หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อตกลงสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยทำการทดลองใช้โปรแกรมทั้งสี่โปรแกรม วิเคราะห์สถิติประเภทต่าง ๆ ทั้ง 11 ประเภท ประกอบการศึกษาด้วยคู่มือการใช้โปรแกรมพบข้อจำกัดบางประการอันส่งผลต่อการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยนี้ดังต่อไปนี้

1. จากตารางที่ 3.12 ทำให้ทราบว่าโปรแกรม SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่สามารถใช้สำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาได้เลย

2. โปรแกรม Statpro ไม่สามารถใช้สำหรับการวิเคราะห์สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ในกรณีที่มีหน่วยตัวอย่างมาก (680 หน่วยตัวอย่าง) เท่านั้น

3. ในการวิเคราะห์ด้วยการเขียนกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่าโปรแกรม SYSTAT และ Statpro ไม่ให้ผลลัพธ์ย่อยใด ๆ ที่เป็นค่าตัวเลย นอกเหนือไปจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยไม่มีข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ความแม่นยำของผลที่ได้

ด้วยข้อพบต่าง ๆ ข้างต้น ทำให้มีการแก้ไขเนื้อหาของการวิเคราะห์ข้อมูลบางส่วนจากที่เสนอไว้แล้วในบทที่ 1 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สำหรับการวิเคราะห์ความแม่นยำของผลที่ได้ ในกรณีที่มีหน่วยตัวอย่างมาก จะพิจารณาผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถิติ 1 2 3 5 6 7 8 9 และในกรณีที่มีหน่วยตัวอย่างปานกลาง และมีหน่วยตัวอย่างน้อย จะพิจารณาผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถิติ 1 2 3 5 6 7 8 9 10

2. สำหรับการวิเคราะห์เวลาและความพยายาม เพื่อการวิเคราะห์สถิติของทุกโปรแกรม จะพิจารณาจากการวิเคราะห์สถิติ 1 ถึง สถิติ 10

4.2 การวิเคราะห์ความสามารถสำหรับการวิเคราะห์สถิติ

การวิเคราะห์นี้จะทำภายใต้สมมติฐานที่ว่า

H_o : ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของแต่ละโปรแกรมไม่แตกต่างกัน

H_A : ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตกต่างกัน

โดยการพิจารณาเครื่องหมาย (X) จากตารางที่ 3.2-3.12 ในบทของการนำเสนอข้อมูล ด้วยการนับเครื่องหมายดังกล่าว 1 ครั้ง เป็น 1 หน่วยความสามารถ พร้อมกับจัดอันดับของโปรแกรมตามหน่วยความสามารถที่ได้ โดยการพิจารณาในแต่ละประเภทของการวิเคราะห์สถิติว่าโปรแกรมใดมีหน่วยความสามารถสูงสุดจัดเป็นอันดับที่ 1 โปรแกรมใดมีหน่วยความสามารถรองลงมา จัดเป็นอันดับที่ 2 3 4 ตามลำดับ ดังที่แสดงผลในตารางที่ 4.1

ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรของการทดสอบด้วยวิธีฟรีดแมน ดังที่อธิบายในบทที่ 1 แล้ว จะได้ว่า F มีค่า 11.2364 และพิจารณาค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจจากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 3 ($X^2_{3,0.05} = 7.815$) พบว่า ค่าสถิติ F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o ซึ่งจะหมายความว่า มีโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรม ที่มีความสามารถของการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบรายคู่หรือทีละ 2 โปรแกรม ด้วยวิธีทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test) ตามที่เสนอไว้แล้วในบทที่ 1 โดยใช้รายละเอียดประกอบการทดสอบจากตารางที่ 4.2 คือ การนับเครื่องหมายบวกให้เป็นค่า X และผลรวมของเครื่องหมายบวกและลบเป็นค่า N ซึ่งผลการเปรียบเทียบของโปรแกรมแต่ละคู่มีรายละเอียดดังนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 10 และ X = 5 โดยมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจดังที่เสนอใน 1.7.4 ซึ่งในที่นี้คือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่าโปรแกรม SAS on PC DOS และโปรแกรม SPSS/PC + มีความสามารถไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมรุ่นที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงหน่วยความสามารถของการวิเคราะห์สถิติ และการจัดลำดับของแต่ละโปรแกรม

โปรแกรมสำเร็จรูป / ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ	SPSS/PC +		SAS on PC DOS		SYSTAT		Statpro	
	หน่วย	ลำดับ	หน่วย	ลำดับ	หน่วย	ลำดับ	หน่วย	ลำดับ
สถิติ 1	20	3	24	2	34	4	26	1
สถิติ 2	38	1	37	2	34	4	19	3
สถิติ 3	9	4	11	1	10	2.5	10	2.5
สถิติ 4	10	1	7	2	3	4	5	3
สถิติ 5	50	1	49	2	34	3	29	4
สถิติ 6	33	2	35	1	31	3	14	4
สถิติ 7	10	1	9	2	8	3	6	4
สถิติ 8	27	2	32	1	12	3	7	4
สถิติ 9	34	2	35	1	14	4	16	3
สถิติ 10	22	1	14	2	7	4	9	3
สถิติ 11	0	3.5	0	3.5	7	2	10	1
ผลรวมลำดับ (R_j)		21.5		19.5		36.5		32.5

ตารางที่ 4.2 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่อง ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติ

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ										
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10	สถิติ 11
(1) SAS on PC DOS และ SPSS/PC+ โดยมีสมมติฐาน H_0: ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติของโปรแกรม SAS on PC DOS และ SPSS/PC+ ไม่แตกต่างกัน H_A: ความสามารถดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่า SPSS/PC+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	0
(2) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติของโปรแกรม	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ										
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10	สถิติ 11
SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความสามารถดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่า SYSTAT (3) SAS on PC DOS และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติของโปรแกรม SAS on PC DOS และ Statpro ไม่แตกต่างกัน	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ										
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10	สถิติ 11
(4) H_A: ความสามารถดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่า Statpro SPSS/PC+ และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติของโปรแกรม SPSS/PC+ และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความสามารถดังกล่าวของ SPSS/PC+ สูงกว่า SYSTAT	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ										
	สถิต 1	สถิต 2	สถิต 3	สถิต 4	สถิต 5	สถิต 6	สถิต 7	สถิต 8	สถิต 9	สถิต 10	สถิต 11
(5) SPSS/PC+ และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติของโปรแกรม SPSS/PC+ และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความสามารถดังกล่าวของ SPSS/PC+ สูงกว่า Statpro	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-
(6) SYSTAT และ Statpro โดยมีสมมติฐาน	-	-	0	-	+	+	+	+	-	-	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ										
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10	สถิติ 11
H_0: ความสามารถของการวิเคราะห์สถิติของโปรแกรม SYSTAT และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความสามารถดังกล่าวของ SYSTAT สูงกว่า Statpro											

ข. จาก (2) ได้ $N = 11, X = 10$ โดยมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า โปรแกรม SAS on PC DOS มีความสามารถสูงกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ $N = 11$ และ $X = 9$ โดยมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า โปรแกรม SAS on PC DOS มีความสามารถสูงกว่า Statpro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ง. จาก (4) ได้ $N = 11$ และ $X = 9$ โดยมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า โปรแกรม SPSS/PC + มีความสามารถสูงกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

จ. จาก (5) ได้ $N = 11$ และ $X = 8$ โดยมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า โปรแกรม SPSS/PC + และโปรแกรม Statpro มีความสามารถไม่แตกต่างกันเฉพาะโปรแกรมรุ่นที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ฉ. จาก (6) ได้ $N = 10$ และ $X = 4$ โดยมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า โปรแกรม SYSTAT และโปรแกรม Statpro มีความสามารถไม่แตกต่างกันเฉพาะโปรแกรมรุ่นที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

4.3 การวิเคราะห์ความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติ

จะพิจารณาความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติกับข้อมูล 2 ลักษณะ ดังมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.3.1 กรณีข้อมูลตัวอย่างทั่วไป

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของผลที่ได้ ภายใต้สมมติฐานที่ว่า

H_o : ความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกัน ของแต่ละโปรแกรมไม่แตกต่างกัน

H_A : ความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกัน ของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตกต่างกัน

โดยมีวิธีการกำหนดหน่วยความแม่นยำ ของผลลัพธ์จากการวิเคราะห์สถิติแต่ละประเภท ซึ่งโปรแกรมทั้ง 4 และโปรแกรมที่ให้ผลสำหรับการเปรียบเทียบทำได้ตรงกัน ดังที่อธิบายไว้ในบทที่ 1 และในการวิจัยนี้ใช้ผลลัพธ์จากโปรแกรม SPSS^X สำหรับเปรียบเทียบความแม่นยำ กับผลจากโปรแกรมทั้ง 4

แต่ละประเภทของการวิเคราะห์สถิติ จะมีการพิจารณาว่า โปรแกรมใดมีหน่วยความแม่นยำสูงสุด จัดเป็นอันดับ 1 โปรแกรมใดที่มีหน่วยความแม่นยำรองลงมาจัดเป็นอันดับถัดมาตามลำดับ

ซึ่งการวิเคราะห์ความแม่นยำข้างต้น จะพิจารณาในทุกกรณีดังต่อไปนี้

1. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก และ
   - 1.1 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง
   - 1.2 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง
   - 1.3 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ
2. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลาง และ
   - 2.1 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง
   - 2.2 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง
   - 2.3 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ
3. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อย และ
   - 3.1 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง
   - 3.2 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง
   - 3.3 ค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ

โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ในแต่ละกรณีดังนี้

1. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก และค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำ และการจัดลำดับสำหรับผลสัมฤทธิ์ที่ได้ในตารางที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรของการทดสอบด้วยวิธีฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 9.75 และได้ค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจ จากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 3 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o ซึ่งหมายความว่าความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรม โดยการทดสอบเครื่องหมายโดยใช้รายละเอียดจากตารางที่ 4.5 และมีผลการเปรียบเทียบของโปรแกรมแต่ละคู่ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. จาก (1) ได้ $N = 8$, $X = 6$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + และ SAS on PC DOS มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ ไม่แตกต่างกัน เฉพาะรุ่นของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ $N = 8$, $X = 7$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + มีความแม่นยำในการวิเคราะห์ผลสูงกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ $N = 8$, $X = 7$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + มีความแม่นยำในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ สูงกว่า Statproอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ง. จาก (4) ได้ $N = 8$, $X = 6$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงหน่วยความแม่นยำของทุกโปรแกรม เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก

โปรแกรมสำเร็จรูป / ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ	ระดับค่าของข้อมูล											
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก				เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง				เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ			
	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
สถิติ 1	166	121	135	109	93	83	86	80	17	21	25	24
สถิติ 2	64	47	38	48	64	47	38	48	64	47	38	48
สถิติ 3	81	84	69	71	251	242	149	140	80	82	69	72
สถิติ 5	15	10	0	12	19	12	13	11	15	11	13	7
สถิติ 6	24	16	12	21	24	17	12	16	16	16	12	22
สถิติ 7	20	33	26	29	20	33	26	29	20	33	26	29
สถิติ 8	34	22	27	29	34	30	27	29	34	24	27	29
สถิติ 9	60	38	35	47	60	39	34	47	60	30	35	47

ตารางที่ 4.4 แสดงลำดับหน่วยความแม่นยำของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก

โปรแกรมสำเร็จรูป / ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ	ระดับค่าของข้อมูล											
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก				เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง				เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ			
	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
สถิติ 1	1	3	2	4	1	3	2	4	4	3	1	2
สถิติ 2	1	3	4	2	1	3	4	2	1	3	4	2
สถิติ 3	2	1	4	3	1	2	3	4	2	1	4	3
สถิติ 5	1	3	4	2	1	3	2	4	1	3	2	4
สถิติ 6	1	3	4	2	1	2	4	3	2.5	2.5	4	1
สถิติ 7	4	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3	2
สถิติ 8	1	4	3	2	1	2	4	3	1	4	3	2
สถิติ 9	1	3	4	2	1	3	4	2	1	4	3	2
ผลรวมลำดับในแต่ละคอลัมน์	12	21	28	19	11	19	26	24	16.5	21.5	24	18

ตารางที่ 4.5 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก และค่าของข้อมูลอยู่ในระดับมาก

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ							
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_0 : ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A : ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC + สูงกว่าของโปรแกรม SAS on PC DOS	+	+	-	+	+	-	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC+ และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	+	+	+	+	+	-	+	+
(3) SPSS/PC+ และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก	+	+	+		+	-	+	+

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ							
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9
SPSS/PC+ และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPCC/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม Statpro								
(4) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	+	+	+	+	-	+
(5) SAS on PC DOS และ Statpro โดยมีสมมติฐาน	+	-	+	-	-	+	-	-

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ							
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9
H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SAS on PC DOS และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม Statpro								
(6) SYSTAT และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SYSTAT และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ Statpro สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	+	+	+	+	+	+

จ. จาก (5) ได้ N = 8, X = 3 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ Statpro มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ฉ. จาก (6) ได้ N = 8 , X = 7 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า Statpro มีความแม่นยำในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ สูงกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

2. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมากและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง</u>

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำ และการจัดลำดับสำหรับผลลัพธ์ที่ได้ในตารางที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรของการทดสอบด้วยวิธีฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 10.05 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจ อันได้จากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ = 3 พบว่า มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า ความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกัน ของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรม โดยการทดสอบเครื่องหมายและใช้รายละเอียดจากตารางที่ 4.6 ซึ่งมีผลการเปรียบเทียบของโปรแกรมแต่ละคู่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 8, X = 7 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติสูงกว่า SAS on PC DOS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในกรณีวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 8, X = 7 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติสูงกว่า Statpro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ N = 8, X = 7 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC +

ตารางที่ 4.6 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก และค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ							
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_0 : ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A : ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC + สูงกว่าของโปรแกรม SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	-	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC+ และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	+	+	+	+	+	-	+	+
(3) SPSS/PC+ และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก	+	+	+	+	+	-	+	+

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ							
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9
SPSS/PC+ และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPCC/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม Statpro								
(4) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	+	-	+	+	+	+
(5) SAS on PC DOS และ Statpro โดยมีสมมติฐาน	+	-	+	+	+	+	+	-

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ							
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9
H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SAS on PC DOS และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม Statpro (6) SYSTAT และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SYSTAT และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ Statpro สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	-	-	+	+	+	+

มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติสูงกว่า Statpro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ง. จาก (4) ได้ N = 8, X = 6 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOSและ SYSTAT มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

จ. จาก (5) ได้ N = 8, X = 6 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ Statpro มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ฉ. จาก (6) ได้ N = 8, X = 5 และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SYSTAT และ Statpro มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

3. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก และค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ</u>

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำ และการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.3 และ 4.4 เมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรการทดสอบด้วยวิธีฟรีดแมน จะได้ F มีค่า 2.5875 โดยมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจจากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ = 3 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่าความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมทั้ง 4 ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

4. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง</u>

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำ และการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.7และ 4.8 เมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ F มีค่า 7.833 โดยมีค่าวกฤตสำหรับการตัดสินใจจากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ = 3 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่าความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตก

ตารางที่ 4.7 แสดงหน่วยความแม่นยำของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลาง

โปรแกรมสำเร็จรูป / ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ	ระดับค่าของข้อมูล											
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก				เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง				เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ			
	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
สถิติ 1	157	114	135	112	89	84	86	82	27	27	14	23
สถิติ 2	70	48	36	54	70	48	36	54	70	48	36	54
สถิติ 3	69	77	73	74	238	231	222	153	67	78	72	74
สถิติ 5	15	11	0	13	15	11	16	13	15	10	7	14
สถิติ 6	30	13	13	19	30	15	13	15	9	14	13	15
สถิติ 7	20	31	26	16	20	31	26	18	20	31	26	21
สถิติ 8	39	13	24	35	39	26	24	35	39	24	24	35
สถิติ 9	60	8	36	45	60	9	39	45	60	10	32	45
สถิติ 10	12	6	4	9	12	6	4	10	12	6	4	8

ตารางที่ 4.8 แสดงลำดับหน่วยความแม่นยำของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลาง

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ / โปรแกรมสำเร็จรูป	ระดับค่าของข้อมูล											
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก				เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง				เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ			
	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
สถิติ 1	1	3	2	4	1	3	2	4	1.5	1.5	4	3
สถิติ 2	1	3	4	2	1	3	4	2	1	3	4	2
สถิติ 3	4	1	3	2	1	2	3	4	4	1	3	2
สถิติ 5	1	3	4	2	2	4	1	3	1	3	4	2
สถิติ 6	1	3.5	3.5	2	1	2.5	4	2.5	4	2	3	1
สถิติ 7	3	1	2	4	3	1	2	4	4	1	2	3
สถิติ 8	1	4	3	2	1	3	4	2	1	3.5	3.5	2
สถิติ 9	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2
สถิติ 10	1	3	4	2	1	3	4	2	1	3	4	2
ผลรวมลำดับในแต่ละคอลัมภ์	14	25.5	28.5	22	12	25.5	27	25.5	18.5	22	30.5	19

ต่างกัน จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรม ด้วยวิธีทดสอบเครื่องหมาย ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 4.9 และมีผลการเปรียบเทียบของโปรแกรมแต่ละคู่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. จาก (1) ได้ $N = 9, X = 7$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + และ SAS on PC DOS มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ $N = 9, X = 7$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + และ SYSTAT มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ $N = 9, X = 8$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC + มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติสูงกว่า Statpro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ง. จาก (4) ได้ $N = 8, X = 5$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

จ. จาก (5) ได้ $N = 9, X = 3$ แดะมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ Statpro มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ฉ. จาก (6) ได้ $N = 9, X = 7$ และมีค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SYSTAT และ Statpro มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกันเฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ								
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_0 : ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A : ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC + สูงกว่าของโปรแกรม SAS on PC DOS	+	+	-	+	+	-	+	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC+ และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	+	+	-	+	+	-	+	+	+
(3) SPSS/PC+ และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก	+	+	-	+	+	+	+	+	+

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ								
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
SPSS/PC+ และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPCC/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม Statpro									
(4) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	+	+	0	+	-	-	+
(5) SAS on PC DOS และ Statpro โดยมีสมมติฐาน	+	-	+	-	-	+	-	-	-

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ								
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SAS on PC DOS และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม Statpro									
(6) SYSTAT และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SYSTAT และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ Statpro สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	+	+	+	-	+	+	+

5. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำและการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.7 และ 4.8 เมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ F มีค่า 9.90 โดยมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจจากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ = 3 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า ความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตกต่างกันจึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรม ด้วยวิธีทดสอบเครื่องหมาย ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.10 และผลการเปรียบเทียบของโปรแกรมแต่ละคู่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 9, X = 8 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติ สูงกว่า SAS on PC DOS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 9, X = 7 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ และ SYSTAT มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์สถิติ ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ N = 9, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.09} = 8$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ มีความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติสูงกว่า Statpro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ง. จาก (4) ได้ N = 9, X = 6 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 8$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

จ. จาก (5) ได้ N = 8, X = 3 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ Statpro มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลาง และค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ								
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_0 : ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A : ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC + สูงกว่าของโปรแกรม SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	-	+	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SPSS/PC+ และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPSS/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	+	+	+	-	+	-	+	+	+
(3) SPSS/PC+ และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ								
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
SPSS/PC+ และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SPCC/PC+ สูงกว่าของโปรแกรม Statpro									
(4) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จาก SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	+	-	+	+	+	-	+
(5) SAS on PC DOS และ Statpro โดยมีสมมติฐาน	+	-	+	-	0	+	-	-	-

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ								
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SAS on PC DOS และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ SAS on PC DOS สูงกว่าของโปรแกรม Statpro									
(6) SYSTAT และ Statpro โดยมีสมมติฐาน H_0: ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SYSTAT และ Statpro ไม่แตกต่างกัน H_A: ความแม่นยำดังกล่าวของ Statpro สูงกว่าของโปรแกรม SYSTAT	-	+	-	-	+	-	+	+	+

ฉ. จาก (6) ได้ $N = 9, X = 5$ และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 7$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SYSTAT และ Statpro มีความแม่นยำของผลการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

6. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของ ข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำ และการจัดลำดับดังในตาราง 4.7 และ 4.8 เมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ F มีค่า 6.167 โดยมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจจากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ 3 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า ความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมทั้ง 4 ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

7. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำและการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.11 และ 4.12 เมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ F มีค่า 4.033 โดยมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจจากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ = 3 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่าความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมทั้ง 4 ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

8. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำและการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.11 และ 4.12 เมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ F มีค่า 4.833 โดยมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจจากค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ = 3 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่าความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมทั้ง 4 ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงหน่วยความแม่นยำของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อย

โปรแกรมสำเร็จรูป / ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ	ระดับค่าของข้อมูล											
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก				เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง				เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ			
	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
สถิติ 1	117	73	81	94	63	53	56	58	15	14	24	15
สถิติ 2	69	47	38	47	69	47	38	47	69	47	38	47
สถิติ 3	75	79	79	80	264	255	244	193	75	80	78	81
สถิติ 5	5	4	0	11	4	3	4	7	3	4	5	5
สถิติ 6	19	13	9	15	19	16	9	16	15	15	9	14
สถิติ 7	21	31	26	16	21	31	26	16	21	31	26	16
สถิติ 8	30	12	20	28	30	26	20	28	30	24	20	28
สถิติ 9	17	40	33	23	17	43	35	23	17	42	34	23
สถิติ 10	17	7	8	14	17	7	8	15	17	7	8	16

ตารางที่ 4.12 แสดงลำดับหน่วยความแม่นยำของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อย

โปรแกรมสำเร็จรูป / ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ	ระดับค่าของข้อมูล											
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก				เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง				เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ			
	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro	SPSS/ PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
สถิติ 1	1	4	3	2	1	4	3	2	2.5	4	1	2.5
สถิติ 2	1	2.5	4	2.5	1	2.5	4	2.5	1	2.5	4	2.5
สถิติ 3	4	2.5	2.5	1	1	2	3	4	4	2	3	1
สถิติ 5	2	3	4	1	3.5	2	3.5	1	4	3	1.5	1.5
สถิติ 6	1	3	4	2	1	2.5	4	2.5	1.5	1.5	4	3
สถิติ 7	3	1	2	4	3	1	2	4	3	1	2	4
สถิติ 8	1	4	3	2	1	3	4	2	1	3	4	2
สถิติ 9	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
สถิติ 10	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	3
ผลรวมลำดับในแต่ละคอลัมน์	18	25	27.5	19.5	16.5	22	28.5	23	22	22	24.5	21.5

9. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ

ได้แสดงจำนวนหน่วยความแม่นยำและการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.11 และ 4.12 เมื่อแทนค่าที่ได้จากตารางในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ F มีค่า 0.366 เมื่อเปรียบกับค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจ คือ ค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีองศาของความอิสระ = 3 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o ซึ่งแสดงว่า ความแม่นยำของผลจากการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมทั้ง 4 ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

4.3.2 กรณีข้อมูลเพื่อการทดสอบโดยเฉพาะ

เป็นการใช้ข้อมูลที่มีผู้เสนอไว้แล้ว สำหรับใช้ในการตรวจสอบความสามารถของโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่นี้ประกอบด้วยข้อมูล 3 ชุดคือ

1. ข้อมูลแวมเพลอร์ สำหรับตรวจสอบความสามารถของโปรแกรมในเรื่องของการวิเคราะห์ความถดถอย เมื่อข้อมูลมีลักษณะดังนี้

Y	X_1	X_2
200,000	1. 00001	0.99999
600,000	2. 00001	1.99999
400,000	1. 99999	2.00000
400,000	0. 99999	1.00001

เมื่อใช้โปรแกรมทั้งสี่ทำการวิเคราะห์ประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละตัวแปร เปรียบกับผลอันถูกต้องที่แวมเพลอร์เสนอไว้ดังในตารางที่ 4.13 จะเห็นว่า ผลจากโปรแกรม SYSTAT ให้ค่าใกล้เคียงกับผลที่แวมเพลอร์เสนอไว้มากที่สุด แต่ในบางส่วนของผลจากโปรแกรม SAS on PC DOS มีข้อความเพื่อบอกถึงลักษณะข้อมูลว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันสูง เป็นปัญหา Multicolinearity และผลการประมาณค่าที่ได้อาจไม่ถูกต้อง ผู้ใช้ผลดังกล่าวควรระวังไว้ ซึ่งลักษณะข้อความดังกล่าวจะไม่พบในผลที่ได้จาก SPSS/PC +, SYSTAT และ Statpro

2. ข้อมูลลาเพล ใช้สำหรับตรวจสอบความสามารถของโปรแกรมในการคำนวนค่าความแปรปรวน เมื่อข้อมูลมีขนาด 1,000 หน่วยตัวอย่าง และค่าของข้อมูลแต่ละตัวจะมีลักษณะเป็นค่าบวก, ลบ สลับกันทั้ง 1,000 หน่วย จำนวน 5 ชุด ดังรายละเอียดในตาราง 4.14

และแสดงผลที่ได้ของแต่ละโปรแกรมดังในตาราง 4.15 จะเห็นว่า

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลแวมเพลอร์

ค่าที่เสนอไว้	ค่าที่ได้จากโปรแกรม			
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
100,000	100,000.00012	100,000	100,000.000	100,000
100,000.0071	0	200,000	100,000.018	100,000
99,999.99286	199,999.99992	0	99,999,982	99,999.9

ตาราง 4.14 แสดงลักษณะของข้อมูลลาเพล

ลำดับตัวอย่าง	ค่าของข้อมูล				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5
1	100	1,000	3,000	10,000	30,000
2	-100	-1,000	-3,000	-10,000	-30,000
3	100	1,000	3,000	10,000	30,000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1,000	-100	-1,000	-3,000	-10,000	-30,000

ตารางที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลลาเพล

ข้อมูล	ค่าความแปรปรวนที่ได้จากโปรแกรม			
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
ชุดที่ 1	10,010.010	10,010.01	10,010.010	*
ชุดที่ 2	1,001,001.001	1,001,001	1,001,001.001	*
ชุดที่ 3	9,009,009.009	9,009,009	9,009,009.009	*
ชุดที่ 4	100,100,100.10	1.001 E 08	0.100,100 E 08	*
ชุดที่ 5	900,900,900.90	9.009 E 08	0.900,901 E 09	*

* ไม่สามารถคำนวนเนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูล

ค่าที่ได้จากโปรแกรม SPSS/PC +, SAS on PC DOS, SYSTAT ใกล้เคียงกันมาก ในขณะที่ไม่สามารถใช้ข้อมูลชุดดังกล่าวทดลอบเช่นเดียวกันนี้กับโปรแกรม Statpro เนื่องจากโปรแกรม Statpro สามารถรับข้อมูลสูงสุดได้ประมาณ 680 หน่วยตัวอย่างเท่านั้น

3. ข้อมูลลองเลย์ใช้สำหรับตรวจสอบความสามารถของโปรแกรมในการวิเคราะห์ความถดถอย ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6
60323.00	83.00	234289.0	2356.00	1590.00	107608.0	1947.00
61122.00	88.50	259426.0	2325.00	1456.00	108632.0	1948.00
60171.00	88.20	258054.0	3682.00	1616.00	109773.0	1949.00
61187.00	89.50	284599.0	3351.00	1650.00	110929.0	1950.00
63221.00	96.20	328975.0	2099.00	3099.00	112075.0	1951.00
63639.00	98.10	346999.0	1932.00	3594.00	113270.0	1952.00
64989.00	99.00	365385.0	1870.00	3547.00	115094.0	1953.00
63761.00	100.00	363112.0	3578.00	3350.00	116219.0	1954.00
66019.00	101.20	397469.0	2904.00	3048.00	117388.0	1955.00
67857.00	104.60	419180.0	2822.00	2857.00	117734.0	1956.00
68169.00	108.40	442769.0	2936.00	2798.00	120445.0	1957.00
66513.00	110.80	444546.0	4681.00	2637.00	121950.0	1958.00
68655.00	112.60	482704.0	3813.00	2552.00	123366.0	1959.00
69564.00	114.20	502601.0	3931.00	2514.00	125368.0	1960.00
69331.00	115.70	518173.0	4806.00	2572.00	127852.0	1961.00
70551.00	116.90	554894.0	4007.00	2827.00	130081.0	1962.00

เมื่อใช้โปรแกรมทั้งสี่ทำการวิเคราะห์ประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละตัวแปรเปรียบกับผลอันถูกต้องที่ลองเลย์เล่นอไว้ ดังในตารางที่ 4.16 จะเห็นว่า ผลจากการวิเคราะห์ด้วยโรปกรมทั้ง 4 ไม่สอดคล้องกับผลที่ลองเลย์เล่นอไว้ ซึ่งถ้ายึดผลที่ลองเลย์เล่นอไว้ว่าถูกต้องจะแสดงว่าไม่มีโปรแกรมใดใน 4 โปรแกรมนี้ที่มีความแม่นยำพอเพียงสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยข้อมูลลองเลย์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีปัญหา (Ill-Conditioned Data) เนื่องจากตัวแปรอิสระที่ใช้ในสมการถดถอย มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ในอันที่จะทำให้ปัญหา Multicolinearity มีความรุนแรงมากขึ้น

ตารางที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความถดถอยของข้อมูลลองเลย์

$\hat{\beta}_i$	ค่าที่เสนอไว้	ค่าที่ได้จากโปรแกรม				
		SPSS[X]	SPSS/PC+	SAS on PC DOS	SYSTAT	Statpro
$\hat{\beta}_0$	-3,482,258.633	-1,828,915.738	-1,828,915.738	103997	-2,987,419.449	-2,987,420
$\hat{\beta}_1$	15.06187227	-7.282712	-7.28271	-75.325222	-19.787	-19.7872
$\hat{\beta}_2$	-0.03581917	0	0	0.081532	-0.012	-0.0120
$\hat{\beta}_3$	-2.02022980	-1.473419	-1.47342	-0.237044	-1.668	-1.6684
$\hat{\beta}_4$	-1.03322686	-0.768061	-0.76806	-0.546057	-0.965	-0.9652
$\hat{\beta}_5$	-0.05110410	0	0	-0.515078	-0.203	-0.2031
$\hat{\beta}_6$	1829.15146461	972.975408	972.97541	0	1581.516	1581.5162

และเป็นที่น่าสังเกตว่า ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความถดถอยดังกล่าวที่ได้จากโปรแกรม SYSTAT และ Statpro ใกล้เคียงกันมาก ในขณะที่ผลจากโปรแกรม SPSS/PC+ และ SAS on PC DOS ให้ค่าแตกต่างกันออกไป และเมื่อใช้ $SPSS^X$ ทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกัน ซึ่งจะได้ผลดังที่แสดงไว้ในตาราง 4.16 แล้วนั้น จะเป็นการสนับสนุนได้ว่าโปรแกรมทั้ง 4 ที่ใช้ในการวิจัยนี้ ไม่มีความแม่นยำ สำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยข้อมูลลองเลย์

4.4 การวิเคราะห์เวลาที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สถิติ

การวิเคราะห์นี้จะพิจารณาภายใต้สมมติฐาน ดังนี้

H_o : เวลาที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกัน ของแต่ละโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน

H_A : เวลาที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรม ที่แตกต่างกัน

โดยมีวิธีวัดเวลาดังกล่าวข้างต้น ของการวิเคราะห์ทางสถิติประเภทต่าง ๆ สำหรับโปรแกรมทั้ง 4 ดังที่อธิบายแล้วในบทที่ 1 ซึ่งในการวิเคราะห์สถิติแต่ละประเภทจะพิจารณาว่าโปรแกรมใดที่ใช้เวลาสำหรับการวิเคราะห์สิ้นที่สุด จัดเป็นอันดับ 1 โปรแกรมใดที่ใช้เวลาข้างต้นนานกว่า จัดเป็นอันดับถัดมาตามลำดับ และการวิเคราะห์เวลาข้างต้น จะพิจารณาในทุกกรณีเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ความแม่นยำ โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ในแต่ละกรณี ดังนี้

1. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมากและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ และการจัดลำดับ ดังในตารางที่ 4.17 และ 4.18 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 8.60 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจ คือค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่ามากกว่า ค่าวิกฤตดังกล่าว จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรมโดยการทดสอบเครื่องหมาย ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.19 ซึ่งมีรายละเอียดของผลการเปรียบเทียบ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.17 แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของทุกโปรแกรม เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก

(หน่วยเป็นมาที)

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ / โปรแกรมสำเร็จรูป	ระดับค่าของข้อมูล								
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก			เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง			เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ		
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT
สถิต 1	0.017	0,555	0.504	0.008	0.606	0.519	0.008	0.550	0.635
สถิต 2	3.010	9.160	10.250	2.500	9.310	10.340	2.580	11.450	10.530
สถิต 3	0.059	1.463	1.047	0.056	1.137	1.297	0.055	1.051	1.022
สถิต 4	1.670	1.540	1.900	1.680	1.900	1.620	1.870	1.610	1.410
สถิต 5	3.090	8.220	7.180	2.450	9.730	7.530	2.570	8.53	8.390
สถิต 6	2.090	4.520	8.230	2.010	4.360	7.220	2.210	4.510	7.220
สถิต 7	4.450	3.340	3.460	4.250	3.210	3.190	4.300	3.430	3.250
สถิต 8	15.01	5.280	5.440	14.400	5.130	5.160	14.550	5.310	5.460
สถิต 9	0.580	10.450	12.590	0.580	10.380	12.130	0.580	10.270	13.020
สถิต 10	0.171	0.892	1.040	0.167	0.887	1.380	0.169	0.888	1.540

ตารางที่ 4.18 แสดงอันดับเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างมาก

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ \ โปรแกรมสำเร็จรูป	ระดับค่าของข้อมูล								
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก			เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง			เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ		
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT
สถิติ 1	1	3	2	1	3	2	1	2	3
สถิติ 2	1	2	3	1	3	2	1	3	2
สถิติ 3	1	2	3	1	2	3	1	3	2
สถิติ 4	2	1	3	2	3	1	3	2	1
สถิติ 5	1	3	2	1	3	2	1	3	2
สถิติ 6	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 7	2	1	3	3	2	1	3	2	1
สถิติ 8	3	2	1	3	1	2	3	1	2
สถิติ 9	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 10	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ผลรวม (R_j)	14	19	27	15	22	23	16	22	22

ตารางที่ 4.19 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องของเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมากและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_o: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าเวลาของ SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าของ SYSTAT										
(3) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SAS on PC DOS สั้นกว่าของ SYSTAT	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+

ก. จาก (1) ได้ N = 10, X = 7 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ และ SAS on PC DOS ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X > X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติสั้นกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ N = 10, X = 8 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

2. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมากและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง</u>

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติและการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.17 และ 4.18 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 3.80 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจคือ ค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ 2 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของแต่ละโปรแกรมไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

3. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมากและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ</u>

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ และการจัดอันดับดังในตารางที่ 4.17 และ 4.18 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 2.40 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจคือ ค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของแต่ละโปรแกรมไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

4. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง</u>

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ และการจัดอันดับดังในตารางที่ 4.20 และ 4.21 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 8.60 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจคือ ค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ องศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญของสถิติที่ระดับ

ตารางที่ 4.20 แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของทุกโปรแกรม เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลาง

(หน่วยเป็นนาที)

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ / โปรแกรมสำเร็จรูป	ระดับค่าของข้อมูล								
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก			เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง			เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ		
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT
สถิติ 1	0.008	0.376	0.474	0.005	0.375	0.45	0.006	0.376	0.319
สถิติ 2	5.51	8.48	9.31	5.38	8.41	9.24	5.42	9.52	8.14
สถิติ 3	0.029	1.134	0.788	0.034	0.997	0.922	0.033	0.897	0.712
สถิติ 4	0.450	0.582	0.537	0.396	0.589	0.631	0.982	0.696	0.785
สถิติ 5	1.44	3.57	6.42	1.38	3.53	7.36	1.46	3.53	8.47
สถิติ 6	1.37	3.79	4.39	1.29	3.56	5.43	1.33	4.02	5.41
สถิติ 7	4.25	2.42	2.37	4.10	1.59	2.34	4.12	2.06	2.34
สถิติ 8	3.849	3.29	4.02	5.260	3.14	4.07	5.480	3.19	4.19
สถิติ 9	0.42	6.01	6.38	0.42	5.53	6.12	0.42	5.51	6.19
สถิติ 10	0.100	0.667	0.752	0.096	0.659	0.708	0.098	0.659	0.637

ตารางที่ 4.21 แสดงอันดับเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลาง

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ / โปรแกรมสำเร็จรูป	ระดับค่าของข้อมูล								
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก			เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง			เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ		
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT
สถิติ 1	1	2	3	1	2	3	1	3	2
สถิติ 2	1	2	3	1	2	3	1	3	2
สถิติ 3	1	3	2	1	3	2	1	3	2
สถิติ 4	1	3	2	1	22	3	3	1	2
สถิติ 5	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 6	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 7	3	2	1	3	1	2	3	1	2
สถิติ 8	2	1	3	3	1	1	3	1	3
สถิติ 9	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 10	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ผลรวม (R_j)	13	21	26	14	19	27	16	21	23

0.05 จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรมโดยการทดสอบเครื่องหมาย ดังผลที่ได้ในตารางที่ 4.22 ซึ่งมีรายละเอียดของการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 10, X = 8 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ และ SAS on PC DOS ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติสั้นกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ N = 10, X = 8 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

5. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง</u>

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติและการจัดอันดับ ดังในตารางที่ 4.20 และ 4.21 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมนจะได้ว่า F มีค่า 8.60 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจ คือ ค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรมโดยการทดสอบเครื่องหมาย ดังผลที่แสดงในตารางที่ 4.23 และมีรายละเอียดของการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 10, X = 8 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ และ SAS on PC DOS ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 10, X = 8 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ และ SYSTAT เป็นโปรแกรมที่ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ 4.22 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายอ่โปรแกรมในเรื่องของเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_o: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าเวลาของ SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิต									
	สถิต 1	สถิต 2	สถิต 3	สถิต 4	สถิต 5	สถิต 6	สถิต 7	สถิต 8	สถิต 9	สถิต 10
H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าของ SYSTAT										
(3) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SAS on PC DOS สั้นกว่าของ SYSTAT	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+

ตารางที่ 4.23 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องของเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_O: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าเวลาของ SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าของ SYSTAT										
(3) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SAS on PC DOS สั้นกว่าของ SYSTAT	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+

ค. จาก (3) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติสั้นกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

6. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างปานกลางและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ</u>

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ และการจัดอันดับดังในตารางที่ 4.20 และ 4.21 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 2.60 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจคือ ค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของแต่ละโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

7. <u>เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง</u>

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ และการจัดอันดับดังในตารางที่ 4.24 และ 4.25 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 10.40 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจ คือ ค่าไคว์สแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2โปรแกรมที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรม โดยการทดสอบเครื่องหมาย ดังผลที่ได้ในตารางที่ 4.26 อันมีรายละเอียดของการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติ สั้นกว่า SAS on PC DOS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 10, X =9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติ สั้นกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ 4.24 แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของทุกโปรแกรม เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อย

(หน่วยเป็นมาที)

โปรแกรมสำเร็จรูป / ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ	ระดับค่าของข้อมูล								
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก			เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง			เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ		
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT
สถิติ 1	0.009	0.373	0.309	0.002	0.374	0.408	0.001	0.373	0.302
สถิติ 2	5.030	6.570	9.400	5.000	7.030	9.070	4.580	6.460	9.140
สถิติ 3	0.017	0.767	0.315	0.018	0.533	0.508	0.016	0.583	0.297
สถิติ 4	1.621	1.917	1.900	1.648	1.984	1.927	1.072	1.028	1.101
สถิติ 5	0.067	3.320	6.020	0.534	2.220	6.560	0.453	2.560	7.440
สถิติ 6	1.220	3.570	5.550	1.001	3.420	5.460	1.120	3.560	5.020
สถิติ 7	3.500	1.290	2.040	3.100	1.300	1.440	3.240	1.300	1.200
สถิติ 8	0.520	2.253	3.430	0.470	2.210	3.070	0.540	2.220	3.470
สถิติ 9	0.400	2.150	3.010	0.400	2.090	2.590	0.400	2.110	2.400
สถิติ 10	0.340	0.267	0.377	0.033	0.257	0.302	0.034	0.259	0.284

ตารางที่ 4.25 แสดงอันดับเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของทุกโปรแกรมเมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อย

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ / โปรแกรมสำเร็จรูป	ระดับค่าของข้อมูล								
	เมื่อข้อมูลมีค่ามาก			เมื่อข้อมูลมีค่าปานกลาง			เมื่อข้อมูลมีค่าต่ำ		
	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT	SPSS/PC +	SAS on PC DOS	SYSTAT
สถิติ 1	1	3	2	1	2	3	1	3	2
สถิติ 2	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 3	1	3	2	1	3	2	1	3	2
สถิติ 4	1	3	2	1	3	2	1	2	3
สถิติ 5	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 6	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 7	3	1	2	3	1	2	3	2	1
สถิติ 8	1	2	3	1	2	3	1	2	3
สถิติ 9	1	2	3	1	22	3	1	2	3
สถิติ 10	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ผลรวม (R_j)	12	22	26	12	21	27	12	22	26

ตารางที่ 4.26 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องของเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับสูง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
1 SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_o: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าเวลาของ SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
2 SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าของ SYSTAT										
3 SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SAS on PC DOS สั้นกว่าของ SYSTAT	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+

ค. จาก (3) ได้ N = 10, X = 7 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

8. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ และการจัดลำดับดังในตารางที่ 4.24 และ 4.25 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมน จะได้ว่า F มีค่า 11.40 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจ คือค่าไควสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ องศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่าเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรม อย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรม โดยการทดสอบเครื่องหมาย ดังผลที่แสดงในตารางที่ 4.27 และรายละเอียดของผลการเปรียบเทียบ มีดังนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติ สั้นกว่า SAS on PC DOS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติ สั้นกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ N = 10, X = 7 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

9. เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ

ได้แสดงเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ และการจัดลำดับ ดังในตารางที่ 4.24 และ 4.25 ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้ในสูตรการทดสอบของฟรีดแมนจะได้ F มีค่า 10.40 และมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจคือ ค่าไควสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 2 พบว่า F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตดังกล่าวจึงปฏิเสธ สมมติฐาน H_o แสดงว่า เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.27 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายคู่โปรแกรมในเรื่องของเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์
เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_O: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าเวลาของ SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าของ SYSTAT										
(3) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SAS on PC DOS สั้นกว่าของ SYSTAT	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+

ทางสถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงทำการทดสอบทีละ 2 โปรแกรม โดยการทดสอบเครื่องหมาย ดังผลที่แสดงในตารางที่ 4.28 และรายละเอียดของผลการเปรียบเทียบ มีดังนี้

ก. จาก (1) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจ คือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติ สั้นกว่า SAS on PC DOS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ข. จาก (2) ได้ N = 10, X = 9 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X \geq X_{.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_o แสดงว่า SPSS/PC+ ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติ สั้นกว่า SYSTAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

ค. จาก (3) ได้ N = 10, X = 8 และค่าวิกฤตของการตัดสินใจคือ $X_{.05} = 9$ พบว่า $X < X_{.05}$ จึงยอมรับสมมติฐาน H_o แสดงว่า SAS on PC DOS และ SYSTAT ใช้เวลาเพื่อการวิเคราะห์สถิติไม่แตกต่างกัน เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยนี้

4.5 การวิเคราะห์ความพยายามเพื่อการวิเคราะห์สถิติ

จากแนวคิดของวิธีวัดความพยายามเพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับแต่ละโปรแกรม โดยใช้จำนวนคีย์สโตรคในการสร้างคำสั่ง หรือเลือกเมนู เพื่อทำการวิเคราะห์ ทั้งนี้เพราะจำนวนคีย์สโตรคที่มาก ซึ่งแสดงว่า ผู้ใช้ต้องเตรียมคำสั่งอันมีส่วนประกอบมาก หรือต้องเลือกเมนูหลายครั้ง จะหมายถึงว่าสำหรับการวิเคราะห์ประเภทนั้นผู้ใช้ต้องใช้ความสามารถหรือความพยายามสูงจึงจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้สำเร็จ

ดังนั้นในการวิจัยจึงพิจารณาหน่วยความพยายามจากจำนวนคีย์สโตรคในการเตรียมคำสั่งหรือเลือกเมนู เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกันมากที่สุดของทุก ๆ โปรแกรม และพิจารณาว่าโปรแกรมใดมีหน่วยความพยายามสูงสุดจัดเป็นอันดับหนึ่ง โปรแกรมใดมีหน่วยความพยายามรองลงมาจัดเป็นอันดับถัดมาตามลำดับ ดังที่แสดงผลในตารางที่ 4.29 ทั้งนี้เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า

H_o : ความพยายามเพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของแต่ละโปรแกรมไม่แตกต่างกัน

H_A : ความพยายามเพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของโปรแกรมอย่างน้อย 2 โปรแกรมแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.28 แสดงการให้เครื่องหมาย เพื่อทดสอบรายชื่อโปรแกรมในเรื่องของเวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ เมื่อมีจำนวนตัวอย่างน้อยและค่าของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำ

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
(1) SPSS/PC + และ SAS on PC DOS โดยมีสมมติฐาน H_o: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SAS on PC DOS ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าเวลาของ SAS on PC DOS	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
(2) SPSS/PC + และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	การวิเคราะห์สถิติ									
	สถิติ 1	สถิติ 2	สถิติ 3	สถิติ 4	สถิติ 5	สถิติ 6	สถิติ 7	สถิติ 8	สถิติ 9	สถิติ 10
H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SPSS/PC + และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SPSS/PC+ สั้นกว่าของ SYSTAT										
(3) SAS on PC DOS และ SYSTAT โดยมีสมมติฐาน H_0: เวลาที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ของ SAS on PC DOS และ SYSTAT ไม่แตกต่างกัน H_A: เวลาที่ใช้ดังกล่าวของ SAS on PC DOS สั้นกว่าของ SYSTAT	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+

ตารางที่ 4.29 แสดงหน่วยความพยายามเพื่อการวิเคราะห์และการจัดลำดับของแต่ละโปรแกรม

ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ / โปรแกรมสำเร็จรูป	SPSS/PC +		SAS on PC DOS		SYSTAT		Statpro	
	หน่วย	ลำดับ	หน่วย	ลำดับ	หน่วย	ลำดับ	หน่วย	ลำดับ
สถิติ 1	51	3	87	1	80	2	42	1
สถิติ 2	171	3	184	2	290	1	44	4
สถิติ 3	21	3	48	1	16	4	30	2
สถิติ 4	20	4	37	2	25	3	54	1
สถิติ 5	68	1	54	2	50	4	51	3
สถิติ 6	68	4	187	1	155	2	121	3
สถิติ 7	112	1	68	3	94	2	33	4
สถิติ 8	65	2	63	3	94	1	42	4
สถิติ 9	45	3.5	68	2	71	1	45	3.5
สถิติ 10	32	3.5	49	2	32	3.5	60	1
ผลรวมลำดับ (R_j)		28		19		23.5		29.5

ซึ่งเมื่อแทนค่าที่ได้จากตาราง ในสูตรของการทดสอบด้วยวิธีฟรีดแมน ดังที่อธิบายในบทที่ที 1 แล้ว จะได้ว่า F มีค่า 4.05 โดยมีค่าวิกฤตสำหรับการตัดสินใจคือ ค่าไควสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาของความอิสระ = 3 ($X^2_{3,\ .05} = 7.815$) พบว่า ค่าสถิติ F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตดังกล่าว จึงยอมรับสมมติฐาน H_o ซึ่งจะหมายความว่า ความพยายามเพื่อการวิเคราะห์สถิติประเภทเดียวกันของแต่ละโปรแกรมไม่แตกต่างกัน