บทที่ 5
การทดสอบสมมุติฐาน

การทดสอบสมมุติฐาน (tests of hypothesis) เป็นกระบวนการที่สำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจ (decision-making process) กล่าวคือ ช่วยนักวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัยในการตัดสินใจว่า สมมุติฐานเกี่ยวกับประชากรที่ตั้งไว้ถูกหรือผิด โดยศึกษาจากข้อมูลที่เก็บจากกลุ่มตัวอย่าง ในทางสังคมศาสตร์การแสวงหาความรู้จากกลุ่มประชากรทั้งหมดทำได้ยากมาก การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติจึงเป็นกลยุทธ์ที่สำหรับใช้ตัดสินใจได้ว่า ผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างจะสรุปอ้างอิง (generalized) ไปสู่ประชากรหรือไม่

ในการศึกษาข้อเท็จจริง หรือลักษณะเฉพาะบางประการของประชากรซึ่งเรียกว่า พารามิเตอร์ (parameter) ถ้าประชากรมีขนาดเล็กพอที่จะศึกษาได้ เราอาจจะศึกษาจากประชากรทั้งหมดแล้วสรุปข้อเท็จจริงหรือลักษณะเฉพาะบางประการของประชากรนั้นโดยตรง แต่ในทางปฏิบัติส่วนมากประชากรที่สนใจศึกษามักมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะเกิดปัญหากับผู้ศึกษาว่าถ้าจะต้องศึกษาข้อเท็จจริง หรือลักษณะเฉพาะบางประการของประชากรทั้งหมดจะสิ้นเปลืองเวลาและงบประมาณ หรืออาจมีข้อจำกัดบางประการ จึงจำเป็นต้องทำการเลือกตัวแทนประชากร สำหรับตัวแทนประชากรที่ได้รับเลือกเป็นตัวแทนเหล่านั้น เรียกว่า ตัวอย่าง (sample) ส่วนวิธีการเลือกตัวอย่างมีมากมายหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีเทคนิคและวิธีการที่แตกต่างกันดังได้กล่าวมาแล้ว ด้วยเหตุผลที่ต้องการตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ตัวอย่างที่ได้มักจะได้จากการสุ่ม (randomization) จากประชากร ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงความหมายและวิธีการทดสอบสมมุติฐานเพื่อสรุป หรืออ้างอิงถึงประชากร

5.1 ความหมายของสมมุติฐาน

สมมุติฐาน (hypothesis) เป็นการคาดเดาคำตอบของสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการทราบโดยการคาดคะเนไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุมีผล เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่วางไว้ และเมื่อผู้วิจัยได้ทำการตั้งสมมุติฐานไว้แล้วก็ต้องตรวจสอบหรือพิสูจน์ด้วยกระบวนการต่างๆเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบว่าถูกหรือผิด จริงหรือเท็จ อย่างไรก็ตามการตั้งสมมุติฐานจะเกี่ยวข้องกับตัวแปร 2 ประเภท

คือตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม หรืออีกนัยหนึ่งคือ ผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างเช่น สมมุติฐาน : เพศหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าเพศชาย ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรอิสระ คือ เพศ ได้แก่ เพศชายและเพศหญิง และ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2 ประเภทของสมมุติฐาน

สมมุติฐานสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่สมมุติฐานทางการวิจัย (research hypothesis) และสมมุติฐานทางสถิติ (statistical hypothesis) ดังรายละเอียดจะอธิบายในลำดับต่อไป

1) สมมุติฐานทางการวิจัย เป็นสมมุติฐานที่กำหนดขึ้นมาสำหรับงานวิจัยหนึ่ง ๆ โดยกำหนดเป็นข้อมูลในลักษณะบรรยาย หรือคาดคะเนถึงคำตอบของปัญหาที่กำลังดำเนินการวิจัยอยู่ โดยปกติสมมุติฐานทางการวิจัยจะเป็นความเชื่อ ทัศนคติ ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นมาจากประสบการณ์ ทฤษฎี หรือศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยจะใช้ประโยชน์จากการกำหนดสมมุติฐานทางการวิจัยเพื่อเป็นกรอบกำหนดแนวทางในการทำวิจัย เป็นตัวกำหนดแนวทางการดำเนินงานการวิจัย หรืออาจเป็นแนวทางในการศึกษาข้อมูลให้ละเอียดมากที่สุด เพื่อค้นหาคำตอบให้ได้ชัดเจนและละเอียดมากที่สุด

การเขียนสมมุติฐานทางการวิจัยเขียนอยู่ในรูปประโยคบอกเล่าเพื่อบอกความไม่แตกต่าง หรือความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยต้องเขียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยสมมุติฐานจะแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1) สมมุติฐานทางการวิจัยแบบมีทิศทาง (directional hypothesis) เป็นสมมุติฐานที่เขียนระบุอย่างชัดเจนถึงทิศทางของความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

1.2) สมมุติฐานทางการวิจัยแบบไม่มีทิศทาง (nondirectional hypothesis) เป็นสมมุติฐานที่ไม่กำหนดทิศทางของความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม

ตัวอย่างที่ 5.1 การเขียนสมมุติฐานการวิจัยในลักษณะต่างๆ

งานวิจัยเรื่อง “การจัดประสบการณ์เพื่อพัฒนาความสามารถทางพหุปัญญาของเด็กปฐมวัย” สมมุติฐานการวิจัย คือเด็กปฐมวัยที่ได้การสอนโดยการจัดประสบการณ์จะมีความสามารถทางพหุปัญญาสูงขึ้น

งานวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างมโนมติ รายวิชา ว 204 วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติและมโนมติรูปตัววี” สมมุติฐานการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติและมโนมติรูปตัววี มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างมโนมติไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยเรื่อง “ความต้องการในการทำงานวิจัยของอาจารย์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต ปีการศึกษา 2539” สมมุติฐานการวิจัย คือ ความต้องการในการทำงานวิจัยของอาจารย์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต ปีการศึกษา 2539 สูงขึ้น

งานวิจัยเรื่อง “การศึกษาความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศงานวิจัยผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ของผู้สอนคอมพิวเตอร์และผู้วิจัยในสถานศึกษา สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 4 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” สมมุติฐานการวิจัย คือ ผู้สอนคอมพิวเตอร์และผู้วิจัยในสถานศึกษา สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 4 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศงานวิจัยผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนการสอนด้วยอินเทอร์เน็ต เพื่อการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานคร” สมมุติฐานการวิจัย คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานครมีการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนด้วยอินเทอร์เน็ตสูงขึ้น

งานวิจัยเรื่อง “การศึกษาจริยธรรมทางวิชาชีพของนักหนังสือพิมพ์ในการรายงานข่าวสารหน้าหนึ่งของหนังสือพิมพ์รายวันภาษาไทย” สมมุติฐานการวิจัย คือ จริยธรรมทางวิชาชีพของนักหนังสือพิมพ์ในการรายงานข่าวสารหน้าหนึ่งสูงขึ้น

2) สมมุติฐานทางสถิติ เป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อใช้ทดสอบว่าสมมุติฐานทางการวิจัยที่ผู้วิจัยตั้งไว้เป็นจริงหรือไม่ เป็นสมมุติฐานที่เขียนอยู่ในรูปแบบของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้อยู่ในรูปที่สามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการทางสถิติ

สมมุติฐานทางสถิติ มี 2 ชนิด คือ

2.1) สมมุติฐานหลัก (null hypothesis) ใช้สัญลักษณ์ H_0 เป็นสมมุติฐานทางสถิติที่กล่าวถึงการไม่มีความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวแปร เป็นการกำหนดค่าของลักษณะที่ต้องการทดสอบตายตัว

2.2) สมมุติฐานแย้ง หรือสมมุติฐานรอง (alternative hypothesis) ใช้สัญลักษณ์ H_1 หรือH_a เป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อรองรับสมมุติฐานหลัก อาจแสดงความมากกว่า หรือน้อยกว่าก็ได้ ตัวอย่างเช่น วิธีสอนแบบบรรยายทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาน้อยกว่าวิธีสอนแบบปฏิบัติการ สามารถเขียนเป็นสมมุติฐานทางการวิจัยเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบได้ คือ $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ และ $H_1 : \mu_1 - \mu_2 < 0$ หรือ ความวิตกกังวลของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กับผลการเรียน สามารถทดสอบได้โดยเขียนในรูปสมมุติฐานทางการวิจัย คือ $H_0 : \rho = 0$ และ $H_1 : \rho \neq 0$

5.3 หลักเกณฑ์ในการตั้งสมมุติฐาน

ในการวิจัย หลังจากที่ตั้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยมักจะตั้งสมมุติฐานทางการวิจัยเพื่อคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้า แล้วจึงเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการทดสอบสมมุติฐานทางการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยจะต้องแปลงสมมุติฐานทางการวิจัยให้เป็นสมมุติฐานทางสถิติก่อน จึงจะทดสอบได้ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนั้นเวลาตั้งสมมุติฐานทางสถิติ จะต้องตั้งทั้ง null hypothesis (H_0) และ alternative hypothesis (H_1)

ตัวอย่างสมมุติฐานทางสถิติ เช่น

สมมุติฐานหลัก	สมมุติฐานแย้ง
$H_0 : \theta = C$	$H_1 : \theta \neq C$
	$H_1 : \theta > C$
	$H_1 : \theta < C$

เมื่อ θ แทนพารามิเตอร์ของประชากร เช่น μ , P , σ^2 เป็นต้น และตารางข้างล่างเป็นตารางแสดงสัญลักษณ์ระหว่างค่าสถิติที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง กับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กับประชากร

ตาราง5.1 สัญลักษณ์เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าพารามิเตอร์

สถิติ	ค่าสถิติ	ค่าพารามิเตอร์
ค่าเฉลี่ย (mean)	$\bar{x}$	μ
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)	S	σ
ค่าความแปรปรวน (variance)	S^2	σ^2
ค่าสัดส่วน (proportion)	$\hat{p}$	P
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation)	r	ρ

ที่มา : ธีระดา ภิญโญ, 2550, 128.

เกณฑ์ในการแปลงสมมุติฐานทางการวิจัยให้เป็นสมมุติฐานทางสถิติ คือ

1) ในการเขียนสมมุติฐานว่างให้ใช้เครื่องหมาย “เท่ากับ” เพื่อแสดงความไม่แตกต่างหรือไม่มีความสัมพันธ์ เช่น $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ หรือ $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ หรือ $H_0 : \rho = 0$

2) การเขียนสมมุติฐานรองจะไม่ซ้ำซ้อนกับสมมุติฐานว่างเพื่อใช้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจของผู้วิจัยต่อไป เช่น $H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$ (ระบุทิศทาง) หรือ $H_1 : \mu_1 < \mu_2$ (ระบุทิศทาง) หรือ $H_1 : \rho \neq 0$ (ไม่ระบุทิศทาง)

ตัวอย่างที่ 5.2 การเขียนสมมุติฐานทางสถิติ

1) สมมุติฐานทางการวิจัย : เครื่องตรวจวัดสายตารุ่นใหม่จะใช้เวลาในการตรวจวัดเฉลี่ยน้อยกว่า 7 วินาทีต่อครั้ง

จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้เป็นเครื่องหมายน้อยกว่า จึงควรใส่ไว้ใน H_1

$H_0 : \mu \geq 7$ หรือเขียนง่าย ๆ ว่า $H_0 : \mu = 7$

$H_1 : \mu < 7$ $H_1 : \mu < 7$

2) สมมุติฐานทางการวิจัย : หลอดไฟชนิดที่ 1 มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไฟชนิดที่ 2 มากกว่า 300 ชั่วโมง

จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้มีเครื่องหมาย > จึงควรใส่ไว้ใน H_1

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 300$

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 300$

3) สมมุติฐานทางการวิจัย : จากการทดสอบความสามารถในการเรียนของนักเรียน 2 โรงเรียน เชื่อว่าความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 2 โรงนี้ไม่แตกต่างกัน

จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้ มีเครื่องหมาย $\neq$ จึงควรใส่ไว้ใน H_1

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

4) สมมุติฐานทางการวิจัย : สมมุติฐานทางการวิจัย : ปริมาณวัตถุดิบเฉลี่ยที่ใช้ในโรงงานจะไม่ต่ำกว่า 880 ตัน

จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้ มีเครื่องหมาย $\geq$ จึงควรใส่ไว้ใน H_0

$H_0 : \mu \geq 880$

$H_1 : \mu < 880$

5) สมมุติฐานทางการวิจัย : สัดส่วนชายไทยที่สูบบุหรี่มากกว่าสัดส่วนหญิงไทยที่สูบบุหรี่อย่างน้อย 5%

จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้ มีเครื่องหมาย $\leq$ จึงควรใส่ไว้ใน H_0

$H_0 : P_1 - P_2 \leq 0.05$

$H_1 : P_1 - P_2 > 0.05$

6) สมมุติฐานทางการวิจัย : เด็กปฐมวัยที่ได้การสอนโดยการจัดประสบการณ์จะมีความสามารถทางพหุปัญญาสูงขึ้น

จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้ มีเครื่องหมาย > จึงควรใส่ไว้ใน H_1

H_0 : $\mu_{ก่อน} = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H_1 : มีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่าง

7) สมมุติฐานทางการวิจัย : นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติและมโนมติรูปตัววีมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างมโนมติสูงขึ้น

จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้ มีเครื่องหมาย > จึงควรใส่ไว้ใน H_1

H_0 : $\mu_1 - \mu_2 = 0$

H_1 : $\mu_1 - \mu_2 > 0$

8) สมมุติฐานทางการวิจัย : เพศไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในรูปแบบการเลือกชมรายการทีวี

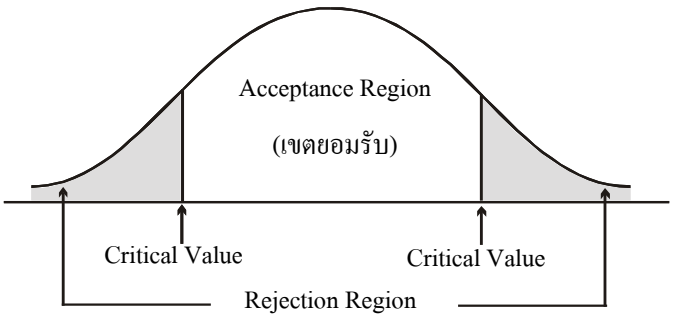
จากโจทย์ สิ่งที่คาดไว้ มีเครื่องหมาย = จึงควรใส่ไว้ใน H_0

H_0 : $\rho = 0$

H_1 : $\rho \neq 0$

5.4 การกำหนดขอบเขตวิกฤต

ในการทดสอบสมมุติฐาน จะใช้ความน่าจะเป็นจากพื้นที่ใต้โค้งปกติ โดยต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งจะเป็นเขตยอมรับ (acceptance region) และอีกส่วนหนึ่ง คือ เขตปฏิเสธ (rejection region) ซึ่งค่าที่แบ่งพื้นที่ทั้ง 2 เรียกว่า ค่าวิกฤต (critical value) และบริเวณที่ทำให้เกิดการปฏิเสธ H_0 เรียกว่า บริเวณวิกฤต (critical region) ดังแสดงในภาพที่ 5.1 และ 5.2

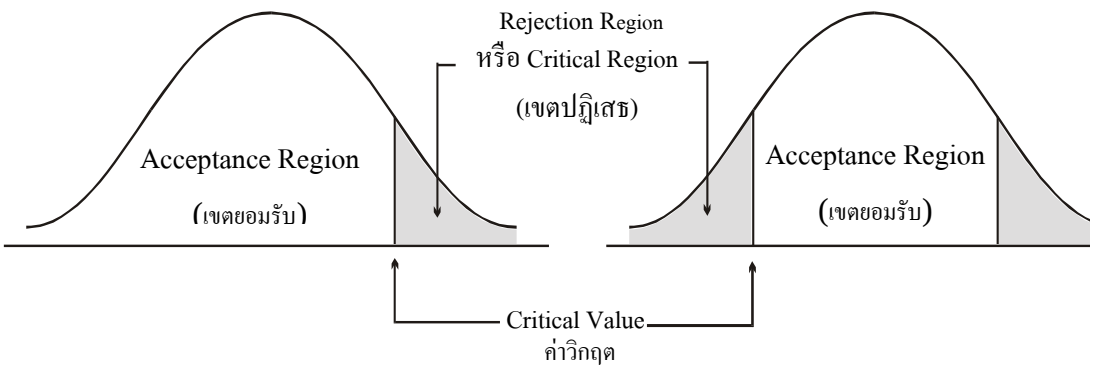


หรือ Critical Region (เขตปฏิเสธ)

ภาพที่ 5.1 เขตวิกฤต เขตยอมรับและค่าวิกฤตของการทดสอบแบบสองทาง

ที่มา : Olson, C.L., 1985, p.363.

หรือ



ภาพที่ 5.2 เขตวิกฤต เขตยอมรับและค่าวิกฤตของการทดสอบแบบทางเดียว

ที่มา : ที่มา : Olson, C.L., 1985, p.368.

5.5 ประเภทของการทดสอบสมมุติฐาน

การทดสอบสมมุติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือการทดสอบแบบทางเดียว หรือแบบข้างเดียว (one-sided test) และการทดสอบแบบสองทาง หรือ แบบสองข้าง (two-sided test) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

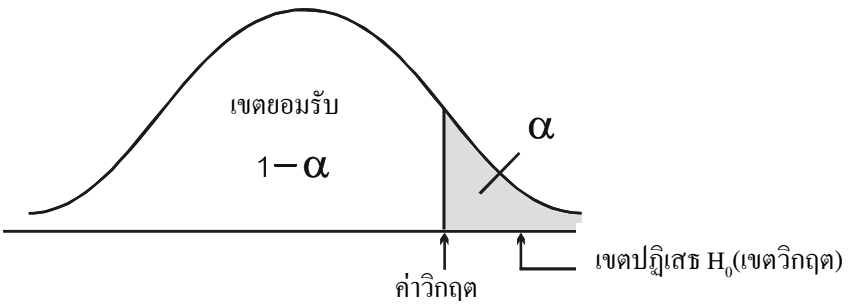
5.5.1 การทดสอบแบบทางเดียว

การพิจารณาว่าการทดสอบสมมุติฐานแบบใดเป็นการทดสอบทางเดียว ให้พิจารณาจากสมมุติฐานแย้ง H_1 ถ้าใน H_1 มีเครื่องหมายมากกว่า หรือน้อยกว่า จะเรียกว่า การทดสอบแบบทางเดียว ตัวอย่างเช่นให้ θ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่สนใจจะทดสอบ เช่น ค่าเฉลี่ย, ค่าสัดส่วน หรือค่าความแปรปรวน ผู้วิจัยสามารถเขียนแสดงขอบเขตของการวิกฤตได้ 2 แบบคือ

แบบที่ 1 $H_0 : \theta = \theta_0$

$H_1 : \theta > \theta_0$

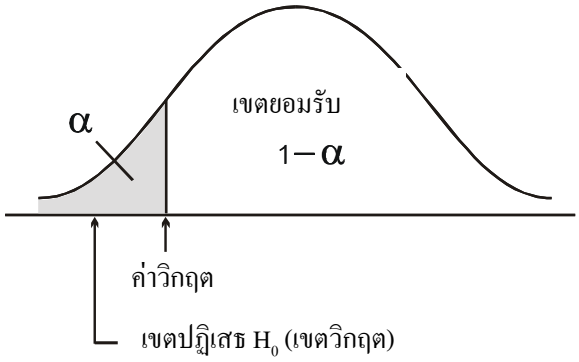
ขอบเขตวิกฤต เขียนได้ดังนี้



แบบที่ 2 $H_0 : \theta = \theta_0$

$H_1 : \theta < \theta_0$

ขอบเขตวิกฤต เขียนได้ดังนี้



ที่มา : Olson, C.L., 1985, p.368.

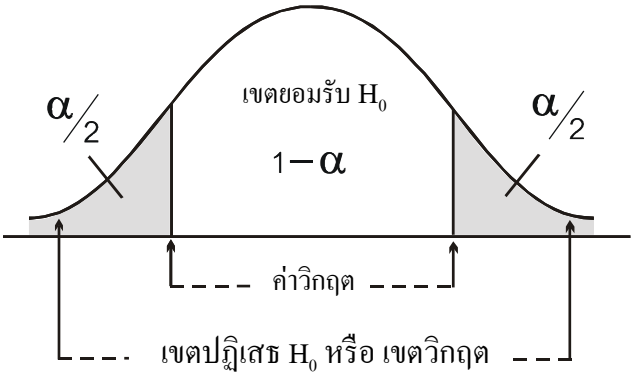
5.5.2 การทดสอบแบบสองทาง

ให้พิจารณาเครื่องหมายจากสมมุติฐานแย้ง H_1 ถ้าใน H_1 มีเครื่องหมาย $\neq$ จะเรียกว่า การทดสอบแบบสองทาง และสามารถแสดงขอบเขตของการวิกฤตได้

$H_0 : \theta = \theta_0$

$H_1 : \theta \neq \theta_0$

ขอบเขตวิกฤต เขียนได้ดังนี้



ที่มา : Olson, C.L., 1985, p.363.

การแปลความหมาย เมื่อค่าสถิติตกอยู่ในเขตปฏิเสธหรือเขตวิกฤต เรากล่าวได้ว่าการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ (significant) ที่ระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนดและสรุปว่ามีเหตุผลเพียงพอที่จะสรุปว่ามันไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน H_0 จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แต่ถ้าค่าสถิติตกอยู่ใน

เขตยอมรับเราจึงยอมรับสมมุติฐาน H_0 แสดงว่าไม่มีเหตุผลเพียงพอที่จะสรุปว่ามันไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน H_0

5.6 ความผิดพลาดในการทดสอบสมมุติฐานเชิงสถิติ

การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติมักมีความผิดพลาด (error) เกิดขึ้นได้เสมอ ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เนื่องจากผลสรุปของการทดสอบเป็นไปโดยไม่ยอมรับสมมุติฐาน H_0 ทั้งที่ H_0 เป็นจริง หรือสรุปได้ว่ายอมรับ H_0 เป็นจริง ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วสมมุติฐาน H_0 ไม่จริง จึงสามารถสรุปความผิดพลาดได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (type I error) เป็นความผิดพลาดเนื่องจากการปฏิเสธ H_0 หรือไม่ยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริงและเรียกความผิดพลาดชนิดนี้ว่า "ระดับนัยสำคัญ" (level of significance) โดยใช้สัญลักษณ์ว่า "α" นั่นคือ $\alpha = P$ (ปฏิเสธ H_0 โดยที่ H_0 เป็นจริง) ยกตัวอย่างเช่นผู้วิจัยทดสอบโดยใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นหมายความว่าใน 100 ครั้ง โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดมี 5 ครั้ง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเกิดระดับความเชื่อมั่น (level of confidence) เท่ากับ 95 % ซึ่งหมายถึงความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมุติฐานว่าง (H_1) มีอยู่ในระดับ 95 %

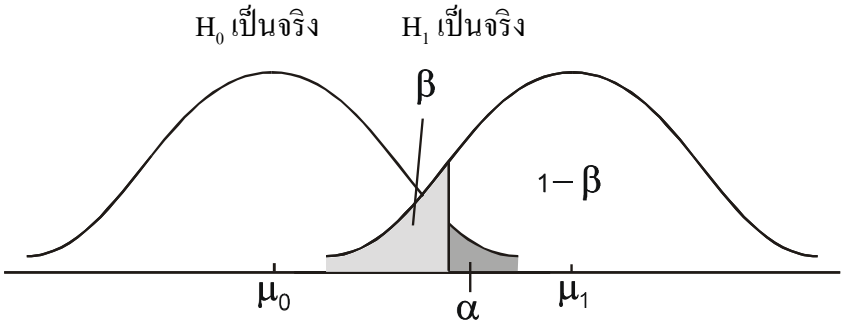
2) ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (type II error) เป็นความผิดพลาดเนื่องจากการยอมรับ H_0 โดยที่ H_0 ไม่เป็นจริง ใช้สัญลักษณ์ "β" แทนความผิดพลาดประเภทนี้ นั่นคือ $\beta = P$ (ยอมรับ H_0 โดยที่ H_0 ไม่เป็นจริง) และเราเรียก $1 - \beta$ ว่า อำนาจของการทดสอบ (power of test)

ตาราง 5.2 ผลการทดสอบและความผิดพลาดในการทดสอบสมมุติฐาน

ข้อสรุปจากการทดสอบสมมุติฐาน	สภาพตามความเป็นจริง	
	H_0 เป็นจริง	H_0 ไม่เป็นจริง
ยอมรับ H_0	ข้อสรุปถูกต้อง (โอกาสที่จะได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง = $1 - \alpha$)	***ความผิดพลาด ประเภทที่ 2*** (โอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 = β)
ปฏิเสธ H_0	***ความผิดพลาด ประเภทที่ 1*** (โอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 = α)	ข้อสรุปถูกต้อง (โอกาสที่จะได้ข้อสรุปที่ถูกต้องหรืออำนาจของการทดสอบ = $1 - \beta$)

ที่มา : Kohler, H., 2002, p.546.

ซึ่งเราสามารถอธิบายความผิดพลาดทั้ง 2 ประเภทและอำนาจของการทดสอบได้ในภาพที่ 5.3

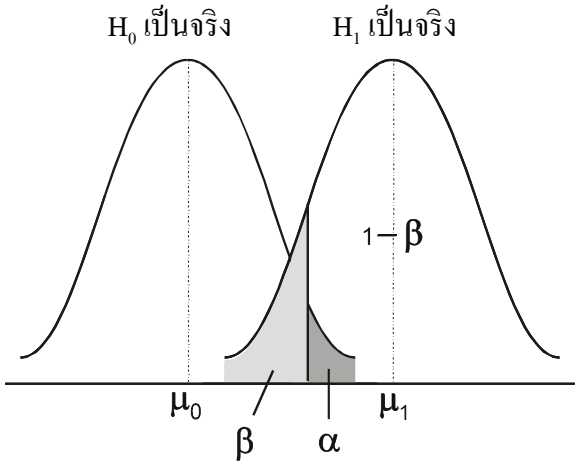


ภาพที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง α ,β และ 1 - β

ที่มา : ธีระดา ภิญโญ, 2542, หน้า 428.

จากภาพที่ 5.3 แสดงความผิดพลาดในการตัดสินใจเกิดขึ้นในกรณีการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง ซึ่งถือว่าเป็นความผิดพลาดประเภทที่ 1 (α) กับการยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 เป็นเท็จ ซึ่งถือว่าเป็นความผิดพลาดประเภทที่ 2 (β) ส่วนการตัดสินใจได้ถูกต้อง ซึ่งได้แก่ การยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 เป็นจริง กับการปฏิเสธ H_0 เมื่อ H_0 เป็นเท็จ หรือความน่าจะเป็นที่ไม่ก่อให้เกิดความผิดพลาดประเภทที่ 2 ซึ่งมีชื่อเฉพาะว่าอำนาจของการทดสอบ

ในการทดสอบสมมุติฐานแต่ละครั้ง ผู้วิจัยย่อมต้องการให้เกิดความผิดพลาดทั้ง 2 ประเภท (α,β) น้อยที่สุด แต่โดยทั่วไปแล้วไม่สามารถจะลดค่า α และ β ได้พร้อมกัน ดังนั้นจึงต้องพยายามลดค่าใดค่าหนึ่งเท่านั้น ถ้าพิจารณาจากความหมายของความผิดพลาดประเภทที่ 1 (α) และความผิดพลาดประเภทที่ 2 (β) แล้ว จะเห็นว่า ความผิดพลาดประเภทที่ 2 มีความเสียหายมากกว่า เนื่องจากเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการยอมรับ H_0 เมื่อ H_0 ผิด ดังนั้นในการทดสอบจึงมักต้องการให้เกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 เพื่อที่จะลดความผิดพลาดประเภทที่ 2 ให้เหลือน้อยที่สุด เพราะถ้าความผิดพลาดชนิดหนึ่งเพิ่ม ความผิดพลาดอีกชนิดหนึ่งจะลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5.2 และการที่ผู้วิจัยจะลดค่าทั้ง α และ β ทำได้วิธีหนึ่งคือจะต้องเพิ่มขนาดตัวอย่างให้มากขึ้น ดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 การเพิ่มขนาดตัวอย่างทำให้ค่า α, β ลดลง

ที่มา : ธีระดา ภิญโญ, 2542, หน้า 429.

5.7 เกณฑ์การพิจารณาการปฏิเสธหรือยอมรับสมมุติฐานหลักจากผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการพิจารณาการปฏิเสธหรือยอมรับสมมุติฐานหลัก(H_0)โดยผู้วิจัยอ่านผลลัพธ์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้พิจารณาจากค่าสถิติที่คำนวณได้จากโปรแกรมซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็น (probability) ที่เกิดขึ้น นิยมใช้สัญลักษณ์ P-Value แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าระดับนัยสำคัญ(α) ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น โดยมีหลักเกณฑ์การเปรียบเทียบ ดังนี้

1) ถ้าค่า P-Value มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า α แสดงว่าค่านั้นตกอยู่ในเขตปฏิเสธสมมุติฐานหลัก หมายความว่าการทดสอบสมมุติฐานมีนัยสำคัญ (significant) ซึ่งผู้วิจัยนิยมเรียกว่า sig. คือ ปฏิเสธ H_0

2) ถ้าค่า P-Value มีค่ามากกว่าค่า α แสดงว่าค่านั้นตกอยู่ในเขตยอมรับสมมุติฐานหลัก หมายความว่าการทดสอบสมมุติฐานไม่มีนัยสำคัญ (not significant) ซึ่งผู้วิจัยนิยมเรียกว่า ไม่ sig. คือ ยอมรับ H_0

5.8 ขั้นตอนการทดสอบสมมุติฐาน

ในการทดสอบสมมุติฐานผู้วิจัยควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมุติฐานเพื่อการทดสอบ เพื่อกำหนด H_0 และ H_1 ดังได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์การตั้งสมมุติฐานในหัวข้อที่ 5.3

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) หรือกำหนดระดับความเชื่อมั่น คือ (1-α) 100% โดยทั่ว ๆ ไปมักจะกำหนดให้ α = .10 .05 และ .01

ขั้นที่ 3 กำหนดและคำนวณค่าสถิติทดสอบโดยเลือกสถิติทดสอบให้เหมาะสมแล้วจึงคำนวณค่าสถิติทดสอบ โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากรที่ต้องการทดสอบ

ขั้นที่ 4 กำหนดค่าวิกฤต (critical value) และขอบเขตวิกฤต (critical region) ดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 5.4 และ 5.5

ขั้นที่ 5 เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤต เพื่อหาข้อสรุปให้ได้ว่าปฏิเสธ หรือยอมรับสมมุติฐาน H_0

ขั้นที่ 6 สรุปผลจากการทดสอบ

5.9 การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร

ในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อสรุปอ้างอิงไปสู่ลักษณะของประชากร เช่น ต้องการทดสอบว่าความพึงพอใจโดยเฉลี่ยของผู้ประกอบการที่มีต่อบัณฑิตมากกว่า 3.2 คะแนน หรือรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของคนในจังหวัดภาคใต้ เท่ากับ 12,000 บาท เป็นต้น ผู้วิจัยสามารถหาคำตอบได้จากการทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรโดยสามารถแยกออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

5.9.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรหรือค่าคงที่ในทฤษฎี

เมื่อผู้วิจัยต้องการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมาได้กับค่าเฉลี่ยของประชากรหรือค่าคงที่ในทฤษฎีที่ได้ค้นคว้ามา และต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสอง ผู้วิจัยสามารถใช้สถิติ Z หรือ t ทดสอบได้ซึ่งเรียกว่า one sample Z-test หรือ one sample t-test โดยสามารถตั้งสมมุติฐานดังนี้

สมมุติฐาน

$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$\left.\begin{array}{l} H_1 : \mu \neq \mu_0 \end{array}\right\} \text{ ทดสอบ 2 ทาง}$$

$$\left.\begin{array}{l} H_1 : \mu < \mu_0 \\ H_1 : \mu > \mu_0 \end{array}\right\} \text{ ทดสอบทางเดียว}$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1) สถิติทดสอบ Z โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นคือข้อมูลที่ใช้ทดสอบต้องมีการแจกแจงแบบปกติ และถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่พอสอดคล้องกับทฤษฎีลิมิตสู่ส่วนกลาง (central limit theorem) ที่ว่า "สุ่มตัวอย่างขนาด n ตัวอย่างจากประชากรใดๆที่มีค่าเฉลี่ย μ ค่าความแปรปรวน σ^2 แล้ว ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $\overline{X}$ จะมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ ค่าความแปรปรวน $\frac{\sigma^2}{n}$ หรือ $\frac{\overline{X}-\mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$ จะมีการแจกแจงโดยประมาณแบบปกติมาตรฐาน N ~(0,1) ไม่ว่าตัวแปรจะมีการแจกแจงแบบใดก็ตาม"

สูตร $$Z = \frac{\overline{X}-\mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \qquad \text{..... (5.1)}$$

เมื่อ μ_0 = ค่าคงที่

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

σ = ความแปรปรวนของประชากร

n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กรณีที่ไม่ทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเราสามารถประมาณค่า σ ด้วย S โดยที่ S หมายถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้สูตรการคำนวณ $Z = \frac{\overline{X}-\mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$

2) สถิติทดสอบ t โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นคือ ประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติหรือกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กและไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร

สูตร $$t = \frac{\overline{X}-\mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \qquad \text{..... (5.2)}$$

ตัวอย่างที่ 5.3 น้ำหนักทารกแรกเกิดจากผู้หญิงที่มีอายุระหว่าง 30-40 ปี โดยเฉลี่ยประมาณ 3,500 กรัม จากการสุ่มทารกแรกเกิดในจังหวัดต่างๆของภาคกลางจำนวน 40 ครอบครัวได้น้ำหนักเฉลี่ย 3,050 กรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 142.5 กรัม จงทดสอบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของทารกแรกเกิดในจังหวัดต่างๆของภาคกลางต่างจากน้ำหนักเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีทำ

ให้ μ เป็นน้ำหนักเฉลี่ยของทารกแรกเกิดในจังหวัดต่างๆของภาคกลาง

สมมุติฐาน $H_0 : \mu = 3500$

$H_1 : \mu \neq 3500$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การทดสอบ จากโจทย์ $\overline{X} = 3050$, $S = 142.5$, $n = 40$

สูตร $$Z = \frac{\overline{X} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{3050 - 3500}{\frac{142.5}{40}} = \frac{-450}{22.53} = 19.97$$

หาค่าวิกฤตได้จากการเปิดตารางที่ 2 ในภาคผนวกเมื่อ $\alpha = 0.01$ ได้ค่า $Z = \pm 2.575$

การตัดสินใจ ปฏิเสธ H_0 เนื่องจากค่า Z ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต

นั่นคือ น้ำหนักเฉลี่ยของทารกแรกเกิดในจังหวัดต่างๆของภาคกลางต่างจากน้ำหนักเกณฑ์มาตรฐาน(3500 กรัม) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวอย่างที่ 5.4 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรายได้โดยเฉลี่ยต่อวันของคนในชุมชนหนึ่งมา 20 ตัวอย่าง ดังนี้ 130 180 100 140 90 170 65 110 200 210 140 90 250 220 190 80 110 130 240 250 บาท จงทดสอบว่า รายได้โดยเฉลี่ยต่อวันของคนในชุมชนนั้นเท่ากับ 190 บาทจริงหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีทำ

ให้ μ เป็นรายได้โดยเฉลี่ยต่อวันของคนในชุมชนหนึ่ง

สมมุติฐาน $H_0 : \mu = 190$

$H_1 : \mu \neq 190$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

จากโจทย์ $\mu = 190$, $n = 20$

หาค่า $$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{130 + 180 + 100 + ... + 250}{20} = 154.75$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2}{n-1} - \frac{n\overline{\chi}^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{546525}{19} - \frac{20(154.75)^2}{19}} = 59.64$$

จากสูตร $t = \dfrac{\overline{X} - \mu_0}{\dfrac{S}{\sqrt{n}}}$

$= \dfrac{154.75 - 190}{\dfrac{59.64}{\sqrt{20}}} = -2.64$

เปิดตารางที่ 6 ในภาคผนวกได้ค่าวิกฤต $t = \pm\ 2.861$ ที่ $df = 19$ และ $\alpha = 0.01$

การตัดสินใจ ยอมรับ H_0 เนื่องจากค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าวิกฤต

สรุปได้ว่า รายได้โดยเฉลี่ยต่อวันของคนในชุมชนนั้นเท่ากับ 190 บาทที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
รายได้	20	154.7500	59.63651	13.33513

รายได้เฉลี่ยของคนในชุมชน 20 คน = 154.75 บาท

จำนวนคนในชุมชนที่สุ่มตัวอย่าง = 20 คน

One-Sample Test

	Test Value = 190					
					99% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
รายได้	-2.643	19	.016	-35.2500	-73.4009	2.9009

ค่า t ที่คำนวณได้

ค่า Sig >α (0.01) $\therefore$ ไม่ Sig

แสดงว่า ยอมรับ H_0 (μ = 190)

ภาพที่ 5.5 ผลลัพธ์การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 1 กลุ่มแบบสองทาง

ที่มา : ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ตัวอย่างที่ 5.5 จากตัวอย่างที่ 5.3 จงทดสอบว่ารายได้โดยเฉลี่ยต่อวันของคนในชุมชนนั้นไม่ต่ำกว่า 190 บาทจริงหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีทำ

สมมุติฐาน $H_0 : \mu \geq 190$

$H_1 : \mu < 190$

จากโจทย์ $\mu = 190$, $n = 20$, $\alpha = 0.01$ และหาค่าสถิติ $t = -2.64$

เปิดตารางที่ 6 ในภาคผนวกได้ค่าวิกฤต $t = -2.539$ ที่ $df = 19$ และ $\alpha = 0.01$

การตัดสินใจ ปฏิเสธ H_0 เนื่องจากค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤต

สรุปได้ว่า รายได้โดยเฉลี่ยต่อวันของคนในชุมชนนั้นน้อยกว่า 190 บาท ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Test

	Test Value = 190					
					99% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
รายได้	-2.643	19	.016	-35.2500	-73.4009	2.9009

ค่า Sig (1- tailed) $= \frac{0.016}{2} = .008 < \alpha\ (0.05)$

แสดงว่า Sig คือ Reject H_0 (μ<190)

ภาพที่ 5.6 ผลลัพธ์การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 1 กลุ่มแบบทางเดียว

ที่มา : ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

5.9.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง2กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน

ในการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับผลต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกันว่าแตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยใช้การทดสอบซึ่งเรียกว่า การทดสอบ t ที่เป็นอิสระจากกัน (t independent sample test) เช่น ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติธุรกิจของนักศึกษา 2 กลุ่ม ที่มีการเรียน 2 แบบ คือ แบบที่ 1 การสอนแบบปกติ และแบบที่ 2 การสอนแบบ E-learning ผู้วิจัยต้องการทดสอบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ E-learning จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่

ได้รับการสอนแบบปกติหรือไม่ ในกรณีนี้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มเป็นอิสระจากกันเราสามารถดำเนินการตั้งสมมุติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\left.\begin{array}{l} H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{array}\right\} \text{ ทดสอบ 2 ทาง}$$

$$\left.\begin{array}{l} H_1 : \mu_1 < \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 > \mu_2 \end{array}\right\} \text{ ทดสอบทางเดียว}$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1) สถิติทดสอบ Z โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นคือ ประชากรทั้ง 2 กลุ่มต้องมีการแจกแจงแบบปกติ และถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่พอสอดคล้องกับทฤษฎีลิมิตสู่ส่วนกลาง

สูตร $$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.3)$$

เมื่อ μ_1 = ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 1

μ_2 = ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 2

$\overline{X}_1$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$\overline{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

σ_1^2 = ความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1

σ_2^2 = ความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 2

n_1 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_2 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

กรณีที่ไม่ทราบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเราสามารถประมาณ σ_1 และ σ_2 ด้วย S_1 และ S_2 โดยที่ S_1 และ S_2 หมายถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ได้สูตรการคำนวณ

$$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.4)$$

2) สถิติทดสอบ t มีข้อตกลงเบื้องต้นคือประชากรทั้ง 2 กลุ่มต้องมีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนของประชากรทั้งสองไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในขั้นตอนแรกผู้วิจัยต้องตรวจสอบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีความแปรปรวนของข้อมูลแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้สูตรการคำนวณของ F-test ตั้งสมมุติฐาน ดังนี้

H_0 : กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีความแปรปรวนของข้อมูลไม่แตกต่างกัน

H_1 : กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีความแปรปรวนของข้อมูลแตกต่างกัน

สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ เมื่อ $df_1 = n_1 - 1,\ df_2 = n_2 - 1$

จากการคำนวณค่า F นำมาตัดสินใจโดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต F_{α, df_1, df_2} ถ้า F ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าวิกฤต แปลผลว่ายอมรับ H_0 แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ต้องใช้สูตรการคำนวณ t ที่เป็นความแปรปรวนร่วม (pooled variance) แต่ถ้า F ที่ได้จากการคำนวณมากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤตแปลผลว่า ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน ต้องใช้สูตรการคำนวณ t ที่เป็นแบบความแปรปรวนที่แตกต่างกัน (separate variance) ซึ่งแบ่งการใช้สูตร t ในการคำนวณ คือ

2.1) t-test กรณีข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่า “กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมาจากกลุ่มประชากรเดียวกันหรือมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน” $(\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2)$ (Chase, 1979, p.) จากสูตรการหา ความคลาดเคลื่อนของการแจกแจงของผลต่างของค่าเฉลี่ย

$$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

$$= \sqrt{\sigma^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)};\left(\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2\right)$$

และผู้วิจัยไม่สามารถหาค่า σ^2 ได้ จึงใช้ S^2 เป็นค่าประมาณที่ปราศจากความลำเอียงของ σ^2 ได้ และ S_1^2 และ S_2^2 ต่างเป็นค่าประมาณที่ปราศจากความลำเอียง (unbiased estimator) ของ σ_1^2 และ σ_2^2 ตามลำดับ (Kohout, 1974, p.) ซึ่งสามารถนำไปหาค่าความแปรปรวนร่วมได้ (S_p^2) จากสูตร $S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$

จะได้สูตร $$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left\{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right\}}}$$ เมื่อ $df = n_1 + n_2 - 1$

…… (5.5)

2.2) t-test กรณีค่าความแปรปรวนของประชากรแตกต่างกัน $(\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2)$ จึงไม่สามารถใช้ค่าความแปรปรวนร่วมได้ จึงต้องประมาณค่า σ_1^2 และ σ_2^2 ด้วย S_1^2 และ S_2^2 จากสูตรการหาความคลาดเคลื่อนของการแจกแจงของผลต่างของค่าเฉลี่ย $\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$ จะประมาณค่าได้เป็น $\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$

จะได้สูตร $t = \dfrac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\dfrac{S_1^2}{n_1} + \dfrac{S_2^2}{n_2}}}$ เมื่อ $df = \dfrac{\left((S_1^2/n_1)^2 + (S_2^2/n_2)^2\right)^2}{\dfrac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} - \dfrac{(S_2^2/n_2)^2}{n_{2-1}}}$ …….. (5.6)

(Wesrs, 1995, p.382)

ตัวอย่างที่ 5.6 จากการเปรียบเทียบรายได้พิเศษโดยเฉลี่ยของครูในชนบทกับครูที่อยู่ในเมืองปรากฏว่าครูในชนบทจำนวน 70 คนมีรายได้เฉลี่ยเดือนละ 1550 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 102 บาท และครูที่อยู่ในเมืองจำนวน 50 คน รายได้เฉลี่ยเดือนละ 2200 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 110 บาท จงทดสอบว่ารายได้พิเศษโดยเฉลี่ยของครูที่อยู่ในเมืองมากกว่าครูในชนบทหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีทำ

ให้ μ_1 เป็นรายได้พิเศษโดยเฉลี่ยของครูที่อยู่ในเมือง

μ_2 เป็นรายได้พิเศษโดยเฉลี่ยของครูที่อยู่ในชนบท

สมมุติฐาน $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การทดสอบ จากโจทย์ $n_1 = 50$, $n_2 = 70$, $\overline{X}_1 = 2200$, $\overline{X}_2 = 1550$, $S_1 = 110$, $S_2 = 102$

จากสูตร $$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\dfrac{s_1^2}{n_1} + \dfrac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$= \frac{(2200 - 1550) - 0}{\sqrt{110^2/50 + 102^2/70}} = \frac{650}{19.7643} = 32.89$$

หาค่าวิกฤตได้จากการเปิดตารางที่ 2 ในภาคผนวกเมื่อ $\alpha = 0.05$ ได้ค่า $Z = 1.645$

การตัดสินใจ ปฏิเสธ H_0 เนื่องจากค่า Z ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต

นั่นคือ รายได้พิเศษโดยเฉลี่ยของครูที่อยู่ในเมืองมากกว่าครูในชนบทที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวอย่างที่ 5.7 ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการหาความเข้มข้นของสารชนิดหนึ่งโดยวิธีแรกเป็นวิธีมาตรฐานแต่ใช้เวลานานในการวิเคราะห์ ส่วนวิธีที่ 2 เป็นการใช้สารเคมีช่วยในการวิเคราะห์ซึ่งใช้เวลาสั้นมากแต่มีแนวโน้มอาจมีความแม่นยำน้อยกว่า ผู้วิจัยต้องการทราบว่าวิธีการทั้งสองมีความแตกต่างในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารสกัดดังกล่าวหรือไม่ โดยมีข้อมูล ดังนี้

วิธีที่ 1 : 25 24 25 26 20 และ วิธีที่ 2 : 23 18 22 28 17 25 19 16

วิธีทำ

ให้ μ_1 เป็นเวลาเฉลี่ยของวิธีการหาความเข้มข้นของสารชนิดหนึ่งโดยวิธีมาตรฐาน

μ_2 เป็นเวลาเฉลี่ยของวิธีการหาความเข้มข้นของสารชนิดหนึ่งโดยวิธีใช้สารเคมี

สมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การทดสอบ จากโจทย์ $n_1 = 5, n_2 = 8$, และหาค่า $\overline{X}_1 = 24$, $\overline{X}_2 = 21$, $S_1 = 2.35$, $S_2 = 4.21$

จากสูตร

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left\{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right\}}}$$

$$= \frac{24-21}{\sqrt{\frac{(5-1)(2.35)^2 + (8-1)(4.21)^2}{(5+8)-2}\left\{\frac{1}{5}+\frac{1}{8}\right\}}}$$

$$= \frac{3}{2.078} = 1.44$$

หาค่าวิกฤตได้จากการเปิดตารางที่ 6 ในภาคผนวกเมื่อ $\alpha = 0.05$ df =11 ได้ค่า $t = \pm 2.201$

การตัดสินใจ ยอมรับ H_0 เนื่องจากค่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต

สรุปได้ว่า เวลาเฉลี่ยของวิธีการหาความเข้มข้นของสารชนิดหนึ่งโดยวิธีมาตรฐานและวิธีใช้สารเคมีไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป

Group Statistics

	TYPE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ANALYSIS	a	5	24.0000	2.34521	1.04881
	b	8	21.0000	4.20883	1.48805

จำนวนของสาร 2 ชนิดที่ใช้ทดสอบ เท่ากับ 5 และ 8

ความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของสาร ทั้ง 2 ชนิดเท่ากับ 24 และ 21

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ANALYSIS	Equal variances assumed	3.471	.089	1.444	11	.176	3.0000	2.07693	-1.57129	7.57129
	Equal variances not assumed			1.648	10.952	.128	3.0000	1.82052	-1.00906	7.00906

ค่า Sig > α (0.05) ⟶ ไม่ Sig

$\therefore$ ยอมรับ $H_0\left(\sigma_1^2 = \sigma_2^2\right)$

ผลต่างค่าเฉลี่ยโดยประมาณ (แบบช่วง) ของความเข้มข้นโดยวิธีการหาทั้ง 2 วิธี อยู่ในช่วง -1.58 ถึง 7.57

ค่า Sig > α (0.05) ⟶ ไม่ Sig

$\therefore$ ยอมรับ $H_0\left(\mu_1 - \mu_2 = 0\right)$

ภาพที่ 5.7 ผลลัพธ์การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน

ที่มา : ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

5.9.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน

ในการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม บางครั้งกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบไม่เป็นอิสระกัน เช่น ผู้วิจัยต้องการทดสอบน้ำหนักเฉลี่ยของคนก่อนและหลังทานยาลดน้ำหนัก หรือเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตของคนงานก่อนได้รับการฝึกกับหลังการได้รับการฝึก ถ้าใช้หน่วยตัวอย่างต่างกลุ่มประชากรมาเปรียบเทียบจะทำไม่ได้ จำเป็นต้องใช้หน่วยตัวอย่างชุดเดิม หรือคล้ายกันมากที่สุด เรียกว่า เป็นการเลือกตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน (dependent sample) เราเรียกการทดสอบนี้ว่า การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน (related sample t-test) และสามารถดำเนินการตั้งสมมุติฐานดังนี้

$$\left.\begin{array}{l} \text{ก.}\ H_0 : \mu_d = k \\ \quad H_1 : \mu_d > k \\ \text{ข.}\ H_0 : \mu_d = k \\ \quad H_1 : \mu_d < k \end{array}\right] \quad \text{แบบทางเดียว}$$

$$\left.\begin{array}{l} \text{ค.}\ H_0 : \mu_d = k \\ \quad H_1 : \mu_d \neq k \end{array}\right] \quad \text{แบบสองทาง}$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ $t = \dfrac{\bar{d} - \mu_d}{\dfrac{s_d}{\sqrt{n}}}$ เมื่อ df = n – 1 …….. (5.7)

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของข้อมูล n คู่

$= \dfrac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n}$, d_i คือ ผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

μ_d = ค่าเฉลี่ยของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่ของประชากร

S_d = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างของข้อมูลแต่ละคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

$= \sqrt{\dfrac{n\sum d_i^2 - \left(\sum d_i\right)^2}{n(n-1)}}$ หรือ $= \sqrt{\dfrac{\sum\left(d_i - \bar{d}\right)^2}{n-1}}$

n = จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 5.8 สุ่มนักศึกษา 6 คน จากนักเรียนที่เรียนวิชาพลศึกษาและวัดการเต้นชีพจรก่อนและหลังการวิ่ง 50 เมตร ได้ผลการเต้นชีพจรดังนี้ (หน่วยเป็นครั้งต่อนาที) ต้องการสมมุติฐานว่าภายหลังการวิ่ง 50 เมตร แล้วการเต้นชีพจรจะสูงขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ก่อนวิ่ง	หลังวิ่ง
74	83
87	96
74	97
96	110
103	130
82	96

วิธีทำ

ให้ μ_d เป็นผลต่างของการเต้นชีพจรหลังและก่อนการวิ่ง 50 เมตร

สมมุติฐาน H_0: $\mu_d = 0$

H_1: $\mu_d > 0$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การทดสอบ จากโจทย์ n = 6 และหาค่า $\bar{d} = 16$

$$S_d^2 = \frac{n\sum d_i^2 - \left(\sum d_i\right)^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{6(1812) - (96)^2}{6(15)}$$

$$= 55.2$$

$$S_d = 7.43$$

$$\because \quad t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{16 - 0}{\frac{7.43}{\sqrt{6}}}$$

$$= 5.27$$

หาค่าวิกฤตได้จากการเปิดตารางที่ 6 ในภาคผนวกเมื่อ $\alpha = 0.05$ และ df = 5 ได้ค่า t = 2.01

การตัดสินใจ ปฏิเสธ H_0 เนื่องจากค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต

นั่นคือ การเต้นของชีพจรของนักศึกษาทั้งหมดจะสูงขึ้นหลังจากการวิ่ง 50 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวอย่างที่ 5.8 จากการประเมินผลการเรียนของนักศึกษาจำนวน 25 คนในวิชาการวิจัยเบื้องต้นโดยใช้วิธีการสอน 2 รูปแบบ คือ การสอนแบบปกติ และการสอนแบบ E-learning ผู้วิจัยต้องการทดสอบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ E-learning จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติหรือไม่

แบบปกติ : 85 57 59 60 54 71 73 72 60 49 55 56 65 66 67 71 73 75 48 59 68 66 73 70 75

แบบ E-learning : 79 80 82 71 83 85 79 68 64 73 77 74 68 61 70 78 83 85 49 72 79 69 55 80 69

วิธีทำ

ให้ μ_d เป็นผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ E-learning และแบบปกติ

สมมุติฐาน H_0: $\mu_d = 0$

H_1: $\mu_d > 0$

การทดสอบ จากโจทย์ n = 6 และหาค่า $\bar{d} = 8.24$, $S_d = 11.29$

ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

จากสูตร $$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{8.24 - 0}{11.29/5} = 3.65$$

หาค่าวิกฤตได้จากการเปิดตารางที่ 6 ในภาคผนวกเมื่อ $\alpha = 0.05$ และ df = 24 ได้ค่า t = 1.71

การตัดสินใจ ปฏิเสธ H_0 เนื่องจากค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต

นั่นคือ ผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ E-learning และแบบปกติของนักศึกษาทั้งหมดในวิชาการวิจัยเบื้องต้นจะสูงขึ้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป

จำนวน น.ศ. ที่ได้รับการสอนทั้ง 2 วิธี คือ แบบปกติ ,แบบ ELEARN แบบละ 25 คน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	แบบปกติ	65.0800	25	9.09634	1.81927
	ELEARN	73.3200	25	9.20923	1.84185

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 แบบปกติ & ELEARN	25	.239	.249

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 แบบปกติ - ELEARN	-8.2400	11.28893	2.25779	-12.8998	-3.5802	-3.650	24	.001

ค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการสอนทั้ง 2 วิธี (μ_d)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ของการสอนทั้ง 2 วิธี (S_d)

ค่า Sig (1-tailed) = $\frac{.001}{2}$

= .0005 < α (0.05) ⟶ Sig

$\therefore$ Reject H_0 (สรุปว่า $\mu_d > 0$)

ภาพที่ 5.8 ผลลัพธ์การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นสัมพันธ์กัน

ที่มา : ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

5.10 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิจัย จะช่วยทำให้ผู้วิจัยสะดวกและประหยัดเวลาในการคิดคำนวณ เพราะบางครั้งการใช้สูตรในการคำนวณอาจไม่คุ้นเคยกับสัญลักษณ์ และตัวแปรที่มีมาก การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจึงทำให้ได้คำตอบการวิจัยที่ถูกต้อง แต่ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการใช้คำสั่งในการทดสอบค่าสถิติ และการแปลผลลัพธ์ให้ถูกต้อง ดังนี้ คือ

5.10.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเทียบกับค่าเฉลี่ยของประชากรหรือค่าคงที่ในทฤษฎี

การตรวจสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประชากรหรือค่าคงที่ในทฤษฎี ใช้คำสั่งดังนี้

คำสั่ง Analyze ⟶ Compare Means ⟶ One-Sample T test…

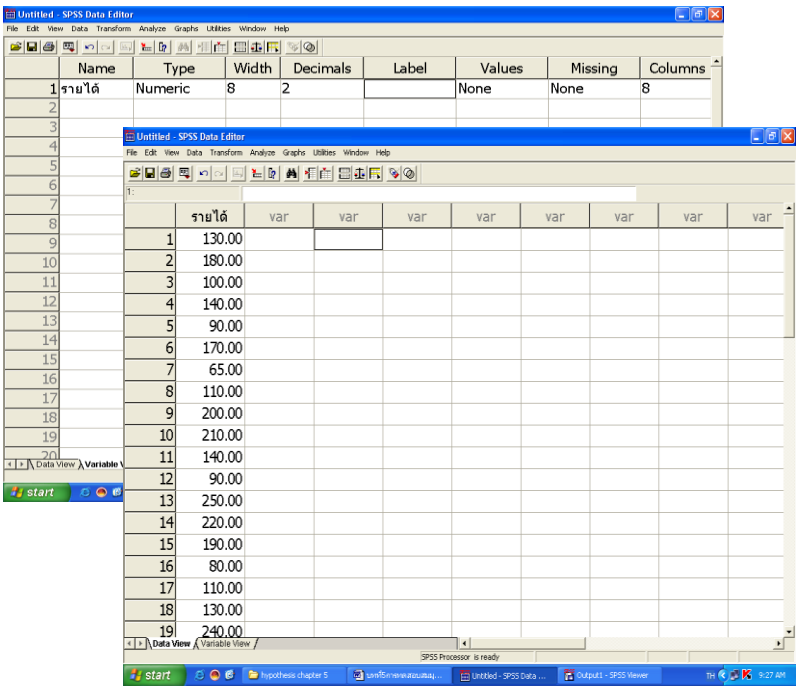
ตัวอย่างที่ 5.9 จากตัวอย่างที่ 5.4 จงทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

วิธีทำ

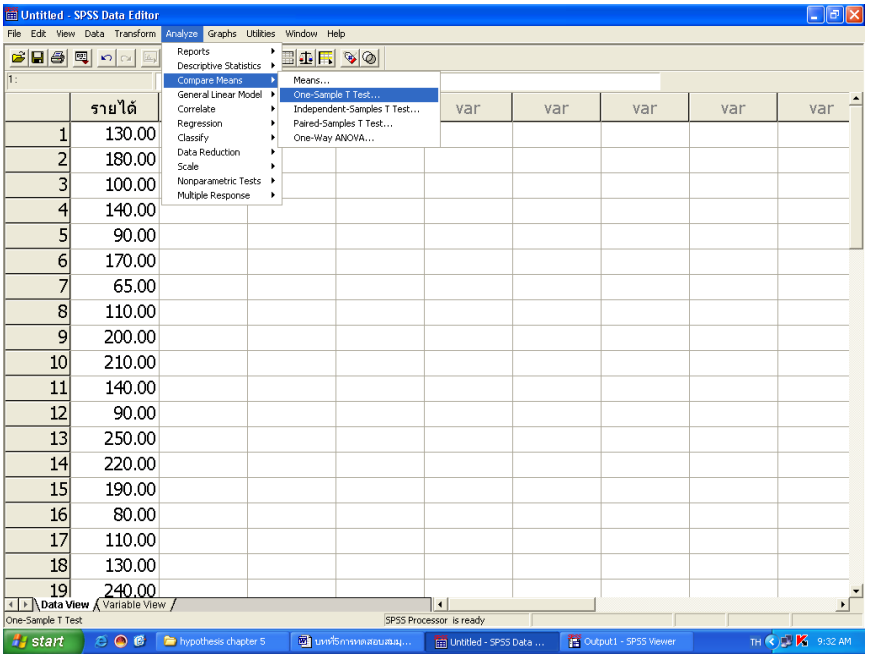
จากโจทย์หลังจากตั้งสมมุติฐานแล้ว มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) เข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์

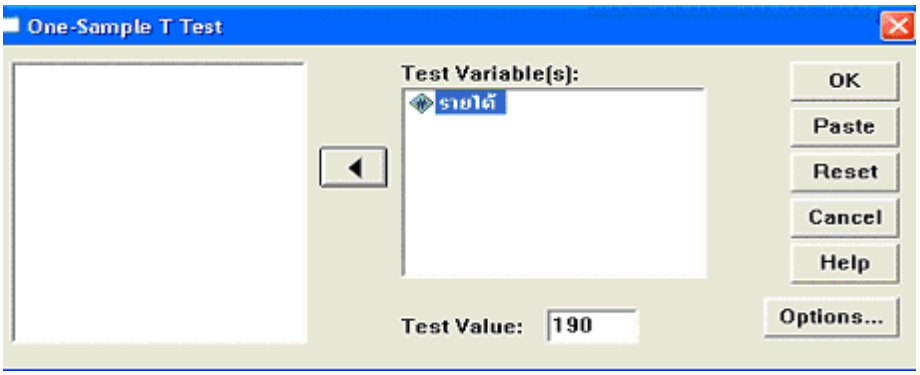
2) บันทึกข้อมูลลงใน Variable View และ Data View โดยกำหนดให้ตัวแปรรายได้ เป็นรายได้เฉลี่ยต่อวันของคนในชุมชนหนึ่ง (บาท)



3) ไปที่เมนูคำสั่งเลือกAnalyze ⟶ Compare Means ⟶ One-Sample T test…



4) เลือกตัวแปรรายได้ (บาท) ไปไว้ในช่อง Test Variable List ที่ Test Value ใส่ค่าเกณฑ์ที่ต้องการเปรียบเทียบ คือ 190



5) เมื่อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ แล้ว คลิกปุ่ม OK

ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
รายได้	20	154.7500	59.63651	13.33513

One-Sample Test

	Test Value = 190					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
รายได้	-2.643	19	.016	-35.2500	-63.1607	-7.3393

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
รายได้	20	154.7500	59.63651	13.33513

ภาพที่ 5.9 ผลลัพธ์การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเทียบกับประชากร

ที่มา : ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

5.10.2 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกันใช้คำสั่ง ดังนี้

คำสั่ง Analyze ⟶ Compare Means ⟶ One-Sample T test…

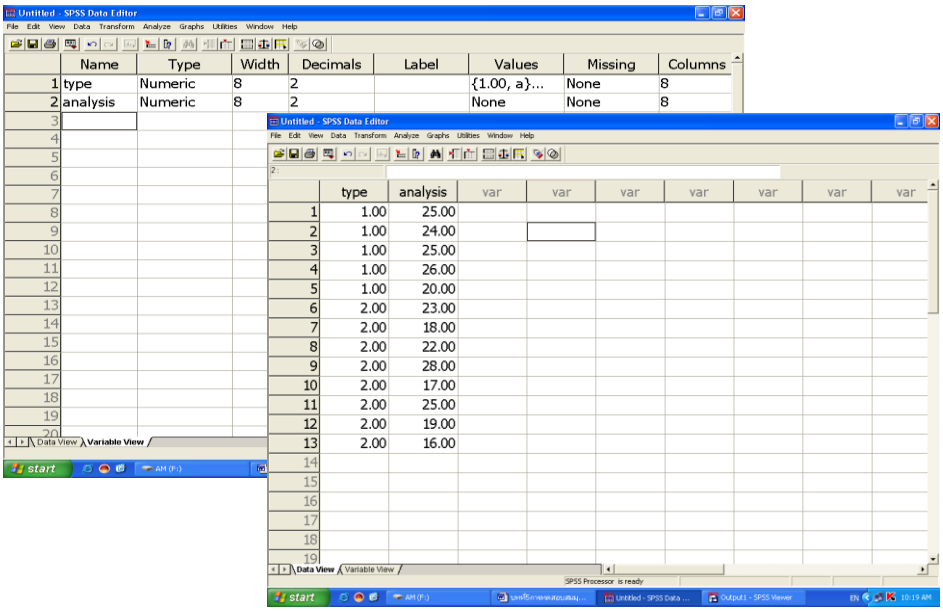
ตัวอย่างที่ 5.9 จากตัวอย่างที่ 5.7 จงทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

วิธีทำ

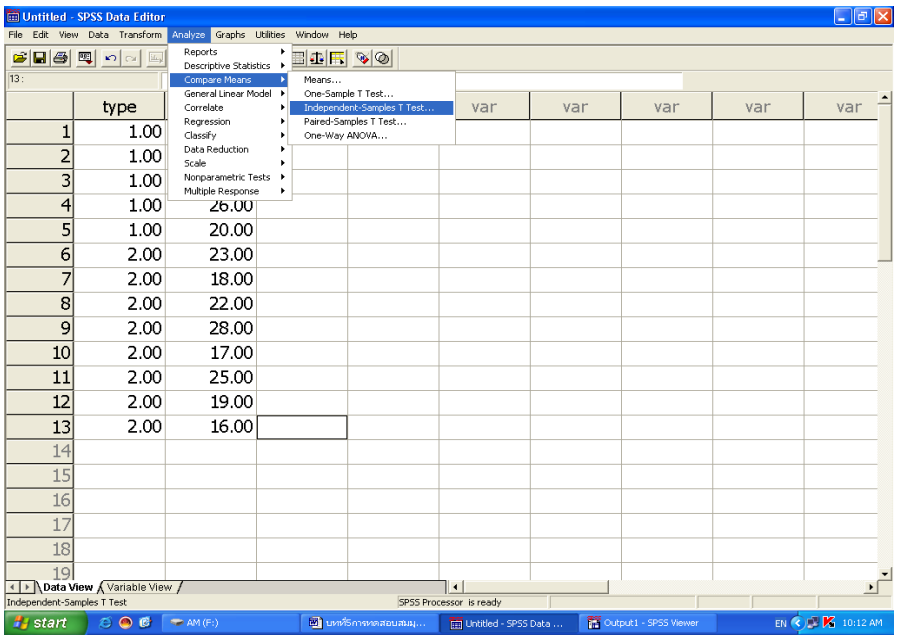
จากโจทย์หลังจากตั้งสมมุติฐานแล้ว มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) เข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์

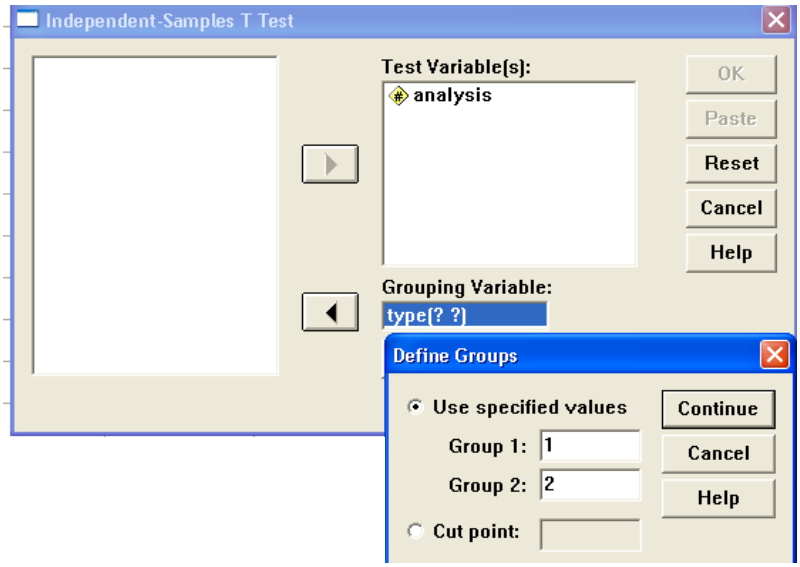
2) บันทึกข้อมูลลงใน Variable View โดยกำหนดให้ a เป็นวิธีการหาความเข้มข้นของสารแบบมาตรฐาน และ b เป็นวิธีการหาความเข้มข้นของสารแบบใช้สารเคมี



3) ไปที่เมนูคำสั่งเลือกAnalyze ⟶ Compare Means ⟶ Independent - Samples T test



4) เลือกตัวแปรanalysis ไปไว้ในช่อง Test Variable (S): ที่ช่อง Grouping Variable: เลือกตัวแปรType เข้าไป โดยที่ช่อง Define Groups: Groups1 ใส่ค่า 1 และ Groups2 ใส่ค่า 2 แล้วกด Continue



5) เมื่อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ แล้ว คลิกปุ่ม OK

ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป

Group Statistics

	TYPE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ANALYSIS	a	5	24.0000	2.34521	1.04881
	b	8	21.0000	4.20883	1.48805

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ANALYSIS	Equal variances assumed	3.471	.089	1.444	11	.176	3.0000	2.07693	-1.57129	7.57129
	Equal variances not assumed			1.648	10.952	.128	3.0000	1.82052	-1.00906	7.00906

ภาพที่ 5.10 ผลลัพธ์การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน

ที่มา : ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

5.10.3 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กันใช้คำสั่ง ดังนี้

คำสั่ง Analyze ⟶ Compare Means ⟶ Paired-Sample T test…

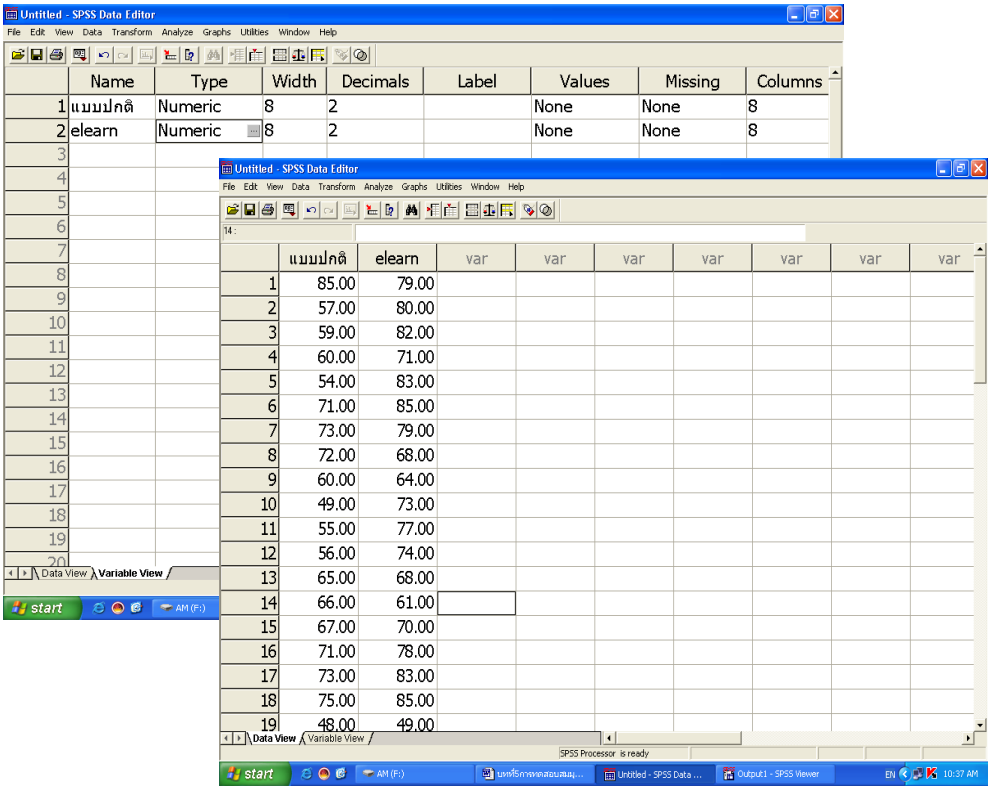
ตัวอย่างที่ 5.10 จากตัวอย่างที่ 5.8 จงทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

วิธีทำ

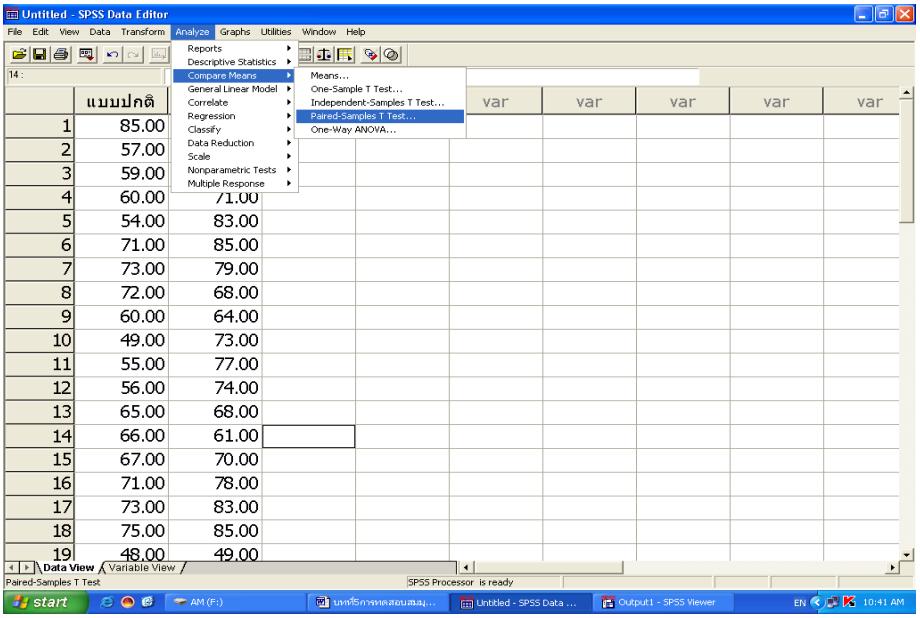
จากโจทย์หลังจากตั้งสมมุติฐานแล้ว มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) เข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์

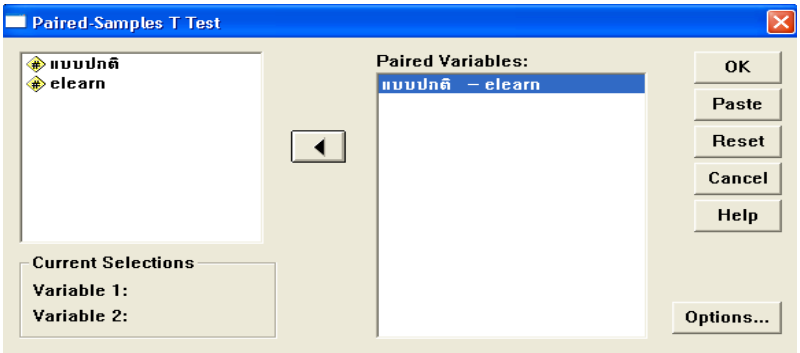
2) บันทึกข้อมูลลงใน Variable View และ Data View



3) ไปที่เมนูคำสั่งเลือกAnalyze ⟶ Compare Means ⟶ Paired-Sample T test…



4) ที่ช่อง Paired Variables: เลือกตัวแปรแบบปกติ และตัวแปร elearn



5) เมื่อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ แล้ว คลิกปุ่ม OK

ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	แบบปกติ	65.0800	25	9.09634	1.81927
	ELEARN	73.3200	25	9.20923	1.84185

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	แบบปกติ & ELEARN	25	.239	.249

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	แบบปกติ - ELEARN	-8.2400	11.28893	2.25779	-12.8998	-3.5802	-3.650	24	.001

ภาพที่ 5.11 ผลลัพธ์การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน

ที่มา : ผลลัพธ์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

5.11 ตัวอย่างงานวิจัย

การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรไม่ว่าจะเป็น 1 หรือ 2 กลุ่ม มักพบได้ในงานวิจัยทั่วๆไป ดังนี้

1) ชื่องานวิจัย "ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเปิดรับสื่อเพื่อการสื่อสารการตลาดกับความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการท่องเที่ยวไทยในโครงการไทยเที่ยวไทย" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเปิดรับสื่อเพื่อการสื่อสารการตลาด กับความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการท่องเที่ยวไทยในโครงการไทยเที่ยวไทย จำแนกตามลักษณะทางประชาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการเปิดรับสื่อเพื่อการสื่อสารการตลาดผ่านสื่อต่างๆของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ ดังตาราง

เพศ	$\bar{x}$	S.D.	t	P-Value
ชาย	2.30	0.910	-0.556	0.579
หญิง	2.36	0.998		

P > 0.05

จากตาราง พบว่า เพศชายและเพศหญิงมีพฤติกรรมการเปิดรับสื่อเพื่อการสื่อสารการตลาดจากเครื่องมือการสื่อสารการตลาดหลัก คือการโฆษณา การประชาสัมพันธ์ และการส่งเสริมการตลาดผ่านสื่อต่างๆ **ไม่แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2) ชื่องานวิจัย "พฤติกรรมและค่านิยมในการบริโภคข่าวสารจากสื่อในช่วงวิกฤติเศรษฐกิจของนิสิตนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่านิยมของนิสิตนักศึกษาในการบริโภคข่าวสารจากสื่อในช่วงวิกฤติเศรษฐกิจ (ค่านิยมได้แก่ ค่านิยมเชิงสัญญะ : ด้านข่าวสาร ปริมาณ ความถี่ และค่านิยมเชิงอรรถประโยชน์ : ด้านความรู้รอบตัว สังคม บันเทิง)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

เปรียบเทียบความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาที่มีต่อค่านิยมในการบริโภคข่าวสารจากสื่อดังตาราง

ปัจจัยที่เป็นค่านิยมในการเลือกบริโภคข่าวสาร	$\bar{x}$	S.D.	t	P-Value
ค่านิยมเชิงสัญญะ	3.28	0.528	1.867	0.159
ค่านิยมเชิงอรรถประโยชน์	4.10	0.158		

P > 0.05

จากตารางพบว่านิสิตนักศึกษาให้น้ำหนักกับปัจจัยที่เป็นค่านิยมในการเลือกบริโภคข่าวสารทั้ง 2 **ไม่แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3) ชื่องานวิจัย "การเปิดรับสื่อ ความรู้ ทัศนคติ กับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม : ศึกษาเฉพาะกรณีนิสิตชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของนิสิตชั้นปีที่4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำแนกตามลักษณะส่วนบุคคล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

เปรียบเทียบพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของนิสิตชั้นปีที่4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำแนกตามคณะวิชา ดังตาราง

คณะวิชา	$\bar{x}$	S.D.	t	P-Value
กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	36.18	4.60	-2.945*	0.003
กลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์	37.47	4.08		

*$P < 0.05$

จากตาราง พบว่า นิสิตในกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและกลุ่มสาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์มีพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม **แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

4) ชื่องานวิจัย "ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการของลูกค้าที่เคาน์เตอร์ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรสาขาสมุทรสาคร" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้บริการของลูกค้าที่เคาน์เตอร์ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรสาขาสมุทรสาคร จำแนกตามปัจจัยทางด้านประชากรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

เปรียบเทียบความพึงพอใจของลูกค้าในการใช้บริการของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรสาขาสมุทรสาคร ดังตาราง

ตัวแปรที่ศึกษา	เพศ	$\bar{x}$	S.D.	t	P-Value
ความพึงพอใจในการใช้บริการของลูกค้า	ชาย	4.35	0.369	0.504	0.615
โดยรวม	หญิง	4.32	0.403		

$P > 0.05$

จากตาราง ความพึงพอใจในการใช้บริการของลูกค้าโดยรวม ผลการเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิงของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ independent t-test ในการทดสอบ พบว่า ความพึงพอใจในการใช้บริการโดยรวมมีค่า probability (P) เท่ากับ 0.615 ซึ่งมากกว่าค่า 0.05 นั่นคือ

ยอมรับสมมุติฐานหลัก (H_0) และปฏิเสธสมมุติฐานรอง (H_1) หมายความว่าเพศที่แตกต่างกันมีความพึงพอใจในการใช้บริการของธนาคารโดยรวม **ไม่แตกต่างกัน**อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

5) ชื่องานวิจัย "ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามปัจจัยทางด้านประชากรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

เปรียบเทียบพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามเพศ ดังตาราง

พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวไทย	เพศ	$\bar{x}$	S.D.	t	P-Value
1.จำนวนคนที่เดินทางมาด้วยกัน	ชาย	6.36	4.740	380.636*	0.023
	หญิง	8.43	4.788		
2.จำนวนวันที่ท่องเที่ยวในเกาะสมุย	ชาย	5.18	4.437	395.16*	0.002
	หญิง	7.15	5.370		
3.ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการท่องเที่ยว	ชาย	5406.80	3894.00	389.414*	0.004
	หญิง	7140.32	7100.19		
4.จำนวนครั้งที่เดินทางมาท่องเที่ยวใน	ชาย	2.27	1.974	334.663*	0.000
รอบ1 ปี	หญิง	4.45	2.996		
5.แนวโน้มในการเดินทางมาท่องเที่ยว	ชาย	6.40	0.941	362.599*	0.020
อีกในอนาคต	หญิง	6.15	1.192		

*$P < 0.05$

จากตารางผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบเพศกับพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้สถิติ independent t-test ในการทดสอบ พบว่าพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย มีค่า probability (P) เท่ากับ 0.002 0.004 0.000 และ 0.020 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่า 0.05 นั่นคือ ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก (H_0) และยอมรับสมมุติฐานรอง (H_1) หมายความว่า เพศที่แตกต่างกันมีพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี **แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

5.12 สรุป

การทดสอบสมมุติฐานเป็นกระบวนการตรวจสอบสิ่งที่ผู้วิจัยคาดเดาคำตอบล่วงหน้าในการทำวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่วางไว้ โดยสมมุติฐานมี 2 ประเภท คือ สมมุติฐานทางการวิจัยและสมมุติฐานทางสถิติ ซึ่งสมมุติฐานทางสถิติที่เขียนในรูปแบบของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มี 2 ชนิดคือ สมมุติฐานหลักและสมมุติฐานแย้ง โดยการทดสอบสมมุติฐานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การทดสอบแบบข้างเดียวหรือทางเดียว และการทดสอบแบบสองทางหรือสองหาง โดยทำการทดสอบเพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด นั่นคือให้เกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 (α) เป็นความผิดพลาดที่ปฏิเสธสมมุติฐานหลักทั้งๆที่เป็นจริงหรือเรียกอีกแบบหนึ่งว่า “ระดับนัยสำคัญ ” รวมทั้งลดการเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 2 (β) เพราะเป็นความผิดพลาดในการยอมรับสมมุติฐานหลักโดยที่สมมุติฐานหลักไม่เป็นจริง

การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรทำได้ 3 รูปแบบ คือ การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากร 1 กลุ่มเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ต้องการพิสูจน์ (one sample t-test) การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (two sample independent t-test) และการทดสอบค่าเฉลี่ยประชากร 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน (two sample dependent t-test)

5.12 คำถามทบทวน

1. จงอธิบายการทดสอบสมมุติฐานแบบทางเดียวและแบบสองทางว่าแตกต่างกันอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างประกอบคำอธิบายด้วย

2. ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทดสอบสมมุติฐานว่ามีกี่ประเภท อะไรบ้าง

3. จากข้อความต่อไปนี้ จงตั้งสมมุติฐานทางสถิติ และบอกด้วยว่าเป็นการทดสอบแบบใด

   3.1 รายได้เฉลี่ยของเกษตรไทยไม่มากกว่า 6,000 บาทต่อเดือน

   3.2 ปุ๋ยยี่ห้อ ก. ให้ผลผลิตทางการเกษตรน้อยกว่าปุ๋ยยี่ห้อ ข.

   3.3 ค่าใช้จ่ายรายเดือนของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งไม่ต่ำกว่า 5,500 บาท

   3.4 อายุการใช้งานเฉลี่ยของถ่านไฟฉายยี่ห้อหนึ่งไม่ต่ำกว่า 150 ชั่วโมง

   3.5 คะแนนเฉลี่ยวิชาสถิติธุรกิจของนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์เกิน 75 คะแนน

4. ยอดขายเฉลี่ยต่อวันของร้านค้าขายปลีกในชุมชนแห่งหนึ่งเท่ากับ 8,000 บาท และมีการแจกแจงของยอดขายเป็นแบบปกติ ถ้าในรอบเดือนที่ผ่านมาร้านขายปลีกร้านหนึ่งในชุมชนนี้มียอดขายเฉลี่ยเท่ากับ 6,500 บาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 125 บาท จงทดสอบสมมุติฐาน

ว่าร้านค้าขายปลีกร้านนี้มียอดขายเฉลี่ยต่ำกว่ายอดขายเฉลี่ยของร้านค้าขายปลีกทั้งหมดในชุมชนนี้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 หรือไม่

5. บริษัทผลิตเครื่องซักผ้าที่ใช้ภายในบ้านโฆษณาว่าอายุการใช้งานของตัวเครื่องที่ผลิตยี่ห้อนี้จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 7 ปี เพื่อพิสูจน์คำโฆษณาดังกล่าว จึงสุ่มตัวอย่างลูกค้าที่ใช้เครื่องซักผ้ายี่ห้อดังกล่าว 18 เครื่อง พบว่า อายุการใช้งานของตัวเครื่องโดยเฉลี่ย 5.5 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.5 ปี จงทดสอบว่า บริษัทแห่งนี้โฆษณาเกินความจริงหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

6. สุ่มตัวอย่างสินค้า 150 ชิ้นพบว่าน้ำหนักโดยเฉลี่ย 8.9 กิโลกรัม มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.2 กิโลกรัม จงทดสอบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของสินค้าชนิดนี้มากกว่า 10.5 กิโลกรัมหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

7. บริษัทแห่งหนึ่งเชื่อว่าคนงานมาทำงานสายโดยเฉลี่ยมากกว่า 5 นาที จากการตรวจสอบเวลาของคนงานที่มาสายโดยการสุ่มคนงานจำนวน 12 คน ปรากฏว่า วัดเวลาได้ ดังนี้ 2.5 3.5 5.5 4.0 4.0 5.0 2.5 6.0 6.5 4.5 4.8 และ 3.5 นาที จงทดสอบสมมุติฐานว่าความเชื่อขอบริษัทแห่งนี้ถูกต้องหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

8. สุ่มพนักงานในบริษัทแห่งหนึ่งมา 100 คน สอบถามรายได้ต่อเดือนของแต่ละคน ปรากฏว่า มีรายได้เฉลี่ย 19,800 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรายได้เท่ากับ 1,000 บาท จงทดสอบสมมุติฐานว่า พนักงานในบริษัทแห่งนี้มีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 20,000 บาทหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

9. บริษัทแห่งหนึ่งใช้เครื่องจักรประเภทเดียวกันในการผลิตสินค้าชนิดเดียวกัน 2 ยี่ห้อ (X , Y) เจ้าของบริษัทแห่งนี้ต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรทั้ง 2 ยี่ห้อ จึงสุ่มคนงาน 10 คน โดยให้คนงานแต่ละคนใช้เครื่องจักรทั้ง 2 ยี่ห้อ และจดจำนวนสินค้าที่ผลิตได้ในแต่ละวัน ดังตารางข้างล่าง สินค้าที่ผลิตได้จากเครื่องจักรทั้ง 2 ยี่ห้อมีการแจกแจงแบบปกติ จงทดสอบสมมุติฐานว่าเครื่องจักร X และ Yมีประสิทธิภาพในการทำงานแตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คนงานคนที่	จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ในแต่ละวัน	
	เครื่องจักร X	เครื่องจักร Y
1	6	4
2	10	8
3	9	5
4	6	7
5	8	9
6	7	10
7	9	5
8	8	6
9	5	11
10	6	9

10. บริษัทสายการบินแห่งหนึ่งต้องการทดสอบว่า น้ำหนักกระเป๋าโดยเฉลี่ยของผู้โดยสารชายจะมีน้ำหนักมากกว่าน้ำหนักกระเป๋าโดยเฉลี่ยของผู้โดยสารหญิงหรือไม่ จึงได้สุ่มตัวอย่างผู้โดยสารชายและหญิงมาจำนวน 80 คนเท่าๆกัน พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของกระเป๋าเดินทางชายและหญิงเท่ากับ 50 และ 46 กิโลกรัม มีค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเท่ากับ 9 และ 10 กิโลกรัม ตามลำดับ จงทดสอบความเชื่อข้างต้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

11. ต้องการทดสอบสมมุติฐานว่า ส่วนสูงโดยเฉลี่ยของคนไทยไม่ต่ำกว่า 165 ซม. จึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน พบว่า ความสูงเฉลี่ยเป็น 160 ซม. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 ซม. จงทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

12. จากการทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2 โรงโดยการสุ่มตัวอย่างจากนักเรียนทั้งสองโรงจำนวน 40 และ 50 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสองโรงเท่ากับ 60 และ 80 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเท่ากับ 10 และ 5 คะแนนตามลำดับ ถ้าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2 โรงมีการแจกแจงแบบปกติ จะเชื่อได้หรือไม่ว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสองโรงไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

13. จากการทดสอบคะแนนสติปัญญาของนักศึกษาจำนวน 25 คน ที่สุ่มจากนักศึกษาทั้งหมด ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ย 95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 สมมุติว่า คะแนนการทดสอบสติปัญญามีการแจกแจงแบบปกติ จงทดสอบว่าคะแนนการทดสอบสติปัญญาเท่ากับ 100 หรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

14. จากการสำรวจรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของนักศึกษาชายและหญิงในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยทำการสุ่มตัวอย่างนักศึกษาชายจำนวน 18 คนพบว่า รายได้เฉลี่ย 3,250 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 200 บาท และนักศึกษาหญิงจำนวน 25 คน พบว่ารายได้เฉลี่ย 4,050 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 100 บาท จงทดสอบว่า รายได้เฉลี่ยของนักศึกษาชายน้อยกว่านักศึกษาหญิงที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ถ้าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมามีการแจกแจงแบบปกติและทราบว่า ค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกัน

15. ผู้ผลิตหลอดภาพโทรทัศน์ยี่ห้อ A อ้างว่า มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดภาพโทรทัศน์ยี่ห้อ B จึงทำการทดสอบโดยการสุ่มตัวอย่างหลอดภาพโทรทัศน์ทั้งสองยี่ห้อมาจำนวน 17 และ 25 หลอด ตามลำดับ พบว่า มีอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยเป็น 1,200 และ 1,450 ชั่วโมง และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 130 และ 150 ชั่วโมง ตามลำดับ ถ้าทราบว่า ค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันจงทดสอบคำกล่าวอ้างว่าเป็นจริงหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

16. สำรวจการตลาดเกี่ยวกับการจำหน่ายอาหารเสริม 2 ยี่ห้อ (A,B) จากการสุ่มลูกค้าที่มาซื้อผลิตภัณฑ์ทั้งสองยี่ห้อ ปรากฏผลดังตาราง จงทดสอบว่าราคาโดยเฉลี่ยของอาหารเสริม 2 ยี่ห้อแตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อาหารเสริม	จำนวน	ราคาเฉลี่ย	ความแปรปรวน
A	90	45	75
B	85	55	60

เอกสารอ้างอิง

ชัชนันท์ วีระฉายา. (2546). **การเปิดรับสื่อ ความรู้ ทัศนคติ กับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม : ศึกษาเฉพาะกรณีนิสิตชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระดา ภิญโญ. (2542). **หลักสถิติเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ราชภัฏสวนสุนันทา.

ปลื้มใจ สินอากร.(2548). **ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์ธุรกิจมหาบัณฑิต คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

วิลาวัณย์ เรืองปฏิกรณ์. (2546). **ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเปิดรับสื่อเพื่อการสื่อสารการตลาด กับความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการท่องเที่ยวไทยในโครงการไทยเที่ยวไทย.** วิทยานิพนธ์วารสารศาสตรมหาบัณฑิต คณะวารสารศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิโรจน์ ศิริเคารพ. (2544). **พฤติกรรมและค่านิยมในการบริโภคข่าวสารจากสื่อในช่วงวิกฤติเศรษฐกิจของนิสิตนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์นิเทศศาสตรมหาบัณฑิต คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

วันชัย พัววรานุเคราะห์. (2548). **ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้บริการของลูกค้าที่เคาน์เตอร์ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรสาขาสมุทรสาคร.** วิทยานิพนธ์ธุรกิจมหาบัณฑิต คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ปลื้มใจ สินอากร.(2548). **ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวไทยในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์ธุรกิจมหาบัณฑิต คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

Chase, C. I. (1979). **Elementary statistics procedures.** New York: Mc Graw – Hill Book Company.

Kohout, F. J. (1974). **Statistics for behavioral research.** New York: Holt, Rinehart and Winston.

Olson, C.L. (1985). **Essentials of statistics.** Boston: Allyn and Bacon.

Weiss, N. A. (1995). **Introductory statistics.** New York: Addison – Wesley.