

บทที่ 1

บทนำ



## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการวิจัยเพื่อหาผลสรุปโดยทั่วไป เมื่อผู้วิจัยต้องทดสอบสมมติฐานโดยวิธีทางสถิตินั้น วิธีการส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้วิจัยในการที่จะเลือกใช้สถิติใดที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งการเลือกใช้สถิติแต่ละวิธีก็มักจะมีข้อตกลงเฉพาะของวิธีนั้น ๆ นอกจากนี้ผู้วิจัยจะต้องมีความสามารถในการออกแบบการทดลอง และมีความเข้าใจในเรื่องที่จะศึกษาตลอดจนลักษณะข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อการสรุปผลของการตอบปัญหาการวิจัยได้ถูกต้องและสมเหตุสมผล แล้วยังต้องขึ้นอยู่กับเทคนิคในการวางแผนและการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นอันมาก

การวิจัยเชิงทดลองโดยเฉพาะในการศึกษาทางสังคมศาสตร์และจิตวิทยานั้น ส่วนมากมักจะเผชิญกับปัญหาในการใช้สถิติทดสอบ เนื่องจากลักษณะของข้อมูลที่หาได้ไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น (**assumptions**) ของสถิติตัวนั้น ซึ่งในกรณีเช่นนี้จะเกิดทางเลือกขึ้นมาว่าจะยังคงใช้สถิติตัวนั้นทดสอบโดยยอมฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้น หรือจะเลือกใช้วิธีการทดสอบแบบอื่นมาแทนอย่างเช่น การทดสอบทางนันทพารามेटริก (**Nonparametric**) หรือการทดสอบแบบอิสระบิซันฟรี (**Distribution Free Test**) ซึ่งสามารถจะนำมาใช้ทดสอบได้โดยไม่ต้องฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้น

๕ ในการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง สุ่มสองกลุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกัน (**Independent groups**) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในประชากรซึ่งเป็นที่มาของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เรามักจะเลือกใช้การทดสอบที่ (**t-test**) แบบที่ใช้ **pooled variance** เพื่อทำการทดสอบสมมติฐาน แต่จากข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบที่กำหนดว่าลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ (**normal distribution**) และความแปรปรวน (**variance**) ของประชากรทั้งสองกลุ่มต้องเท่ากัน โดยลักษณะของข้อมูลจัดอยู่ในมาตราอันตรภาค (**interval**) ขึ้นไป แต่ในสภาพการณ์โดยทั่วไป ข้อเท็จจริงอาจจะมิได้เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นข้อใดข้อหนึ่งซึ่งมักจะเป็นเรื่องของการแจกแจงของประชากร หรือเป็น

เรื่องของการแปรปรวนของประชากร และลักษณะของข้อมูลที่ได ในกรณีเช่นนี้จะเกิดทางเลือกขึ้น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ยังคงใช้การทดสอบที่ทดสอบสมมติฐาน

กรณีที่ 2 เลือกใช้สถิติทดสอบนันทาราเมตริก หรือสถิติทดสอบคิสครีบีชั้นฟรี ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่เข้มงวดเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงและความแปรปรวนของประชากร และใช้กับลักษณะข้อมูลที่เหมาะสม

กรณีที่ 1 ยังคงใช้การทดสอบที่ทดสอบสมมติฐาน

จากการศึกษาและวิจัย Hatch และ Posten (1966) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบความแรงของการทดสอบที่ภายใต้สภาพการณ์ของลักษณะการแจกแจงของประชากรไม่เป็นแบบปกติ (**non-normality**) และความไม่เท่ากันของความแปรปรวนของประชากร (**heterogeneity of variance**) สรุปผลได้ว่า การทดสอบที่มีความแรงแม้ว่าการกระจายและความแปรปรวนของประชากรไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบที่และภายใต้สภาพการณ์ของลักษณะการแจกแจงของประชากรไม่เป็นแบบปกติการทดสอบที่จะมีความแรงมากกว่าภายใต้สภาพการณ์ความไม่เท่ากันของความแปรปรวนของประชากร (**Sawat Pratoomraj, 1970: 16**)

Ramsey (1980: 337) กล่าวว่าภายใต้สภาพการณ์ความไม่เท่ากันของความแปรปรวนของประชากรการทดสอบที่ไม่ได้มีความแรงเสมอไปถึงแม้จะมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันก็ตาม Ramsey (1980: 346) ยังได้พิสูจน์ว่า เมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากันถึงแม้ว่าจะมีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นปกติ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันก็ตามไม่สามารถที่จะพิจารณาถึงความสมบูรณ์ของความแรงของการทดสอบที่ได้

กรณีที่ 2 เลือกใช้สถิติทดสอบนันทาราเมตริก หรือสถิติทดสอบคิสครีบีชั้นฟรี ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นเพียงแต่ลักษณะสมมาตรเท่านั้น

Lehman (1953: 23) กล่าวว่า "... เมื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบที่ใช้อันดับ (**rank tests**) ไม่น่าจะเปรียบเทียบกันในเรื่องไขว้ว่าการแจกแจงจะต้องมีลักษณะเป็นแบบปกติ ดังนั้นจึงควรจะศึกษาเปรียบเทียบโดยใช้เกณฑ์ของนันทาราเมตริก..."

Bradley (1978:108) กล่าวว่า ในการทดสอบความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

ของประชากร ซึ่งเป็นที่มาของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกัน มีวิธีการทดสอบในรูปแบบของคิสตรีบิชั่นฟรีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีการทดสอบใดจะมีอำนาจของการทดสอบสูงกว่ากัน ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะการแจกแจงของประชากร

ดังนั้นสถิติทดสอบนันทาราเมตริก หรือคิสตรีบิชั่นฟรีที่จะใช้แทนได้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน คือ คอลมอโกรอฟ สเมอรโนฟ เทส [Kolmogorov Smirnov Test (Kolmogorov, 1941)] หรือ เค-เอส เทส (K-S test)

เค-เอส เทส (Gibbons, 1971: 131) เป็นสถิติการทดสอบที่นำไปใช้ได้ง่าย กับลักษณะการแจกแจงที่แท้จริง (The exact distribution) ดังนั้นการทดสอบทางสถิติจะมีความไว (sensitive) เมื่อมีความแตกต่างระหว่างการกระจายของควมที่สะสม (the cumulation distribution functions) ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้น (Marascuilo 1977: 252) เพียงว่าตัวแปรเป็นชนิดต่อเนื่องและเป็นอิสระกันเท่านั้น

จากการศึกษาของ Dixon (1954) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเค-เอส เทส กับ แรงค์ ซัม เทส (rank sum test), มีเดียน เทส (median test) รันส์ เทส (runs test) และ ที เทส (t-test) แบบสองทาง ในกรณีที่ลักษณะเป็นแบบปกติ (normal shift alternatives) ผลปรากฏว่าคิสตรีบิชั่นฟรี (distribution-free) ทั้ง 4 วิธี มีอำนาจในการทดสอบสูงกว่าการทดสอบที่ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ซึ่งในการศึกษาแบบเปรียบเทียบนี้ใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 ประชากรมีลักษณะเป็นแบบปกติ ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.025 สรุปได้ว่า การทดสอบโดยใช้ลำดับ (rank test) มีอำนาจการทดสอบดีกว่า เค-เอส เทส ส่วนเค-เอส เทส จะมีอำนาจการทดสอบดีกว่า มีเดียน เทส

Klotz (1967) ได้ศึกษาการทดสอบที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งมีขนาดเท่ากัน โดยทำการเปรียบเทียบเค-เอส เทส (K-S test) กับ ที เทส (t-test) และ เอฟ เทส (F-test) เฉพาะลักษณะแบบปกติเท่านั้น ให้อำนาจของการทดสอบเป็นมาตรฐานจาก 0 ถึง 3 ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพของเค-เอส เทส สูงกว่า ที เทส ระหว่าง 0.63 และ 0.76 เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเล็ก แต่เอฟ เทส จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเค-เอส เทส

จากงานวิจัยของไปรมา (2526) ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลศึกษาเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบที , การทดสอบของวิลคอกซอน , การทดสอบเทอรี-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกออร์ และการทดสอบแวน เดอ แวร์เดน นอร์มอล-สกออร์ เมื่อกลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ แบบยูนิฟอร์ม และแบบโลจิสติก ซึ่งเป็นการแจกแจงแบบสมมาตร ได้ข้อสรุปว่า การทดสอบที่มีอำนาจของการทดสอบสูงที่สุดในการทดสอบทั้ง 4 วิธี เมื่อลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในมาตราอันดับ (interval scale) หรือมาตราอัตราส่วน (ratio scale) ส่วนการทดสอบของเทอรี-โฮฟฟ์ดิง นอร์มอล-สกออร์ และการทดสอบของแวน เดอ แวร์เดน นอร์มอล-สกออร์ มีอำนาจของการทดสอบเหนือกว่าการทดสอบของวิลคอกซอน เมื่อลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในรูปของอันดับ (rank)

ดังนั้นการใช้การทดสอบที่ทดสอบสมมติฐานจะต้องอาศัยข้อตกลงเบื้องต้นในเรื่องลักษณะการแจกแจงของประชากรต้องเป็นแบบปกติ และความแปรปรวนของประชากรต้องเท่ากัน การทดสอบที่จะมีอำนาจของการทดสอบสูง ถ้าการแจกแจงของประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นแบบปกติ ในทางตรงกันข้ามถ้าลักษณะการแจกแจงของประชากรไม่เป็นแบบปกติ อาจจะต้องใช้การทดสอบที่ทดสอบสมมติฐาน ซึ่งจะทำการทดสอบน้อยลงไป หรือบางครั้งอาจจะใช้การทดสอบที่ทดสอบสมมติฐานไม่ได้

จากงานวิจัยโดยทั่ว ๆ ไปที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างสุ่มสองกลุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกัน มักจะนิยมใช้การทดสอบที่ทดสอบสมมติฐาน โดยสมมติว่าลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ และความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน ทั้ง ๆ ที่การแจกแจงและความแปรปรวนของประชากรอาจจะไม่ได้เป็นไปตามที่สมมติไว้ก็ได้ ในสภาพการณ์ปัจจุบันการแจกแจงของตัวแปรบางตัวพบว่ามีลักษณะแบบเบ้ (skew) อยู่บ้าง ซึ่งยังไม่มีผลสรุปในการใช้สถิติใดเมื่อต้องการทดสอบสมมติฐาน แต่ก็พยายามที่จะใช้การทดสอบที่โดยไม่สนใจที่จะใช้สถิติอื่น ซึ่งอาจเหมาะสมกับลักษณะการแจกแจงของประชากรมากกว่าตามความเป็นจริงแล้วอาจใช้การทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอรนอฟ แทนได้

เมื่อเกิดการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นในเรื่องของความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร ผู้วิจัยอาจจะทำการทดสอบโดยวิธีสถิติทดสอบ  $(F_{max})$  แต่การฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ผู้วิจัยไม่อาจจะทราบได้แน่ชัดถึงลักษณะการแจกแจงของประชากรที่ศึกษาว่าเป็นการแจกแจงในรูปแบบใด แม้ว่าผู้วิจัยพยายาม

จะแก้ปัญหานี้โดยอาศัยทฤษฎี **Central limit theorem** โดยได้กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ เพื่อให้การแจกแจงของค่าสถิติมีลักษณะเป็นแบบปกติ โดยทฤษฎีนี้กล่าวว่าถ้าสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย  $\mu$  และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\sigma$  มีขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ( $n$ ) เพิ่มขึ้นแล้ว การแจกแจงของค่าเฉลี่ย  $\bar{x}$  จะยิ่งเข้าสู่ลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย  $\mu$  และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\sigma/\sqrt{n}$  แต่ในสภาพของการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยไม่อาจที่จะหลีกเลี่ยงต่อการทดลองที่ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดกลาง เช่น 10, 15 และ 20 หรือกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก เช่น 5 ได้ ดังนั้นผลการวิจัยจะมีคุณภาพมากน้อยเพียงใดจึงขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้ทดลองในการที่จะเลือกเทคนิค หรือวิธีการในการทดสอบสมมติฐาน

จากการศึกษา เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของการทดสอบที่กับสถิติทดสอบอื่น ๆ นั้น ปรากฏว่าส่วนใหญ่ศึกษากันในลักษณะของการแจกแจงเป็นแบบปกติ ซึ่งยังขาดผลสรุปหรือข้อค้นพบจากการค้นคว้างานวิจัยที่เปรียบเทียบเกี่ยวกับการทดสอบที่และการทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอร์นอฟ ในลักษณะที่การแจกแจงไม่ใช่เป็นแบบปกติ ปัญหาจึงอยู่ว่าการทดสอบใดจะให้ผลสรุปที่ถูกต้องมากที่สุดในทุกสภาพการณ์ของข้อมูล นั่นคือการทดสอบใดมีอำนาจการทดสอบ (**power**) สูงสุด ซึ่งยังไม่มียุทธศาสตร์และผลสรุปเพียงพอเกี่ยวกับอำนาจของการทดสอบที่ และการทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอร์นอฟ ภายใต้สภาพการณ์ของลักษณะการแจกแจงของประชากรแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าการเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบที่ และการทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอร์นอฟ ภายใต้ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ ( $\alpha$ ) เดียวกัน เมื่อข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบที่ ในเรื่องของลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำอย่างยิ่ง เนื่องมาจากการที่ข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบที่จะมีผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบที่ ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติที่ใช้ทดสอบ 2 อย่างนั้นโดยทั่วไปแล้วจะต้องพิจารณาในเรื่องเหล่านี้คือ พิจารณาระดับที่แท้จริงของ  $\alpha$  ของแต่ละวิธีการทดสอบและเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบตามระดับที่แท้จริงของ  $\alpha$  ซึ่งในปัจจุบันนี้การศึกษาอำนาจของการทดสอบในรูปของซิมูเลชัน (**Simulation**) สามารถที่จะทำได้ผลสรุปเด่นชัดในสภาวะของสถานการณ์ที่คล้ายกับการทดลอง คือสามารถที่จะระบุหรือจำกัดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ความแปรปรวน และลักษณะของการแจกแจงของ

ประชากรได้ด้วยเครื่องจักรกลคอมพิวเตอร์ โดยเทคนิคที่เรียกว่า มอนติคาร์โล (Monte Carlo) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถนำมาดำเนินการเพื่อหาผลสรุปในการทดลอง แก้ปัญหาได้ในปัจจุบัน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการที่จะตรวจสอบผลของการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นด้านการแจกแจงของประชากร เมื่อความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน ในการหาผลสรุป เกี่ยวกับการเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบ 2 วิธี คือ

1. การทดสอบที (t-test)
2. การทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอรนอฟ (The Kolmogorov Smirnov Test)

หรือ K-S Test)

ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้ คือ

1. ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) แบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) และแบบเบ้ (Skewed Distribution)
2. จำนวนกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและขนาดกลาง 2 กลุ่ม ซึ่งมีขนาดเท่ากัน และไม่เท่ากัน

### สมมติฐานของการวิจัย

ผลของการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นด้านการแจกแจงของประชากร จะทำให้อำนาจของการทดสอบทั้ง 2 วิธี แตกต่างกัน

### ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การวิจัยครั้งนี้ถือว่า ค่าอำนาจของการทดสอบเป็นดัชนีสำคัญที่นักวิจัยจะใช้เป็นเกณฑ์วินิจฉัยเลือกสถิติทดสอบ
2. การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีหลักฐาน และการศึกษาในการแปลงข้อมูลไปยังประชากรที่ต้องการวิจัย
3. ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบความมีนัยสำคัญใช้ค่าวิกฤตจากตาราง หรือสูตรการคำนวณค่าตามที่กำหนดไว้ในแต่ละแบบของการทดสอบ

## ขอบเขตของการวิจัย

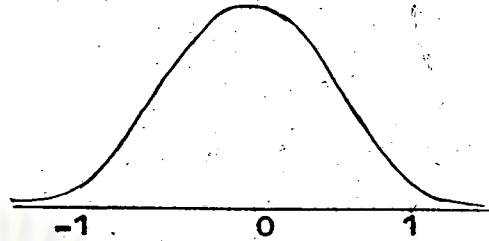
1. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแปรดังต่อไปนี้
  - 1.1 ตัวแปรตาม (**dependent variable**) คือค่าอำนาจของการทดสอบของการทดสอบที และการทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอรโนฟ
  - 1.2 ตัวแปรอิสระ (**independent variable**) คือ
    - 1.2.1 ลักษณะการแจกแจงของประชากร
    - 1.2.2 แบบของการทดสอบ
    - 1.2.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
2. ศึกษาความแตกต่างของค่าอำนาจของการทดสอบของสถิติทดสอบที และการทดสอบคอลมอโกรอฟ สเมอรโนฟ เฉพาะลักษณะการแจกแจงของประชากรที่กำหนดให้ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ แบบยูนิฟอร์ม และแบบเบ้
3. ศึกษาเฉพาะจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งมีขนาดเท่ากัน โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเท่ากับ 5 , 10 และ 15 และกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีขนาดต่างกันโดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเท่ากับ (5,6) , (6,9) และ (8,16) ตามลำดับ
4. กำหนดพารามิเตอร์  $\mu = 500$  และ  $\sigma^2 = 100$  สำหรับการทดลองเมื่อการแจกแจงเป็นแบบปกติ แบบยูนิฟอร์ม และแบบเบ้
5. คำนวณหาค่าอำนาจของการทดสอบเป็นจุด ๆ เมื่อเดลต้า  $\delta$  ( $\delta_i = \mu_1 - \mu_2$ ) มีค่าต่าง ๆ ดังนี้ 0 , 0.256 , 0.506 , 0.756 , 1.006 , 1.256 , 1.506 , 1.756 และ 2.006
6. การวิจัยครั้งนี้จำลองการทดลองขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยเทคนิคมอนติคาร์โลซิμουเลชัน (**Monte Carlo Simulation Technique**) และโปรแกรมสำเร็จรูป โดยจำกัดการศึกษาเฉพาะลักษณะการแจกแจงของประชากร 3 รูปแบบ คือการแจกแจงเป็นแบบปกติ แบบยูนิฟอร์ม และแบบเบ้ ซึ่งเป็นรูปแบบการแจกแจงที่พบบ่อยในทางการศึกษาและจิตวิทยา

ฟังก์ชันของการแจกแจง (density functions) ซึ่งใช้ในการวิจัยมีดังนี้

6.1 ลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ *Standard Normal dist<sup>n</sup>*

$$f(x) = \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

$$-\infty < x < \infty$$



6.2 ลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบยูนิฟอร์ม

$$f(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$



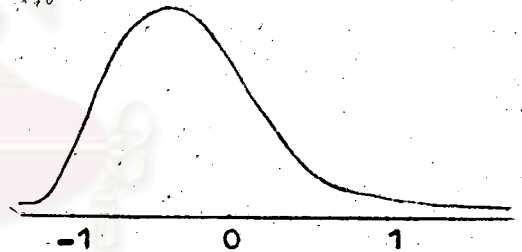
6.3 ลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบเบ (Fleishman, 1978)

$$f(x) = a + bx + cx^2 + dx^3$$

$$-\infty < x < \infty$$

เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปานกลาง

$$f(x) = 499.293749671 + 10.16325233(x) + 0.706250329(x^2) - 0.0572289(x^3)$$



เมื่อลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบมาก

$$f(x) = 497.484751088 + 11.666552335(x) + 2.515248912(x^2) - 0.920133941(x^3)$$

7. ศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก และขนาดกลางโดยกำหนดระดับ

อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ( $\alpha$ ) สองระดับ คือ .05 , .01

8. ศึกษาเฉพาะการทดสอบที และการทดสอบคอดมอโกรอฟ สเมอรันอฟ

9. การขีมูลผลการทดลองนี้กระทำซ้ำ 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์



ของการทดลอง เพื่อประหยัดเวลาในการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์

### คำจำกัดความ

ค่าอำนาจของการทดสอบ (Power) หมายถึง ความน่าจะเป็น (Probability) ที่จะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์เมื่อสมมติฐานศูนย์นั้นผิด ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ  $(1-\beta)$  เมื่อ  $\beta$  คือ ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (Type II error) หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากยอมรับสมมติฐานศูนย์เมื่อสมมติฐานศูนย์นั้นผิด

เดลต้า ( $\delta$ ) หมายถึง ความแตกต่างระหว่างค่ามัธยัมเลขคณิตของประชากร ( $\mu_1 - \mu_2$ )

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I error) หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานศูนย์เมื่อสมมติฐานศูนย์นั้นถูก โอกาสที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 กำหนดด้วย  $\alpha$

อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลอง หมายถึง สัดส่วนของจำนวนความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงในการทดสอบสมมติฐานของการทดลองตามแผนการทดลองครั้งนี้

อัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ หมายถึง อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ควบคุมด้วยระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  ซึ่งผู้วิจัยกำหนด

คอลมอโกรอฟ สเมอร์นอฟ เทส หมายถึง สถิติการทดสอบกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน เมื่อลักษณะข้อมูลอยู่ในมาตราอันดับ (ordinal scale) ขึ้นไป

### ประโยชน์ของการวิจัย

เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สถิติมีผลสรุปและหลักฐานในการเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของประชากร ซึ่งเป็นที่มาของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มสองกลุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสถานการณ์และข้อตกลงเบื้องต้น