

สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอนแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลสรุปด้านความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ และลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช ของคราสส์ล แวลลิส ทั้งที่ใช้ค่าแก้มและไม่ใช้ค่าแก้ม ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้คือ

1. ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ (Normal Distribution)
2. จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม มีขนาดเท่ากันคือ (10, 10, 10), (15, 15, 15) และ (20, 20, 20)
3. ระดับการเข้าของค่าสังเกต 3 ระดับ คือ ประมาณร้อยละ 5 - 10, 11 - 20 และ 21 - 30 ตามลำดับ

แผนการทดลอง

ทดลองหาความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุและลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช เมื่อกำหนดระดับการเข้าของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ดังแผนการทดลองต่อไปนี้

T1T1T1

T2T2T2

T3T3T3

1. ทดลองหาความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Actual Type I Error) ของสถิติทดสอบ เอช ทั้ง 2 วิธี โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10, 10, 10), (15, 15, 15) และ (20, 20, 20) ระดับการเข้าแตกต่างกัน 3 ระดับ ทดลองทั้งสิ้น 18 กรณี

การนับค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ เอช ทั้ง 2 วิธี - จะใช้ค่า α เป็น 2 แบบ คือ $\alpha = .05$ และ $\alpha = .01$

แผนการทดลองนี้จะเล่นค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลองในกรณีต่าง ๆ ทั้งสิ้น 18 ค่าสำหรับ $\alpha = .05$ และอีก 18 ค่าสำหรับ $\alpha = .01$

2. ทดลองหาลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช เปรียบเทียบกับการกระจายตามทฤษฎี (Test Goodness of FIT) เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10, 10, 10), (15, 15, 15) และ (20, 20, 20) ระดับการซ้ำของค่าสังเกตแตกต่างกัน 3 ระดับ ทดลองทั้งสิ้น 9 กรณี โดยการทดสอบนัยสำคัญจะใช้ค่า $\alpha = .05$ และ $\alpha = .01$

3. ทดลองหาลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช เปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากันแต่ระดับการซ้ำแตกต่างกัน ทดลองทั้งสิ้น 3 กรณี โดยการทดสอบนัยสำคัญจะใช้ค่า $\alpha = .05$ และ $\alpha = .01$

วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชัน โดยแต่ละกรณีกำหนดให้คอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง 4,000 ครั้ง ในแต่ละครั้งกำหนดให้คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และนับจำนวนการเกิดนัยสำคัญของการทดสอบทั้ง 2 วิธี ตามอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ และหาความถี่ของค่า เอช เทล ในแต่ละช่วงของค่าคะแนนที่กำหนดไว้

โปรแกรมสำหรับการทดลองครั้งนี้ใช้ภาษาฟอร์แทรนโฟร์ (Fortran IV) โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ OS/VS1

สรุปผลการทดลอง

ผลสรุปของการทดลองครั้งนี้เล่นในรูปแบบของตาราง สรุปเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช้ค่าแก้ (H) และใช้ค่าแก้ (H*) โดยให้ τ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ เอช ที่ใช้ค่าแก้มและไม่ใช่ค่าแก้ม จำแนกตามความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

สถิติทดสอบ	อัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05									รวม	
	ควบคุมได้			ควบคุมไม่ได้						α = 1	α ≠ 1
	τ = α			τ > α			τ < α				
	n	(10,10,10)	(15,15,15)	(20,20,20)	(10,10,10)	(15,15,15)	(20,20,20)	(10,10,10)	(15,15,15)	(20,20,20)	
H	3	3	3	-	-	-	-	-	-	9	1
H*	3	3	3	-	-	-	-	-	-	9	1
สถิติทดสอบ	อัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .01									รวม	
	ควบคุมได้			ควบคุมไม่ได้						α = 1	α ≠ 1
	τ = α			τ > α			τ < α				
	n	(10,10,10)	(15,15,15)	(20,20,20)	(10,10,10)	(15,15,15)	(20,20,20)	(10,10,10)	(15,15,15)	(20,20,20)	
H	-	-	-	-	-	-	3	3	3	-	9
H*	-	-	-	-	-	-	3	3	3	-	9

τ อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

α อัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

ผลจากตารางสรุปผลการทดลองตารางที่ 9 ความสามารถในการควบคุม ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ เอช ที่ใช้ค่าแก๊ และไม่ใช้ค่าแก๊ จาก ผลการทดลองครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

1. สถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช้ค่าแก๊สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนตามกำหนด ได้ตามที่กำหนดได้ 9 กรณี ในการทดลองทั้งสิ้น 18 กรณี ควบคุมไม่ได้ 9 กรณี ความคลาดเคลื่อนที่ควบคุมไม่ได้ส่วนใหญ่เป็นประเภท $\tau < \alpha$

2. สถิติทดสอบ เอช ที่ใช้ค่าแก๊ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนตาม กำหนดได้ตามที่กำหนดได้ 9 กรณี ในการทดลองทั้งสิ้น 18 กรณี ควบคุมไม่ได้ 9 กรณี ความคลาดเคลื่อนที่ควบคุมไม่ได้ส่วนใหญ่เป็นประเภท $\tau < \alpha$

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช้ค่าแก๊ กับ ลักษณะการกระจายตามทฤษฎีและเปรียบเทียบกับลักษณะการกระจายภายในกลุ่มตัวอย่าง ขนาดเดียวกัน เมื่อมีระดับการซ้ำของค่าสังเกตแตกต่างกัน 3 ระดับ ซึ่งแสดงในตาราง ที่ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช่ค่าแก้ กับลักษณะการกระจายของไคสแคว์ตามทฤษฎี ด้วยการทดสอบสำรูปสันติด้วยไคสแคว์ (Chi-Square test of Goodness of Fit) และเปรียบเทียบกับการกระจายภายในกลุ่มตัวอย่างขนาดเดียวกัน ด้วยการทดสอบการแจกแจงด้วยไคสแคว์ (Chi-Square Test of Homogeneity of Distribution) ณ. ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05

การทดสอบสำรูปสันติ									
ระดับการซ้ำ (ร้อยละ)	n = (10,10,10)			n = (15,15,15)			n = (20,20,20)		
	H			H			H		
	χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α	
		.01	.05		.01	.05		.01	.05
5 - 10	49.72	n.s.	n.s.	62.79	n.s.	n.s.	62.93	n.s.	n.s.
11 - 20	51.06	n.s.	n.s.	50.87	n.s.	n.s.	59.37	n.s.	n.s.
21 - 30	64.03	n.s.	n.s.	45.86	n.s.	n.s.	52.25	n.s.	n.s.
การทดสอบการแจกแจง									
ระดับการซ้ำ (ร้อยละ)	n = (10,10,10)			n = (15,15,15)			n = (20,20,20)		
	H			H			H		
	χ^2	α		χ^2	α		χ^2	α	
		.01	.05		.01	.05		.01	.05
5-10,11-20 และ 21-30	58.10	n.s.	n.s.	43.03	n.s.	n.s.	19.93	n.s.	n.s.

หมายเหตุ n.s. หมายถึงผลการทดสอบไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ได้

ผลจากตารางสรุปผลตารางที่ 10

1. ผลจากการทดสอบสำหรับสถิติด้วยไคลส์แควร์ พบว่าลักษณะการกระจายของ เอช เทล ที่ไม่ใช่ค่าแก้ ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างและทุกระดับการซ้ำของค่าสังเกต ไม่แตกต่างจากการกระจายของไคลส์แควร์ตามทฤษฎี ไม่ว่าจะกำหนดระดับ $\alpha = .05$ หรือ $\alpha = .01$

2. ผลจากการทดสอบการแจกแจงด้วยไคลส์แควร์ พบว่าลักษณะการกระจายของ เอช เทล ที่ไม่ใช่ค่าแก้ ทุกระดับการซ้ำของค่าสังเกตภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน มีลักษณะการกระจายไม่แตกต่างกันทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ไม่ว่าจะกำหนดระดับ $\alpha = .05$ หรือ $\alpha = .01$

อภิปรายผล

Neyman (1950 : 265, (Cited by Derek Srisukho 1974 : 38) กล่าวว่า "..... เมื่อต้องการเลือกใช้สถิติทดสอบ เราต้องเริ่มด้วยการพิจารณาถึงความล้มเหลวในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (ซึ่งเป็นความผิดพลาดสำคัญมากที่สุดที่เราจะต้องหลีกเลี่ยง) แล้วจึงพิจารณาถึงความล้มเหลวในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ต่อไป โดยมีลำดับขั้นคือ ให้ความน่าจะเป็นที่ยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่เกิน α ที่กำหนดไว้....."

จากผลการทดลองดังปรากฏในผลสรุปของการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่าเมื่อข้อมูลอยู่ในมาตราสัดอันดับซึ่งมีการซ้ำของค่าสังเกตอยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 30 และใช้ค่ากึ่งกลางของอันดับแทนอันดับของค่าสังเกตที่เท่ากัน สถิติทดสอบ เอช ทั้งที่ใช่ค่าแก้ และไม่ใช่ค่าแก้ มีความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุได้เท่าเทียมกัน คือสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุในระดับ $\alpha = .05$ เท่านั้น ส่วนอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุในระดับ $\alpha = .01$ นั้นไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนั้นแล้วพบว่าลักษณะการกระจายของเอช เทล ที่ไม่ใช่ค่าแก้ ทุกขนาดของกลุ่มตัวอย่างและทุกระดับของการซ้ำ มีลักษณะการกระจายไม่แตกต่างกับการกระจายของไคลส์แควร์ ซึ่งสอดคล้องกับคราสคัลและแวลล์ (1952,

cite by Marascuilo 1977 : 300 - 303) ซึ่งได้ศึกษาว่าถึงแม้จะใช้ค่าแก้สำหรับการเข้าใน เอช เทล แล้วก็ตามลักษณะการกระจายของ เอช เทล ที่ใช้ค่าแก้นี้ก็ยังสามารถประมาณด้วยการกระจายไคล้แควีที่ขึ้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $k-1$ เช่นเดียวกับกับการกระจายของ เอช เทล ที่ไม่ใช้ค่าแก้ในกรณีที่ไม่มีการเข้าของค่าสังเกต เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 3 กลุ่ม และขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมากกว่า 15 นั่นคือผลจากการวิจัยครั้งนี้แสดงว่าระดับการเข้าของค่าสังเกตเกิดขึ้นร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 30 ของค่าสังเกตทั้งหมดลักษณะการกระจายของ เอช เทล ที่ไม่ใช้ค่าแก้ก็สามารถประมาณได้ด้วยการกระจายไคล้แควี ที่ขึ้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $k-1$ เช่นเดียวกัน และจากการวิจัยเพิ่มเติมพบว่าถึงแม้จะใช้ เอช เทล ที่ใช้ค่าแก้ในสถานการณ์เดียวกันนี้ก็ได้อัตราเช่นเดียวกันคือ ลักษณะการกระจายของ เอช เทล ที่ใช้ค่าแก้ไม่แตกต่างกับการกระจายไคล้แควี ที่ขึ้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $k-1$ ซึ่งแสดงในภาคผนวก ข.

นอกจากนั้นแล้วจากผลการทดลองพบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน แต่ระดับการเข้าของค่าสังเกตแตกต่างกัน 3 ระดับคือร้อยละ 5 - 10, 11 - 20 และ 21 - 30 ลักษณะการกระจายของ เอช เทล ทั้ง 3 ระดับการเข้าของค่าสังเกตไม่แตกต่างกันไม่ว่ากลุ่มตัวอย่างจะมีขนาดเท่ากับ 30, 45 หรือ 60 ก็ตาม ทั้งนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบเบื้องต้นคือลักษณะการกระจายของ เอช เทล ที่ไม่ใช้ค่าแก้ต่างก็มีลักษณะการกระจายประมาณด้วยการกระจายแบบไคล้แควี ซึ่งลักษณะการกระจายของไคล้แควีนี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนขึ้นแห่งความเป็นอิสระ ถ้าจำนวนขึ้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากันลักษณะโค้งของการกระจายก็ควรจะไม่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองทั้งนี้สอดคล้องกับที่คราสคัล และแวลลิส (Kruskal and Wallis, 1952 : 586 - 587) ได้ศึกษาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้สถิติทดสอบ เอช เมื่อมีการเข้าของค่าสังเกตเกิดขึ้นคือ ถ้ามีการเข้าของค่าสังเกตเกิดขึ้นระหว่างกลุ่มตัวอย่างไม่มากนักคือประมาณร้อยละ 25 ของค่าสังเกตก็อาจจะไม่จำเป็นต้องใช้ค่าแก้ (correction for tie) เพราะผลของการใช้ค่าแก้จะทำให้ค่าสถิติทดสอบ เอช เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และค่าความน่าจะเป็นของสถิติทดสอบ เอช จะเปลี่ยนแปลงไปไม่เกินร้อยละ 10 เท่านั้น

