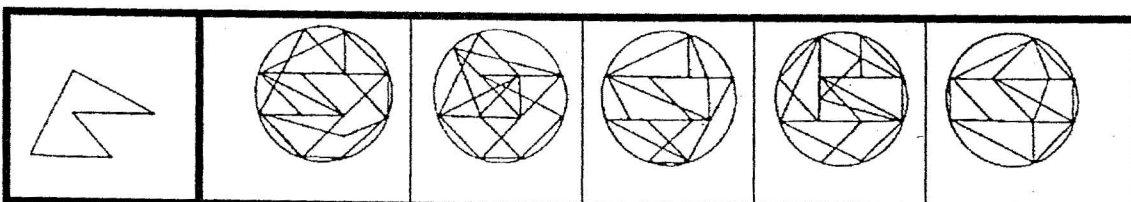
ข.

ค.

ง.

จ.

14.



ก.

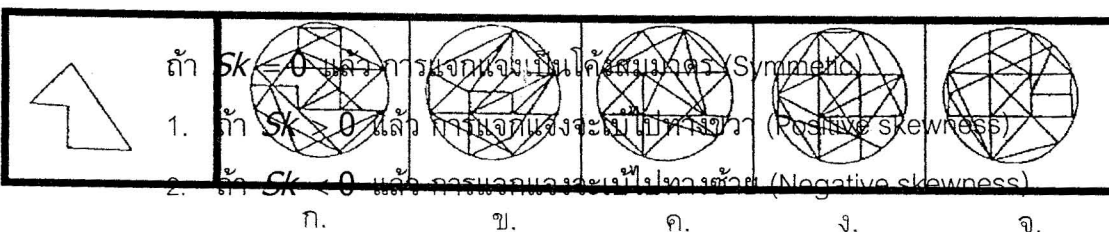
ข.

ค.

ง.

จ.

15.

ถ้า $Sk = 0$ แล้ว การแจกแจงเป็นได้สมมาตร (Symmetric)1. ถ้า $Sk > 0$ แล้ว การแจกแจงจะมีไปทางขวา (Positive skewness)2. ถ้า $Sk < 0$ แล้ว การแจกแจงจะมีไปทางซ้าย (Negative skewness)

ก.

ข.

ค.

ง.

จ.

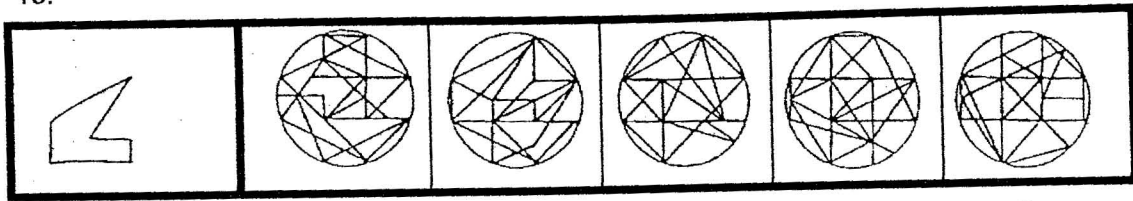
การวัดความโด่ง (Measure of Kurtosis)

การแจกแจงข้อมูลถึงแม้จะมีลักษณะเป็นสมมาตร

ถ้าข้อมูลต่างกันแล้วจะมีความ

โด่งของโค้งต่างกัน คือ

16.



ก.

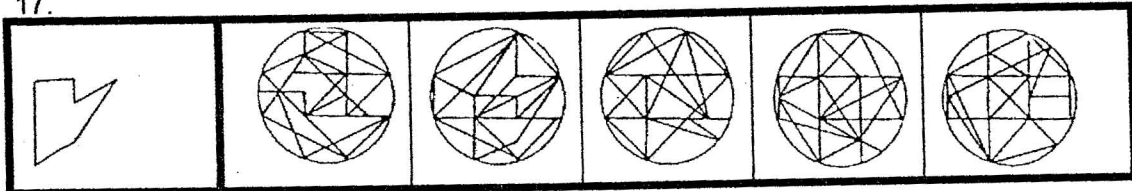
ข.

ค.

ง.

จ.

17.



ก.

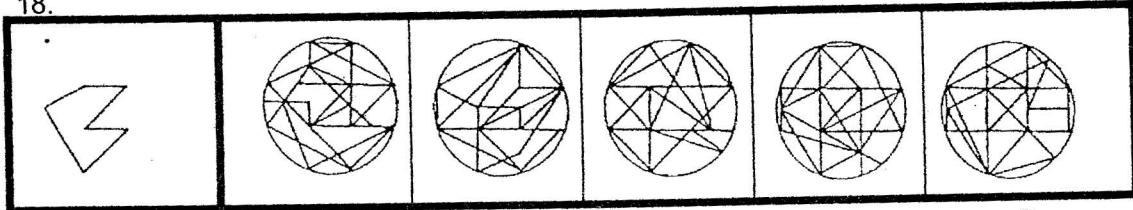
ข.

ค.

ง.

จ.

18.



ก.

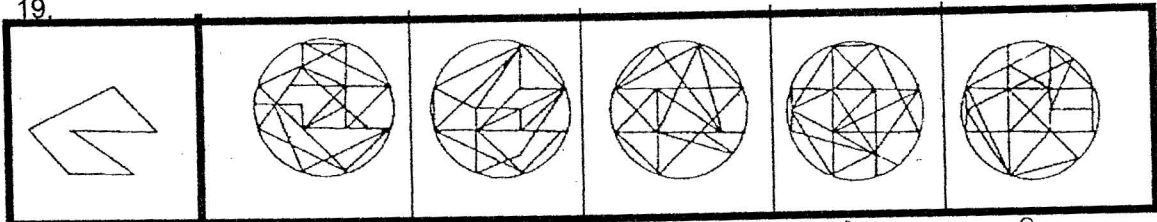
ข.

ค.

ง.

จ.

19.



ก.

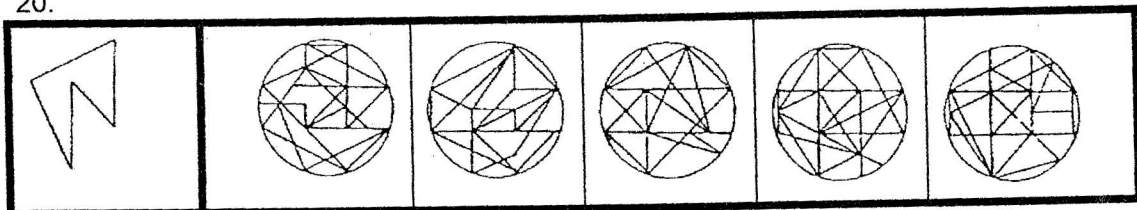
ข.

ค.

ง.

จ.

20.



ก.

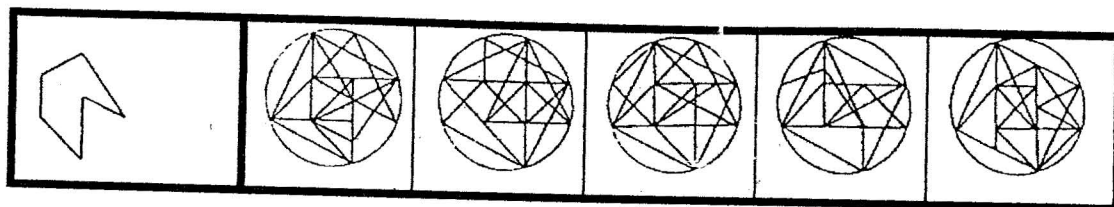
ข.

ค.

ง.

จ.

21.



ก.

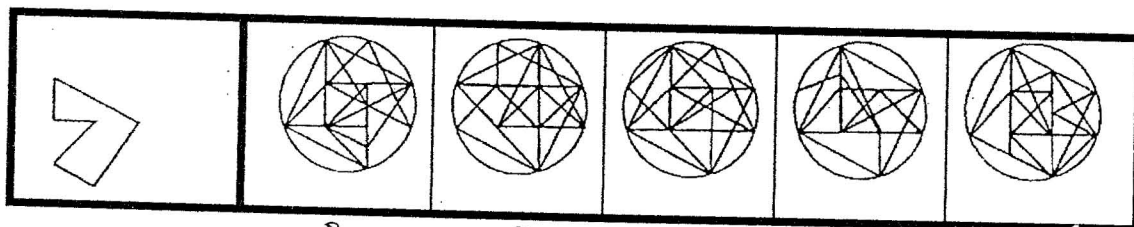
ข.

ค.

ง.

จ.

22.



ก.

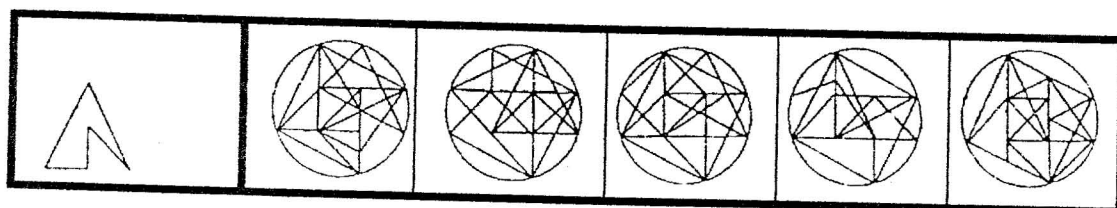
ข.

ค.

ง.

จ.

23.



ก.

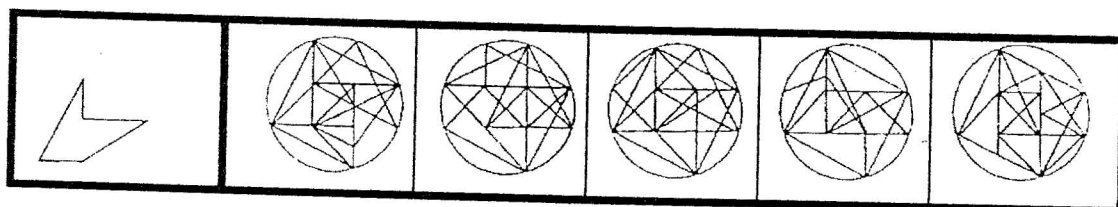
ข.

ค.

ง.

จ.

24.



ก.

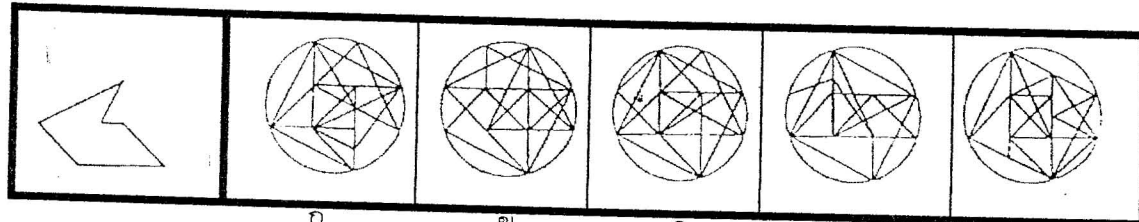
ข.

ค.

ง.

จ.

25.



ก.

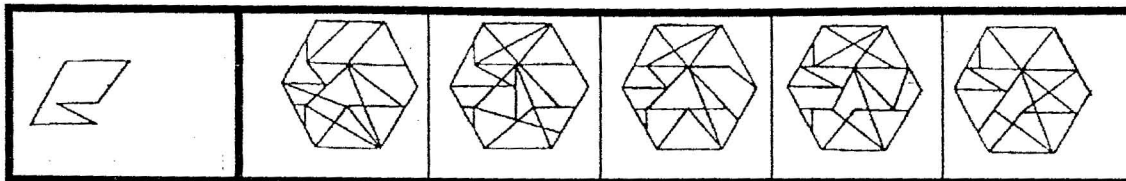
ข.

ค.

ง.

จ.

26.



ก.

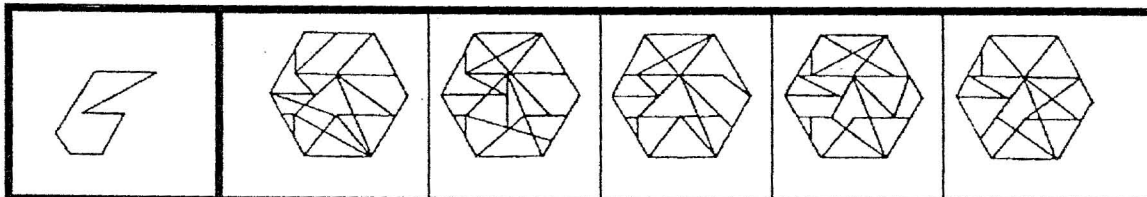
ข.

ค.

ง.

จ.

27.



ก.

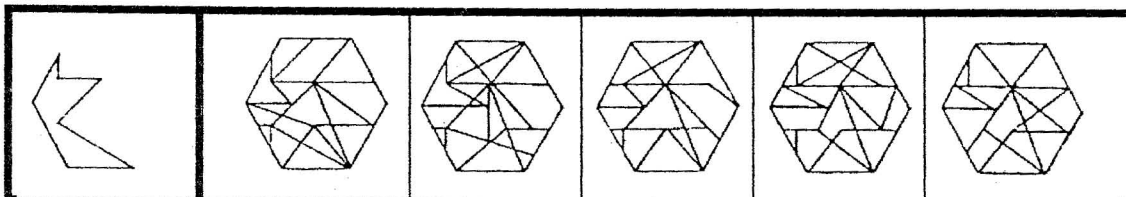
ข.

ค.

ง.

จ.

28.



ก.

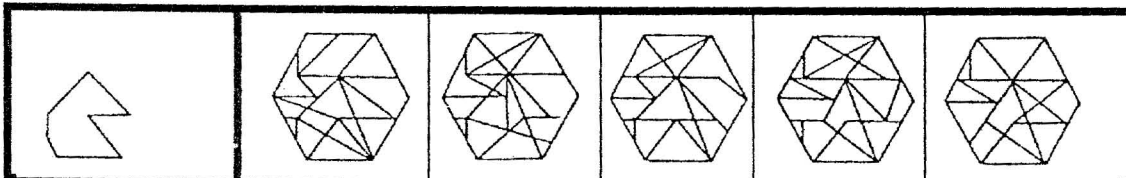
ข.

ค.

ง.

จ.

29.



ก.

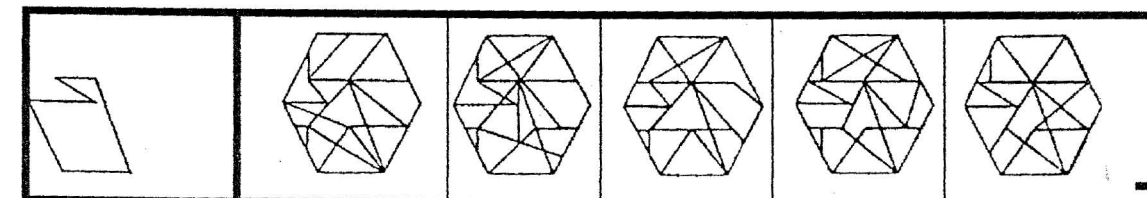
ข.

ค.

ง.

จ.

30.



ก.

ข.

ค.

ง.

จ.

ภาคผนวก ง

- ผลการทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ

ตาราง 33 ผลการทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ

กลุ่มที่	Asymp. Sig. (2-tailed)	กลุ่มที่	Asymp. Sig. (2-tailed)
1	.777	6	.823
2	.749	7	.872
3	.879	8	.818
4	.748	9	.707
5	.714	10	.710

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวศิริพร กิตติสุภาพ
วันเดือนปีเกิด	6 เมษายน 2519
สถานที่เกิด	เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1681 ถนนริมทางรถไฟเก่า คลองตัน คลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนศรีวิกรม์
พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม
พ.ศ. 2540	บช.บ. (การตลาด) จากมหาวิทยาลัยกรุงเทพ
พ.ศ. 2544	กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร