The Kolmogorov – Smirnov Test

การใช้ Kolmogorov – Smirnov Test นี้มีลักษณะการใช้ที่แตกต่างจากการทดสอบที่เป็นแบบพาราเมตริกอยู่ตรงที่ข้อมูลมีขีดจำกัด ข้อมูลที่มีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญในการใช้ที่สอดคล้องกับ Kolmogorov – Smirnov Test เช่นนี้แล้ว การใช้นอนพาราเมตริกทดสอบสมมติฐานการวิจัยจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้สถิติพาราเมตริก การคิดคำนวณค่าสถิติแบบ Kolmogorov – Smirnov Test ก็สามารถทำได้ง่ายมาก และนอกจากนี้ยังมีตารางสำเร็จเพื่อหาค่าสถิติจากข้อมูลให้ด้วย ทำให้สะดวกในการใช้มากขึ้น

1. Kolmogorov – Smirnov One Sample Test

1.1 หลักการและแนวคิด

การทดสอบ Kolmogorov – Smirnov One Sample Test เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ที่สังเกตได้กับความถี่ที่คาดหวัง หรือที่เรียกว่าเป็นการทดสอบภาวะความเหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง วิธีนี้ใช้ความถี่สะสมแทนความถี่ปกติ ไม่ว่าจะเป็นความถี่ที่สังเกตได้หรือความถี่ที่คาดหวัง จุดมุ่งหมายในการทดสอบเหมือนกับการทดสอบไคกำลังสอง คือต้องการทดสอบว่าการแจกแจงของข้อมูลที่สังเกตได้แตกต่างจากการแจกแจงที่คาดหวังตามทฤษฎีหรือไม่ แต่วิธีนี้มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบไคกำลังสอง และใช้ได้กับข้อมูลทุกกรณี แม้ว่าความถี่บางกลุ่มจะเป็นศูนย์ก็ตาม และใช้กับข้อมูลที่อยู่ในระดับต่ำสุดคือ ระดับเรียงอันดับ

1.2 ข้อตกลงเบื้องต้น

ระดับของข้อมูล ✎ จะอยู่ในมาตราเรียงอันดับ (Ordinal Scale) เป็นอย่างน้อย

ลักษณะของข้อมูล ✎ ไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของข้อมูล

1.3 การตั้งสมมติฐาน

$H_0 : f_{0i} = f_{Ei}$ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างความถี่ที่สังเกตได้กับความถี่ที่คาดหวัง

$H_1 : f_{0i} = f_{Ei}$ หมายถึง มีความแตกต่างกันระหว่างความถี่ที่สังเกตได้กับความถี่ที่คาดหวัง

เมื่อ f_{0_i} แทนความถี่ที่สังเกตได้

f_{E_i} แทนความถี่ที่คาดหวัง

1.3 สูตรและวิธีการทดสอบ

ให้ $F_E(X_i)$ แทนความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวังซึ่งหาได้ดังนี้

$$F_E(X_i) = \frac{F_{E_i}}{N}$$

เมื่อ F_{E_i} แทน ความถี่สะสมที่คาดหวัง

N แทน ขนาดสิ่งตัวอย่าง

ให้ $F_0(X_i)$ แทนความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้ ซึ่งหาได้ดังนี้

$$F_0(X_i) = \frac{F_{0_i}}{N}$$

เมื่อ F_{0_i} แทน ความถี่สะสมที่สังเกตได้

N แทน ขนาดสิ่งตัวอย่าง

ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ที่สังเกตได้ กับความถี่ที่คาดหวังนั้นก็หวังว่าทุก ๆ ค่าของ X_i, $F_0(X_i)$ ควรจะใกล้เคียงกับ $F_E(X_i)$ และความแตกต่างระหว่าง $F_0(X_i)$ และ $F_E(X_i)$ ควรจะมีค่าน้อย ๆ ซึ่งเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างเท่านั้น การทดสอบ Kolmogorov – Smirnov One Sample Test มีสูตรดังนี้

$$D = \max |F_E(X_i) - F_0(X_i)|; i = 1, 2, 3, \ldots, N \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

เมื่อ D แทน ความเบี่ยงเบนสูงสุด (maximum deviation)

$F_E(X_i)$ แทน ความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวัง

$F_0(X_i)$ แทน ความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้

ลำดับขั้นตอนในการทดสอบ

1. ตั้งสมมุติฐาน
2. กำหนดระดับนัยสำคัญ
3. คำนวณหาค่า D
4. นำค่า D ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับ ค่า D ที่เปิดจากตาราง
5. ตัดสินใจและสรุปผล

ตัวอย่างที่ 1.1 ในการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษา จำนวน 25 คน เกี่ยวกับการบริการทางวิชาการ ของสถาบันราชภัฏอุบลราชธานี ปรากฏว่า มีผู้แสดงความคิดอยู่ใน ระดับน้อย 2 คน ระดับค่อนข้างน้อย 5 คน ระดับปานกลาง 6 คน ระดับค่อนข้างมาก 9 คน ระดับมาก 3 คน อยากทราบว่านักศึกษากลุ่มนี้ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริการทางวิชาการของสถาบันราชภัฏอุบลราชธานี ในระดับต่าง ๆ แตกต่างกันหรือไม่

1. ตั้งสมมติฐาน

$H_0 : f_{0_i} = f_{E_i}$

$H_1 : f_{0_i} \neq f_{E_i}$

เมื่อ f_{0_i} แทนความถี่ที่สังเกตได้

f_{E_i} แทนความถี่ที่คาดหวัง

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ กำหนดให้ $\alpha = .05$

3. คำนวณค่าสถิติเพื่อหาค่า D

หาความถี่ที่คาดหวัง จากสูตร $f_E = \dfrac{N}{k} = \dfrac{25}{5} = 5$

จากข้อมูลที่กำหนดให้ หาความถี่สะสมที่สังเกตได้ และความถี่สะสมที่คาดหวัง

หาความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้ และความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวัง

หาผลต่างระหว่างความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวังกับความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้

จากข้อ 3.1 – 3.4 นำตัวเลขมาบรรจุลงตาราง ดังนี้

ระดับความคิดเห็น	ความถี่		ความถี่สะสม		ความถี่สะสมสัมพัทธ์		$\lvert F_E(X_i) - F_0(X_i) \rvert$
	f_0	f_E	F_0	F_E	$F_0(X_i)$	$F_E(X_i)$	
น้อย	2	5	2	5	.08	.20	.12
ค่อนข้างน้อย	5	5	7	10	.28	.40	.12
ปานกลาง	6	5	13	15	.52	.60	.08
ค่อนข้างมาก	9	5	22	20	.88	.80	.08
มาก	3	5	25	25	1.00	1.00	.00

หาค่า D จากสูตร

$$D = \max \lvert F_E(X_i) - F_0(X_i) \rvert$$

$$= .12$$

4. นำค่า D ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับ ค่า D ที่เปิดจากตาราง

จากการคำนวณจะได้ค่า D จาก $D = \text{Maximum} \lvert F_E(X_i) - F_0(X_i) \rvert$ คือ 0.12

จากการเปิดตารางได้ค่าวิกฤตของ D คือ 0.27 โดยดูจากระดับนัยสำคัญ .05 และ N = 25

5. **การตัดสินใจ** เปรียบเทียบค่า D ที่คำนวณได้ คือ 0.12 กับค่าวิกฤตของ D คือ 0.27 จะเห็นว่าค่า D ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต จึงยอมรับ H_0

สรุปผล สรุปได้ว่านักศึกษากลุ่มนี้มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริการทางวิชาการ ของสถาบันราชภัฏอุบลราชธานี ในระดับต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน

<u>ตัวอย่างการใช้โปรแกรม SPSS</u>

ตัวอย่าง 1.2 จงทดสอบคะแนนสอบของนักเรียน 48 คน ว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยนักเรียนมีคะแนนสอบดังนี้ 12, 4, 1, 6, 8, 9, 10, 12, 1, 8, 19, 2, 18, 5, 4, 8, 10, 12, 14, 4, 2, 16, 14, 2, 12, 6, 4, 8, 10, 6, 16, 18, 6, 8, 10, 16, 8, 16, 18, 8, 10, 19, 10, 12, 16, 12, 14, 16

ตั้งสมมติฐาน

H_0 : คะแนนสอบมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : คะแนนสอบไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

คำสั่ง SPSS คือ

Analyze ⟶ Nonparametric Test ⟶ 1-Sample k-s…

ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในตาราง

		คะแนนสอบ
N		48
Normal Parameters[a,b]	Mean	10.00
	Std. Deviation	5.174
Most Extreme Differences	Absolute	.106
	Positive	.008
	Negative	-.106
Kolmogorov-Smirnov Z		.735
Asymp. Sig. (2-tailed)		.652
Exact Sig. (2-tailed)		.637
Point Probability		.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

คะแนนสอบเฉลี่ยของนักเรียน 48 คน = 10 คะแนน , คะแนนเบียงเบนมาตรฐาน = 5.174

คะแนนสถิติ $K - S = D = max\,|F_E(X_i) - F_o(X_i)| = .106$

เมื่อเปิดตาราง Kolmogorov – Smirnov ที่ $n = 20$, $a = .05$ ได้ค่าวิกฤตเท่ากับ 0.294 แต่ $K - S =$ 0.106 ซึ่งน้อยกว่า 0.294 จึงยอมรับ H_0 หรือพิจารณาจากค่า P-value หรือ Exact Sig. (2-tailed) $= .637$ ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด $= a = .05$ จึงสรุปว่า ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ นั่นคือ คะแนนสอบมีการแจกแจงแบบปกติ

2. Kolmogorov-Smirnov Two Sample Test

2.1 หลักการและแนวคิด

การทดสอบ Kolmogorov-Smirnov Two Sample Test เป็นวิธีการทดสอบว่าสิ่งตัวอย่างอิสระสองกลุ่ม สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงอย่างเดียวกันหรือไม่ การทดสอบแบบไม่มีทิศทาง ใช้ทดสอบว่ามีค่าเฉลี่ย การกระจาย ความเบ้ต่างกันหรือไม่ สำหรับการทดสอบแบบมีทิศทาง ใช้ทดสอบว่าประชากรกลุ่มหนึ่งมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า ประชากรอีกกลุ่มหนึ่ง เช่น คะแนนของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของกลุ่มควบคุมหรือไม่

การทดสอบแบบนี้คล้ายกับวิธีการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ สำหรับสิ่งตัวอย่างกลุ่มเดียว ซึ่งพิจารณาจากการแจกแจงความถี่สะสมของสิ่งตัวอย่างทั้งสอง ว่ามีลักษณะใกล้เคียงกันหรือไม่ ถ้าลักษณะการแจกแจงความถี่สะสมเหมือนกัน ต่างกันบ้างเนื่องจากโอกาสการสุ่ม ก็มีเหตุผลพอที่จะเชื่อได้ว่าสิ่งตัวอย่างทั้งสองมาจากประชากรเดียวกัน ถ้าลักษณะการแจกแจงความถี่สะสมต่างกันมาก ก็แสดงว่าสิ่งตัวอย่างมาจากประชากรที่ต่างกัน

2.2 ข้อตกลงเบื้องต้น

ระดับของข้อมูล ✐ จะอยู่ในมาตราเรียงอันดับ (Ordinal Scale) เป็นอย่างน้อย

ลักษณะของข้อมูล ✐ ข้อมูลได้มาจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน

2.3 การตั้งสมมติฐาน

การทดสอบแบบสองทาง

H_0 : ประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 มีลักษณะการแจกแจงเหมือนกัน

H_1 : ประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 มีลักษณะการแจกแจงแตกต่างกัน

การทดสอบแบบทางเดียว

H_0 : ประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ประชากรกลุ่มที่ 1 มีค่ามากกว่าประชากรกลุ่มที่ 2

หรือ

H_0 : ประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ประชากรกลุ่มที่ 1 มีค่าน้อยกว่าประชากรกลุ่มที่ 2

2.4 สูตรและวิธีการทดสอบ

ในการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ สำหรับสิ่งตัวอย่างสองกลุ่ม จะพิจารณาจากการแจกแจงความถี่สะสมที่แตกต่างกันมากที่สุด

ให้ $S_m(X)$ แทนความถี่สะสมสัมพัทธ์ ของสิ่งตัวอย่างที่มี m จำนวน และให้

$$S_m(X) = \frac{F_m}{m}$$

เมื่อ F_m แทน ความถี่สะสมของสิ่งตัวอย่างขนาด m จำนวน

และให้ $S_n(X)$ แทนความถี่สะสมสัมพัทธ์ ของสิ่งตัวอย่างที่มี n จำนวน และให้

$$S_n(X) = \frac{F_n}{n}$$

เมื่อ F_n แทน ความถี่สะสมของสิ่งตัวอย่างขนาด n จำนวน

ในการทดสอบต้องจัดกลุ่มข้อมูลเป็นช่วง ๆ ให้มีจำนวนช่วงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าแบ่งข้อมูลเป็นช่วง ๆ น้อยเกินไป อาจจะทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อนไป ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1) ในกรณีสิ่งตัวอย่างขนาดเล็ก เมื่อ m หรือ n ไม่เกิน 25

ค่าวิกฤตของ $mnD_{m,n}$ สำหรับการทดสอบแบบทางเดียว แสดงไว้ในตาราง และค่าวิกฤตของ $mnD_{m,n}$ สำหรับการทดสอบแบบสองทาง แสดงไว้ในตาราง และหาค่าที่สังเกตได้ $D_{m,n}$ จากสูตรต่อไปนี้

(1) ถ้าเป็นการทดสอบทางเดียว ใช้สูตร

$$D_{m,n} = \max[S_m(X) - S_n(X)] \tag{2}$$

(2) ถ้าเป็นการทดสอบแบบสองทาง ใช้สูตร

$$D_{m,n} = \max|S_m(X) - S_n(X)| \tag{3}$$

ตัวอย่าง 2.1 การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากชุดการสอนที่วิเคราะห์ระบบกับที่ไม่วิเคราะห์ระบบ ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนมา 19 คน แล้วแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 10 คน เรียนจากชุดการสอนที่วิเคราะห์ระบบ และกลุ่มควบคุม 9 คน เรียนจากชุดการสอนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ ผลการทดสอบหลังทดลอง ได้คะแนนดังนี้

กลุ่มทดลอง (1) : 39 41 45 46 48 55 40 52 48 47
กลุ่มควบคุม (2) : 35 39 40 38 34 29 41 24 32

จงทดสอบว่า ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่วิเคราะห์ระบบ สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่ไม่ได้วิเคราะห์ระบบหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

1. ตั้งสมมติฐาน

$H_0 : q_1 = q_2$

$H_1 : q_1 > q_2$

เมื่อ q_1 แทน ค่ามัธยฐานของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่วิเคราะห์ระบบ

q_2 แทน ค่ามัธยฐานของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ ที่ $\alpha = .01$

3. คำนวณค่าสถิติ

3.1) สร้างตารางความถี่ และความถี่สะสมของข้อมูลทั้งสองกลุ่ม โดยใช้อันตรภาคชั้นเดียวกัน

คะแนน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	f	F	f	F
24 - 27	1	1	-	0
28 - 31	1	2	-	0
32 - 35	3	5	-	0
36 - 39	2	7	1	1
40 - 43	2	9	2	3
44 - 47	-	9	3	6
48 - 51	-	9	2	8
52 - 55	-	9	2	10

3.2) หา $S_m(X)$ $S_n(X)$ และ $[S_m(X) - S_n(X)]$

คะแนน	$S_m(X)$	$S_n(X)$	$[S_m(X) - S_n(X)]$
24 - 27	$\frac{1}{9}$	$\frac{0}{10}$	.111
28 - 31	$\frac{2}{9}$	$\frac{0}{10}$	.222
32 - 35	$\frac{5}{9}$	$\frac{0}{10}$	.556
36 - 39	$\frac{7}{9}$	$\frac{1}{10}$	.678
40 - 43	$\frac{9}{9}$	$\frac{3}{10}$	.700
44 - 47	$\frac{9}{9}$	$\frac{6}{10}$	.400
48 - 51	$\frac{9}{9}$	$\frac{8}{10}$	.200
52 - 55	$\frac{9}{9}$	$\frac{10}{10}$	0

3.3) ทดสอบแบบทางเดียว

$$D_{m,n} = \max[S_m(X) - S_n(X)]$$

$$= .700$$

$$mnD_{m,n} = (9)(10)(.700) = 63$$

4. **หาค่าวิกฤต** เปิดตาราง เมื่อ $m = 9, n = 10$ และ $a = .01$ จะได้ $mnD_{m,n} = 61$ ดังนั้น ถ้าค่า $mnD_{m,n}$ ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 61 จะปฏิเสธ H_0
5. **การตัดสินใจ** เปรียบเทียบค่า $mnD_{m,n}$ ที่คำนวณได้คือ 63 กับค่าวิกฤต $mnD_{m,n}$ จากตาราง คือ 61 จะเห็นว่าค่า $mnD_{m,n}$ ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า จึงปฏิเสธ H_0
6. **การสรุปผล** สรุปได้ว่า ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่วิเคราะห์ระบบ สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ

2) กรณีสิ่งตัวอย่างขนาดใหญ่และเป็นการทดสอบแบบสองทาง ถ้า m หรือ n มากกว่า 25 หาค่าวิกฤตได้จากตาราง และหาค่าที่สังเกตได้ $D_{m,n}$ จากสูตร

$$D_{m,n} = max|S_m(X) - S_n(X)|$$

แล้วเปรียบเทียบค่า $D_{m,n}$ ที่สังเกตได้กับค่าวิกฤต $D_{m,n}$ ที่คำนวณจากสูตรในตาราง ถ้าค่า $D_{m,n}$ ที่สังเกตได้เท่ากับหรือมากกว่าค่าวิกฤตของ $D_{m,n}$ จะปฏิเสธ H_0

สมมติว่า $m = 55$ และ $n = 60$ และผู้วิจัยต้องการทดสอบแบบสองทาง ที่ระดับนัยสำคัญ .05

$$= 1.36\sqrt{\frac{m+n}{mn}}$$

ค่าวิกฤต $D_{m,n}$ จากตาราง $= 1.36\sqrt{\frac{55+60}{(55)(60)}}$

$$= .254$$

นั่นคือ ค่า $D_{m,n}$ จากการคำนวณต้องมากกว่าหรือเท่ากับ .254 จึงปฏิเสธ H_0

3) กรณีตัวอย่างขนาดใหญ่และเป็นการทดสอบแบบทางเดียว ในการทดสอบให้หาค่า $D_{m,n}$ จากสูตร

$$D_{m,n} = max[S_m(X) - S_n(X)]$$

แล้วใช้สูตรไคกำลังสองทดสอบค่า $D_{m,n}$ ดังนี้

$$c^2 = 4D^2_{m,n}\frac{mn}{m+n}, df = 2 \qquad (4)$$

ตัวอย่าง 2.2 ในการศึกษาเปรียบเทียบทักษะในการคิดคำนวณ ของนักเรียนชายและหญิง ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนชาย 54 คน นักเรียนหญิง 44 คน นำมาทดสอบทักษะในการคิดคำนวณ ปรากฏว่าได้คะแนนดังนี้

เพศ	คะแนน						
	0 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 11	12 - 14	15 - 17	18 - 20
ชาย	1	3	6	12	12	14	6
หญิง	11	7	8	3	5	5	5

จงทดสอบว่า นักเรียนชายมีทักษะในการคิดคำนวณสูงกว่านักเรียนหญิงหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

1. ตั้งสมมติฐาน

$H_0 : q_1 = q_2$

$H_1 : q_1 > q_2$

เมื่อ q_1 แทน มัธยฐานของคะแนนทักษะในการคิดคำนวณ ของนักเรียนชาย

q_2 แทน มัธยฐานของคะแนนทักษะในการคิดคำนวณ ของนักเรียนหญิง

2. **กำหนดระดับนัยสำคัญ** ที่ $\alpha = .01$

3. คำนวณค่าสถิติ

3.1 หา $S_m(X)$ $S_n(X)$ และ $[S_m(X) - S_n(X)]$

ให้ $m = 44$ $n = 54$

	คะแนน						
	0 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 11	12 - 14	15 - 17	18 - 20
$S_{44}(X)$	$\frac{11}{44}$	$\frac{18}{44}$	$\frac{26}{44}$	$\frac{29}{44}$	$\frac{34}{44}$	$\frac{39}{44}$	$\frac{44}{44}$
$S_{54}(X)$	$\frac{1}{54}$	$\frac{4}{54}$	$\frac{10}{54}$	$\frac{22}{54}$	$\frac{34}{54}$	$\frac{48}{54}$	$\frac{54}{54}$
$[S_{44}(X) - S_{54}(X)]$	.232	.355	.406	.252	.143	-.003	0

3.2 ทดสอบแบบทางเดียว

$$D_{m,n} = \max[S_m(X) - S_n(X)]$$

$$= .406$$

3.3 หาค่าไคกำลังสองจากสูตร

$$c^2 = 4D^2_{m,n} \frac{mn}{m+n}$$

$$= 4(.406)^2 \frac{(44)(54)}{44+54}$$

$$= 15.99$$

4. **หาค่าวิกฤต** เปิดตารางที่ df = 2 และ a = .01 จะได้ค่าวิกฤตของไคกำลังสองเท่ากับ 9.21 ดังนั้น ถ้าค่าไคกำลังสองที่คำนวณได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 9.21 จะปฏิเสธ H_0

5. **การตัดสินใจ** เปรียบเทียบค่าไคกำลังสองที่คำนวณได้ คือ 15.99 กับค่าวิกฤตของไคกำลังสองคือ 9.21 จะเห็นได้ว่าค่าไคกำลังสองที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0
6. **การสรุปผล** สรุปได้ว่า นักเรียนชายมีทักษะในการคิดคำนวณสูงกว่านักเรียนหญิง

แบบฝึกหัด

1. ในการสำรวจความคิดเห็นของพนักงานบริษัทเกี่ยวกับรูปแบบการแต่งกาย จำนวน 25 คน ได้ผลดังนี้

	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	เฉย ๆ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
จำนวนพนักงาน	0	3	15	4	3

ให้ใช้การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ (กำหนดระดับนัยสำคัญ .05) ทดสอบว่า

1. จำนวนพนักงานที่มีความคิดเห็นในระดับต่าง ๆ แตกต่างกันหรือไม่
2. อัตราส่วนของจำนวนพนักงานที่มีความคิดเห็นในระดับต่าง ๆ เป็น 1 : 1 : 4 : 1 : 1 หรือไม่

2.ชักตัวอย่างคะแนนสอบของนักศึกษา 10 คน ได้ดังนี้ 7, 5, 1, 6, 6, 3, 2, 4, 5 และ 0 ให้ใช้การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ (กำหนดระดับนัยสำคัญ .05) ทดสอบว่า

1. คะแนนสอบมีการแจกแจงปัวส์ซองที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 2 หรือไม่
2. คะแนนสอบมีการแจกแจงปรกติ ที่มีค่าเฉลี่ย 3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 หรือไม่

3. จากข้อมูลในตาราง Scores on a perceived maternal competence scale for two groups of mothers ให้ทำการทดสอบว่าข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มมาจากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงเหมือนกันหรือไม่ (กำหนดระดับนัยสำคัญ .05)

Scores on a perceived maternal competence scale for two groups of mothers

Regular-Discharge Mothers	Early-Discharge Mothers
30 27 25 20 24	23 17 22 18 20
32 17 18 28 29	26 16 13 21 14

4.ในการเปรียบเทียบความสามรถในการเรียนวิชาสถิติของนักศึกษาชายและหญิง โดยการใช้แบบทดสอบมาตรฐานได้คะแนนดังนี้

คะแนน	0 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	รวม
หญิง	11	6	7	3	5	8	40
ชาย	1	3	5	11	12	18	50

ให้ใช้การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ ทดสอบว่าความสามรถในการเรียนวิชาสถิติของนักศึกษาหญิงดีกว่านักศึกษาชาย (กำหนดระดับนัยสำคัญ.05)