ดังนั้น เมื่อผู้วิจัยต้องการใช้สถิติทดสอบ เอช และข้อมูลมีการซ้ำเกิดขึ้นประมาณ ร้อยละ 5 - 10, 11 - 20, และ 21 - 30 แล้ว ผู้วิจัยสามารถที่จะเลือกใช้สถิติทดสอบ เอช ที่ใช้หรือไม่ใช้ค่าแก้ได้ทั้ง 2 ค่า เพราะการใช้หรือไม่ใช้ค่าแก้ไม่มีผลทำให้ความสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนั้นแล้วการใช้ค่าแก้ก็ไม่มีผลต่อการกระจายของสถิติทดสอบ เอช เช่นเดียวกันและมีความสะดวกในการคิดคำนวณลดภาระในการคำนวณไปขั้นตอนหนึ่งอีกด้วย ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีความสะดวกในการที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติที่เรียกว่า โปรแกรม STATISTICAL PACKAGE FOR SOCIAL SCIENCES ซึ่งทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้อง แม่นยำสูง อย่างไรก็ตามการคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์นี้เป็นเพียงเครื่องมืออย่างหนึ่งเท่านั้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องมีความรู้ในสถิติทดสอบที่ใช้พอสมควร เพื่อที่จะสามารถอ่านผลและตัดสินใจได้ สำหรับสัปรุทินสถิติทดสอบ เอช ของโปรแกรมสำเร็จรูปนี้จะแสดงผลทั้งที่ใช้ค่าแก้และไม่ใช้ค่าแก้ ต่อจากนั้นเป็นหน้าที่ของผู้วิจัยที่จะตัดสินใจเลือกใช้ค่าตัวใดให้เหมาะสม ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเหตุผลที่มีหลักฐานการศึกษาชัดเจน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนะแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

ก. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

1. สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประชากรซึ่งเป็นที่มาของกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่สามกลุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกัน เมื่อตัวแปรที่ศึกษามีลักษณะเป็นตัวแปรต่อเนื่อง มีระดับการวัดเพียงมาตราจัดอันดับ และมีการซ้ำของค่าสังเกตเกิดขึ้นประมาณไม่มากกว่าร้อยละ 30 ของค่าสังเกตทั้งหมด ผู้วิจัยเสนอว่าสามารถใช้สถิติทดสอบ เอช ทั้งที่มีค่าแก้ และไม่ใช้ค่าแก้ ค่าใดก็ได้ แต่ถ้าคำนวณด้วยมือคำนวณแบบไม่ใช้ค่าแก้จะสะดวกกว่า

2. การใช้สถิติทดสอบ เอช นั้น ถ้าการแจกแจงของประชากรมีลักษณะเป็นโค้งปกติและมีระดับการซ้ำอยู่ในระยะระหว่างร้อยละ 5 - 30 แล้วการระบุ $\alpha = .05$ จะควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type one error) ได้เท่ากับ .05 เท่าที่ระบุ

สถิติทดสอบ เอช ตามสถานการณ์ดังกล่าวแล้วนั้นถ้าระดับ $\alpha = .01$ แล้ว ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะต่ำกว่า .01 ทุกกรณีซึ่งจะเหมาะสำหรับการวิจัยที่ประสงค์จะใช้การทดสอบที่มีลักษณะเป็น Conservative แต่อย่างไรก็ตามการระบุ $\alpha = .01$ นั้นควรที่จะได้คำนึงถึงผลกระทบอันจะเกิดขึ้นกับความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ด้วย (Type II error) เพราะจะทำให้ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 เกิดขึ้นมากกว่าที่ควรจะเป็น

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาสถิติทดสอบกลุ่ม RANK TEST เกี่ยวกับการใช้ค่าแก้สำหรับความต่อเนื่อง (Correction for continuity) ภายใต้อ้อมมูลที่มีระดับการวัดเพียงมาตราจัดอันดับ
2. ควรศึกษาความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ เอช เมื่อประชากรที่มีการกระจายไม่เป็นการกระจายปกติและศึกษา เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย