

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้หลักการจำลองเป็นวิธีการหลัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมสำหรับการตรวจสอบกระบวนการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย ซึ่งแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว  $\bar{X}$  แผนภูมิควบคุม Hotelling และ แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart  $\bar{X}$

กำหนดให้ประชากรมีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ  $(X_1, X_2) \sim N_2(\underline{\mu}, \Sigma)$  ภายใต้ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยที่ต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0, 0.5, -0.5, 0.9 และ -0.9 ขนาดตัวอย่างสุ่ม ( $n$ ) ในแต่ละชุดตัวอย่างเท่ากับ 10 ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมจะเปรียบเทียบค่าประมาณจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL) หลังจากการทดสอบสมมติฐานผลต่างของจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยของประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุม

ซึ่งแผนภูมิควบคุมที่คำนวณค่าประมาณ ARL น้อยกว่า จะเป็นแผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพมากกว่า นอกจากนี้ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องเชิงสถิติของตัวแบบจำลอง เทคนิคที่ใช้คือการคำนวณค่าประมาณแบบช่วงของจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยประชากร ( $\mu_{RL}$ ) เปรียบเทียบกับจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณด้วยหลักการเชิงตัวเลข ของแต่ละแผนภูมิควบคุมเป็นข้อมูลเพิ่มเติมด้วย

การนำเสนอผลการวิจัย โดยจะนำเสนอแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 นำเสนอค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ ในแต่ละกรณีการศึกษา

ส่วนที่ 2 นำเสนอขอบเขตของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ ในแต่ละกรณีการศึกษา

ส่วนที่ 3 นำเสนอค่าประมาณจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL) แผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ ในแต่ละกรณีการศึกษา

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัยมีดังนี้

$n$	หมายถึง	ขนาดตัวอย่าง
$\delta_1\sigma_1$ และ $\delta_2\sigma_2$	หมายถึง	ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของตัวแปร $X_1$ และ $X_2$ ตามลำดับ

Uni - $\bar{X}$	หมายถึง	แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\bar{X}$
Hotelling	หมายถึง	แผนภูมิควบคุม Hotelling
MS - $\bar{X}$	หมายถึง	แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\bar{X}$
UCL	หมายถึง	ขอบเขตควบคุมบน
LCL	หมายถึง	ขอบเขตควบคุมล่าง
$\alpha_{\text{overall}}$	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญรวม
ARL	หมายถึง	จำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย เมื่อกระบวนการผลิตผิดปกติ

#### 4.1 ค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ ในแต่ละกรณีการศึกษา

ในส่วนนี้จะแสดงค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ เมื่อประชากรอยู่ภายใต้การควบคุม ที่ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ( $\delta\sigma$ ) เท่ากับ 0 ของทั้งตัวแปรสุ่ม  $X_1$  กับ  $X_2$

โดยที่ใช้แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว  $\bar{X}$  เป็นตัวหลักในการคำนวณ โดยใช้หลักการคำนวณเชิงตัวเลขด้วยวิธีการ Simpson ในการคำนวณหาค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) ในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษา เพื่อจุดประสงค์ในการกำหนดขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุม Hotelling และแผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart  $\bar{X}$

ตารางที่ 4.1 ค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) แต่ละแผนภูมิควบคุม จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ระหว่าง  $X_1$  และ  $X_2$

กำหนดให้				ค่า $\alpha_{\text{overall}}$ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสุ่ม $X_1$ กับ $X_2$ ( $\rho$ )		
$X_1$		$X_2$				
$\mu_1$	$\sigma_1^2$	$\mu_2$	$\sigma_2^2$			
0	1	0	1			
$\delta_1\sigma_1 = 0$		$\delta_2\sigma_2 = 0$		0.0	0.5 และ -0.5	0.9 และ -0.9
แผนภูมิควบคุม		Uni- $\bar{X}$ Hotelling MS- $\bar{X}$		0.0054	0.0052	0.0042

ค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) แต่ละแผนภูมิควบคุม เปลี่ยนแปลงตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) กล่าวคือไม่ว่ากรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือลบ เมื่อค่า  $|\rho|$  มีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ ค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) มีค่าน้อยลง

#### 4.2 ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุม

ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 สรุปได้ดังนี้

##### 1. แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\bar{X}$

ขอบเขตควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว  $\bar{X}$  คือ

$$UCL = \mu_0 + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ และ } LCL = \mu_0 - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

จะเห็นได้ว่าขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว  $\bar{X}$  จะไม่ขึ้นอยู่กับระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ( $\delta\sigma$ ) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) จากการสังเกตขอบเขตควบคุมทั้ง UCL และ LCL จะเห็นว่าขนาดตัวอย่าง มีต่อการความกว้างของขอบเขตควบคุม คือ จากการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้  $n = 10$  เมื่อขนาดตัวอย่างมากกว่า 10 จะทำให้ขอบเขตควบคุมทั้ง UCL และ LCL มีค่าลดลงหรือความกว้างของขอบเขตควบคุมลดลง ในทางกลับกันเมื่อขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 10 จะทำให้ขอบเขตควบคุมทั้ง UCL และ LCL มีค่าเพิ่มขึ้นหรือความกว้างของขอบเขตควบคุมเพิ่มขึ้น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ความกว้างของขอบเขตควบคุมเปลี่ยนไปในทิศทางตรงกันข้าม

##### 2. แผนภูมิควบคุมHotelling

ขอบเขตควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมHotelling คือ

$$UCL = \chi^2_{(2, \alpha_{\text{overall}})} \text{ และ } LCL \approx 0$$

จากตารางที่ 4.2 ขอบเขตควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุม Hotelling จะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) กล่าวคือเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเชิงลบหรือเชิงบวก ค่าขอบเขตควบคุม UCL มีค่าเพิ่มขึ้นหรือความกว้างของขอบเขตควบคุมจะมีขนาดเพิ่มขึ้น

จากการสังเกตค่าขอบเขตควบคุม UCL และ ตารางที่ 4.1 แสดงค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) จะเห็นว่า ความกว้างของขอบเขตควบคุม จะขึ้นอยู่กับระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) ดังนั้นจะได้ว่า ระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) และค่าขอบเขตควบคุม UCL แปรผันตรงกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ )

### 3. แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\bar{X}$

ขอบเขตควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart  $\bar{X}$  คือ

$$UCL = z_{\alpha_i/2} \text{ และ } LCL = -z_{\alpha_i/2}$$

จากตารางที่ 4.2 ขอบเขตควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมแผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart  $\bar{X}$  จะไม่ขึ้นอยู่กับระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ( $\delta\sigma$ ) จากการสังเกตจากตารางที่ 4.2 พบว่าขอบเขตควบคุมจะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) กล่าวคือ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเชิงลบหรือเชิงบวก ค่าขอบเขตควบคุม UCL และ LCL มีค่ามากขึ้นหรือความกว้างของขอบเขตควบคุมจะมีขนาดเพิ่มขึ้น

จากการสังเกตค่าขอบเขตควบคุมทั้ง UCL และ LCL จะเห็นว่า ความกว้างของขอบเขตควบคุม จะขึ้นอยู่กับระดับนัยสำคัญแต่ละตัวแปร ( $\alpha_i$ ) กล่าวคือระดับนัยสำคัญแต่ละตัวแปร ( $\alpha_i$ ) คำนวณมาจากการทราบค่าระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) โดยที่

$$\alpha_i = 1 - \sqrt{(1 - \alpha_{\text{overall}})}$$

ซึ่ง ระดับนัยสำคัญรวม ( $\alpha_{\text{overall}}$ ) และ ค่าขอบเขตควบคุมทั้ง UCL และ LCL จะแปรผันตรงกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ )

ตารางที่ 4.2 ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมจำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ระหว่าง  $X_1$  และ  $X_2$  เปลี่ยนแปลงไป เมื่อ  $n = 10$

กำหนดให้				$\rho$					
$X_1$		$X_2$							
$\mu_1$	$\sigma_1^2$	$\mu_2$	$\sigma_2^2$	0.0		0.5 และ -0.5		0.9 และ -0.9	
0	1	0	1						
$\delta_1\sigma_1$ เท่ากับ ทุกค่าที่กำหนด		$\delta_2\sigma_2$ เท่ากับ ทุกค่าที่กำหนด		UCL	LCL	UCL	LCL	UCL	LCL
แผนภูมิควบคุม		Uni- $\bar{X}$ ( $X_1$ และ $X_2$ )		0.9487	-0.9487	0.9487	-0.9487	0.9487	-0.9487
		Hotelling		10.4456	$\approx 0$	10.5045	$\approx 0$	10.9555	$\approx 0$
		MS- $\bar{X}$		3.0000	-3.0000	3.0090	-3.0090	3.0769	-3.0769

### 4.3 การเปรียบเทียบค่าประมาณจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL)

ในส่วนนี้จะพิจารณาค่าประมาณจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย(ARL) ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการทดสอบคือหลักการจำลองข้อมูล ซึ่งกำหนดให้เป็นวิธีการหลักในการวิจัยครั้งนี้ และอีกหลักการคือหลักการคำนวณเชิงตัวเลขซึ่งใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับค่าประมาณแบบช่วงของจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยของประชากร ( $\mu_{RL}$ ) ของแต่ละแผนภูมิควบคุม ด้วยหลักการจำลองข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการจำลอง

จากหลักการจำลองข้อมูลเมื่อผ่านการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยประชากรของ 2 แผนภูมิควบคุม ( $\mu_1 - \mu_2$ ) แล้ว แผนภูมิควบคุมใดให้จำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย(ARL) ที่ต่ำกว่าจะเป็นแผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพมากกว่า ที่ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ( $\delta\sigma$ ) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ที่ต่างกัน เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ  $(X_1, X_2) \sim N_2(\underline{\mu}, \Sigma)$

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า ARL ที่คำนวณจากหลักการคำนวณเชิงตัวเลขเทียบกับ ค่าประมาณแบบช่วงของ  $\mu_{RL}$  ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล และแสดงค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล พร้อมกับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง ARL ประชากร 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) เท่ากับ 0

p = 0		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข			หลักการจำลองข้อมูล									สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม									
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$
U.U	0.1	147.3887	145.7726	147.3941	143.0769	148.8193	144.7868	150.5692	143.0769	148.8193	145.9481	147.678	145.9481	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	0.3	43.8544	43.9367	43.8568	42.9883	44.7311	42.8328	44.5220	42.9883	44.7311	43.8597	43.6774	43.8597	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	0.5	12.4283	13.0259	12.4288	12.2644	12.7364	12.6069	13.0871	12.2644	12.7364	12.5004	12.8470	12.5004	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	4.5886	4.9063	4.5887	4.4238	4.5838	4.7241	4.8949	4.4238	4.5838	4.5038	4.8095	4.5038	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	2.2710	2.4172	2.2710	2.2074	2.2732	2.3652	2.4374	2.2074	2.2732	2.2403	2.4013	2.2403	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	1.1	1.4605	1.5275	1.4605	1.4544	1.4868	1.5227	1.5581	1.4544	1.4868	1.4706	1.5404	1.4706	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	1.3	1.1533	1.1826	1.1533	1.1540	1.1710	1.1810	1.1994	1.1540	1.1710	1.1625	1.1902	1.1625	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.1	147.3887	145.7726	147.3941	142.7863	148.3871	140.8084	146.3938	142.7863	148.3871	145.5867	143.6011	145.5867	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.3	43.8544	43.9367	43.8568	43.3319	45.0065	43.1181	44.7963	43.3319	45.0065	44.1692	43.9572	44.1692	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.5	12.4283	13.0259	12.4288	12.4118	12.8862	13.0058	13.5040	12.4118	12.8862	12.6490	13.2549	12.6490	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	4.5886	4.9063	4.5887	4.5548	4.7164	4.8411	5.0125	4.5560	4.7178	4.6356	4.9268	4.6369	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.9	2.2710	2.4172	2.2710	2.2626	2.3300	2.4134	2.4874	2.2626	2.3300	2.2963	2.4504	2.2963	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.1	1.4605	1.5275	1.4605	1.4446	1.4772	1.5108	1.5466	1.4446	1.4772	1.4609	1.5287	1.4609	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.3	1.1533	1.1826	1.1533	1.1428	1.1592	1.1684	1.1866	1.1428	1.1592	1.1510	1.1775	1.1510	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

p = 0		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL		ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL									
ในแต่ละแผนภูมิควบคุม		ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$					
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	&MS - $\bar{X}$		
0.1	0.1	122.3196	118.4834	122.3250	120.1828	124.958	115.6883	120.2527	120.3096	125.0958	122.5704	117.9705	122.7027	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	41.3722	39.5726	41.3745	40.1124	41.7322	37.9886	39.4964	40.1124	41.7322	40.9223	38.7425	40.9223	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.5	12.2326	12.3335	12.2331	12.0133	12.4751	12.0793	12.5427	12.0133	12.4751	12.2442	12.311	12.2442	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	0.7	4.5656	4.7628	4.5658	4.4222	4.5814	4.6138	4.7790	4.4222	4.5814	4.5018	4.6964	4.5018	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.9	2.2669	2.3791	2.2670	2.2067	2.2725	2.3126	2.3824	2.2067	2.2725	2.2396	2.3475	2.2396	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.1	1.4595	1.5155	1.4596	1.4532	1.4856	1.5082	1.5432	1.4532	1.4856	1.4694	1.5257	1.4694	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.3	1.1531	1.1787	1.1531	1.1543	1.1713	1.1797	1.1981	1.1543	1.1713	1.1628	1.1889	1.1628	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.1	122.3196	118.4834	122.3250	121.4815	126.2077	115.7566	120.3078	121.4837	126.2099	123.8446	118.0322	123.8468	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	41.3722	39.5726	41.3745	40.5438	42.1064	38.8697	40.3787	40.5438	42.1064	41.3251	39.6242	41.3251	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	12.2326	12.3335	12.2331	12.2443	12.7117	12.2588	12.7248	12.2443	12.7117	12.478	12.4918	12.478	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.7	4.5656	4.7628	4.5658	4.5507	4.7125	4.71910	4.8881	4.5507	4.7125	4.6316	4.8036	4.6316	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	2.2669	2.3791	2.2670	2.2527	2.3199	2.3743	2.4467	2.2527	2.3199	2.2863	2.4105	2.2863	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.4595	1.5155	1.4596	1.4444	1.4770	1.4998	1.5350	1.4444	1.4770	1.4607	1.5174	1.4607	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.3	1.1531	1.1787	1.1531	1.1422	1.1586	1.1648	1.1828	1.1422	1.1586	1.1504	1.1738	1.1504	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ρ = 0		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL							
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					Uni - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ &	Hotelling
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	&MS - $\bar{X}$	
0.3	0.1	41.3722	39.5726	41.3745	40.3239	41.9251	38.1138	39.6252	40.3239	41.9251	41.1245	<u>38.8695</u>	41.1245	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	25.0574	20.1613	25.0588	24.1226	25.0842	19.3721	20.1283	24.1226	25.0842	24.6034	<u>19.7502</u>	24.6034	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.5	10.3565	8.4055	10.3570	10.1231	10.5093	8.2402	8.5498	10.1231	10.5093	10.3162	<u>8.395</u>	10.3162	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.7	4.3174	3.8354	4.3175	4.1933	4.3429	3.7264	3.8554	4.1933	4.3429	4.2681	<u>3.7909</u>	4.2681	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.9	2.2215	2.1156	2.2216	2.1627	2.2269	2.0479	2.1069	2.1627	2.2269	2.1948	<u>2.0774</u>	2.1948	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.1	1.4488	1.4301	1.4488	1.4417	1.4737	1.4261	1.4571	1.4417	1.4737	1.4577	<u>1.4416</u>	1.4577	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.3	1.1502	1.1502	1.1502	1.1517	1.1685	1.1519	1.1687	1.1517	1.1685	1.1601	<u>1.1603</u>	1.1601	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	41.3722	39.5726	41.3745	40.3615	41.9551	38.4459	39.9701	40.3615	41.9551	41.1583	<u>39.208</u>	41.1583	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	25.0574	20.1613	25.0588	24.5764	25.5260	19.6266	20.3864	24.5764	25.5260	25.0512	<u>20.0065</u>	25.0512	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	10.3565	8.4055	10.3570	10.3961	10.7881	8.3954	8.7108	10.3961	10.7881	10.5921	<u>8.5531</u>	10.5921	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	4.3174	3.8354	4.3175	4.2773	4.4287	3.8087	3.9415	4.2773	4.4287	4.353	<u>3.8751</u>	4.353	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	2.2215	2.1156	2.2216	2.2095	2.2753	2.1148	2.1776	2.2095	2.2753	2.2424	<u>2.1462</u>	2.2424	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.4488	1.4301	1.4488	1.4357	1.4679	1.4236	1.4552	1.4357	1.4679	1.4518	<u>1.4394</u>	1.4518	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.3	1.1502	1.1502	1.1502	1.1391	1.1553	1.1357	1.1517	1.1391	1.1553	1.1472	<u>1.1437</u>	1.1472	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด



ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

p = 0		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10															
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข	หลักการจำลองข้อมูล													สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
		ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						
$\delta_1 \sigma_1$	$\delta_2 \sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	
0.5	0.1	12.2326	12.3335	12.2326	12.1195	12.5821	12.1221	12.5865	12.1195	12.5821	12.3508	12.3543	12.3508	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.3	10.3565	8.4055	10.3565	10.1807	10.5611	8.2322	8.5378	10.1807	10.5611	10.3709	8.3850	10.3709	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.5	6.6727	4.7628	6.6727	6.5652	6.8058	4.6605	4.8271	6.5652	6.8058	6.6855	4.7438	6.6855	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.7	3.6106	2.7251	3.6106	3.5711	3.6913	2.7066	2.7932	3.5711	3.6913	3.6312	2.7499	3.6312	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.9	2.0722	1.7494	2.0722	2.0528	2.1118	1.7220	1.7672	2.0528	2.1118	2.0823	1.7446	2.0823	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	1.1	1.4114	1.3016	1.4114	1.3881	1.4175	1.2901	1.3149	1.3882	1.4176	1.4028	1.3025	1.4029	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	1.3	1.1401	1.1059	1.1401	1.1253	1.1405	1.0927	1.1057	1.1253	1.1405	1.1329	1.0992	1.1329	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.1	12.2326	12.3335	12.2331	12.0607	12.5183	12.2269	12.6961	12.0607	12.5183	12.2895	12.4615	12.2895	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.3	10.3565	8.4055	10.3570	10.1473	10.5347	8.1678	8.4722	10.1473	10.5347	10.3410	8.3200	10.3410	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.5	6.6727	4.7628	6.6730	6.5229	6.7657	4.6726	4.8394	6.5229	6.7657	6.6443	4.7560	6.6443	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.7	3.6106	2.7251	3.6108	3.5834	3.7042	2.7062	2.7934	3.5834	3.7042	3.6438	2.7498	3.6438	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.9	2.0722	1.7494	2.0722	2.0443	2.1033	1.7168	1.7612	2.0443	2.1033	2.0738	1.7390	2.0738	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-1.1	1.4114	1.3016	1.4114	1.3807	1.4103	1.2830	1.3072	1.3810	1.4106	1.3955	1.2951	1.3958	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-1.3	1.1401	1.1059	1.1401	1.1298	1.1452	1.1025	1.1163	1.1298	1.1452	1.1375	1.1094	1.1375	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

p = 0		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10															
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม	
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	&MS - $\bar{X}$	
0.7	0.1	4.5656	4.7628	4.5656	4.5404	4.7002	4.6638	4.8272	4.5404	4.7002	4.6203	4.7455	4.6203	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.3	4.3174	3.8354	4.3174	4.2781	4.4271	3.7750	3.9034	4.2781	4.4271	4.3526	3.8392	4.3526	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.5	3.6106	2.7251	3.6106	3.5835	3.7057	2.6767	2.7605	3.5835	3.7057	3.6446	2.7186	3.6446	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.7	2.5970	1.9109	2.5970	2.5517	2.6317	1.8835	1.9359	2.5517	2.6317	2.5917	1.9097	2.5917	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.9	1.7859	1.4301	1.7859	1.7739	1.8213	1.4155	1.4463	1.7740	1.8214	1.7976	1.4309	1.7977	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	1.1	1.3296	1.1787	1.3296	1.3305	1.3571	1.1695	1.1873	1.3305	1.3571	1.3438	1.1784	1.3438	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	1.3	1.1167	1.0623	1.1167	1.1186	1.1334	1.0625	1.0731	1.1186	1.1334	1.1260	1.0678	1.1260	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.1	4.5656	4.7628	4.5656	4.5443	4.7049	4.7320	4.8984	4.5443	4.7049	4.6246	4.8152	4.6246	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.3	4.3174	3.8354	4.3174	4.4443	4.6011	4.3266	4.4768	4.4443	4.6011	4.5227	4.4017	4.5227	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.5	3.6106	2.7251	3.6106	4.2687	4.4181	3.8061	3.9371	4.2687	4.4181	4.3434	3.8716	4.3434	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.7	2.5970	1.9109	2.5970	3.5977	3.7201	2.7463	2.8341	3.5978	3.7202	3.6589	2.7902	3.659	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.9	1.7859	1.4301	1.7859	2.5730	2.6540	1.9007	1.9535	2.5730	2.6540	2.6135	1.9271	2.6135	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-1.1	1.3296	1.1787	1.3296	1.7772	1.8248	1.4224	1.4536	1.7773	1.8249	1.801	1.438	1.8011	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	
	-1.3	1.1167	1.0623	1.1167	1.3189	1.3453	1.1736	1.1918	1.3189	1.3453	1.3321	1.1827	1.3321	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า ARL ที่คำนวณจากหลักการคำนวณเชิงตัวเลขเทียบกับ ค่าประมาณแบบช่วงของ  $\mu_{RL}$  ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล และแสดงค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล พร้อมกับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง ARL ประชากร 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) เท่ากับ 0.5

$\rho = 0.5$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล									สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL					
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			Uni - $\bar{X}$ &	Uni - $\bar{X}$ &	Hotelling
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	&MS - $\bar{X}$		
0.0	0.1	151.5222	139.4700	141.5937	147.9515	153.8419	134.1082	139.4984	137.1966	142.6856	150.8967	<u>136.8033</u>	139.9411	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.3	44.6035	33.3333	34.2837	42.6891	44.3663	32.0975	33.3773	33.0262	34.3342	43.5277	<u>32.7374</u>	33.6802	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.5	12.5217	8.7904	8.9528	12.0772	12.5362	8.5588	8.8794	8.6950	9.0240	12.3067	<u>8.7191</u>	8.8595	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	4.6002	3.2713	3.3188	4.4542	4.6112	3.1682	3.2750	3.2185	3.3269	4.5327	<u>3.2216</u>	3.2727	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	2.2717	1.7252	1.7471	2.2108	2.2768	1.6843	1.7277	1.7157	1.7607	2.2438	<u>1.7060</u>	1.7382	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.1	1.4597	1.2193	1.2304	1.4477	1.4797	1.2169	1.2375	1.2241	1.2451	1.4637	<u>1.2272</u>	1.2346	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.3	1.1525	1.0539	1.0586	1.1490	1.1656	1.0517	1.0613	1.0585	1.0685	1.1573	<u>1.0565</u>	1.0635	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.1	151.5222	139.4700	141.5937	147.7348	153.5912	135.6119	141.0479	138.8584	144.3590	150.663	<u>138.3299</u>	141.6087	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.3	44.6035	33.3333	34.2837	44.1356	45.8734	32.7153	33.9865	33.6116	34.9558	45.0045	<u>33.3509</u>	34.2837	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.5	12.5217	8.7904	8.9528	12.3078	12.7810	8.5904	8.9160	8.7955	9.1311	12.5444	<u>8.7532</u>	8.9633	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	4.6002	3.2713	3.3188	4.5752	4.7368	3.2451	3.3543	3.2999	3.4121	4.656	<u>3.2997</u>	3.3560	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.9	2.2717	1.7252	1.7471	2.2379	2.3047	1.7292	1.7750	1.7401	1.7859	2.2713	<u>1.7521</u>	1.7630	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-1.1	1.4597	1.2193	1.2304	1.4318	1.4632	1.2126	1.2332	1.2218	1.2426	1.4475	<u>1.2229</u>	1.2322	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.3	1.1525	1.0539	1.0586	1.1416	1.1576	1.0514	1.0610	1.0546	1.0644	1.1496	<u>1.0562</u>	1.0595	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

p = 0.5		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข					หลักการจำลองข้อมูล										สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า					ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ					ค่าประมาณ							
	ARL					$ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$					ARL							
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					ในแต่ละแผนภูมิควบคุม							
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	
0.1	0.1	127.3362	139.4700	142.4643	124.7122	129.6914	136.0468	141.5958	138.4915	143.9689	127.2018	138.8213	141.2302	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	0.3	42.9312	43.3839	43.3404	41.5608	43.2164	42.1090	43.8054	41.8462	43.5070	42.3886	42.9572	42.6766	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	0.5	12.4808	11.3045	10.7891	12.1096	12.5720	11.0224	11.4394	10.5698	10.9684	12.3408	11.2309	10.7691	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.7	4.6076	3.9465	3.7629	4.4703	4.6285	3.8132	3.9450	3.6444	3.7694	4.5494	3.8791	3.7069	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.9	2.2753	1.9401	1.8826	2.2131	2.2791	1.8872	1.9390	1.8446	1.8954	2.2461	1.9131	1.8700	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.1	1.4613	1.2933	1.2764	1.4506	1.4828	1.2904	1.3150	1.2678	1.2912	1.4667	1.3027	1.2795	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.3	1.1533	1.0770	1.0730	1.1508	1.1674	1.0761	1.0877	1.0725	1.0839	1.1591	1.0819	1.0782	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	124.1889	85.9107	91.4725	121.1910	125.9758	82.8805	86.1897	89.4671	93.0221	123.5834	84.5351	91.2446	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	41.5467	21.5703	24.7551	41.0776	42.7062	21.2913	22.1239	24.1608	25.1094	41.8919	21.7076	24.6351	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	12.2305	6.4000	7.2665	12.0237	12.4849	6.2726	6.5056	7.1605	7.4257	12.2543	6.3891	7.2931	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	4.5559	2.6539	2.9114	4.5177	4.6777	2.6122	2.6958	2.8948	2.9906	4.5977	2.654	2.9427	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	2.2606	1.5315	1.6217	2.2236	2.2900	1.5257	1.5619	1.6075	1.6471	2.2568	1.5438	1.6273	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.4555	1.1550	1.1881	1.4272	1.4584	1.1487	1.1653	1.1816	1.2002	1.4428	1.157	1.1909	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.3	1.1506	1.0353	1.0458	1.1396	1.1554	1.0337	1.0415	1.0426	1.0514	1.1475	1.0376	1.0470	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

p = 0.5		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล									สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL					
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$		Hotelling		MS - $\bar{X}$		Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$
0.3	0.1	42.9312	43.3839	43.3467	42.0078	43.6502	42.1176	43.7876	42.6106	44.2998	42.8290	42.9526	43.4552	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	0.3	27.1011	33.3333	39.3018	26.4592	27.4956	31.9432	33.1968	38.0615	39.5665	26.9774	32.5700	38.8140	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.5	11.1145	13.0174	14.1874	10.7550	11.1616	12.6889	13.1769	13.7607	14.2895	10.9583	12.9329	14.0251	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	4.5002	4.9215	4.7867	4.3763	4.5321	4.7848	4.9582	4.5964	4.7616	4.4542	4.8715	4.6790	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	2.2666	2.3263	2.1993	2.2064	2.2720	2.2606	2.3292	2.1441	2.2069	2.2392	2.2949	2.1755	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.1	1.4610	1.4434	1.3847	1.4519	1.4843	1.4382	1.4696	1.3803	1.4095	1.4681	1.4539	1.3949	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.3	1.1536	1.1303	1.1084	1.1513	1.1681	1.1351	1.1509	1.1108	1.1250	1.1597	1.1430	1.1179	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.1	41.5467	21.5703	24.7595	40.95298	42.56802	21.04357	21.86583	24.18346	25.13754	41.7605	21.4547	24.6605	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.3	24.8311	7.8518	10.7331	24.56452	25.52728	7.745197	8.036803	10.55256	10.95304	25.0459	7.8910	10.7528	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.5	10.1969	3.2713	4.4252	10.05313	10.43487	3.229713	3.338487	4.338373	4.489627	10.2440	3.2841	4.4140	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	4.2426	1.7730	2.1831	4.214139	4.361861	1.762383	1.810017	2.167272	2.231728	4.2880	1.7862	2.1995	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.9	2.1847	1.2463	1.3937	2.156272	2.220128	1.236669	1.258731	1.384808	1.414392	2.1882	1.2477	1.3996	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.1	1.4288	1.0644	1.1132	1.404584	1.434616	1.063914	1.074686	1.10813	1.12207	1.4196	1.0693	1.1151	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.3	1.1394	1.0121	1.0247	1.130571	1.145829	1.009265	1.013535	1.022276	1.028724	1.1382	1.0114	1.0255	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ρ = 0.5		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข					หลักการจำลองข้อมูล										สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม							
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Hotelling & MS - $\bar{X}$		
0.5	0.1	12.4808	11.3045	10.7888	12.1011	12.5617	11.2142	11.6414	10.5614	10.9562	12.3314	11.4278	<u>10.7588</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	11.1145	13.0174	14.1853	10.7866	11.1922	12.7924	13.2800	13.9209	14.4521	<u>10.9894</u>	13.0362	14.1865	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.5	7.5098	8.7904	11.9080	7.3269	7.5989	8.5622	8.8842	11.6381	12.0787	<u>7.4629</u>	8.7232	11.8584	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.7	4.0049	4.5533	5.5706	3.8731	4.0079	4.4205	4.5791	5.3956	5.5932	<u>3.9405</u>	4.4998	5.4944	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.9	2.2045	2.4256	2.5602	2.1378	2.1998	2.3542	2.4258	2.4880	2.5654	<u>2.1688</u>	2.3900	2.5267	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.1	1.4531	1.5315	1.5182	1.4403	1.4719	1.5239	1.5595	1.5075	1.5425	<u>1.4561</u>	1.5417	1.5250	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.3	1.1527	1.1740	1.1547	1.1502	1.1668	1.1758	1.1940	1.1571	1.1741	<u>1.1585</u>	1.1849	<u>1.1656</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	12.2305	6.4000	7.2665	12.0245	12.4829	6.3723	6.6031	7.1666	7.4294	12.2537	<u>6.4877</u>	7.2980	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	10.1969	3.2713	4.4247	9.9638	10.3426	3.2546	3.3628	4.3655	4.5213	10.1532	<u>3.3087</u>	4.4434	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	6.4251	1.8800	2.5558	6.2381	6.4667	1.8581	1.9081	2.5295	2.6083	6.3524	<u>1.8831</u>	2.5689	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	3.4274	1.3110	1.6118	3.4011	3.5163	1.3019	1.3275	1.5980	1.6378	3.4587	<u>1.3147</u>	1.6179	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	1.9676	1.0918	1.2064	1.9349	1.9897	1.0865	1.0993	1.1954	1.2152	1.9623	<u>1.0929</u>	1.2053	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.3548	1.0202	1.0550	1.3307	1.3573	1.0175	1.0233	1.0527	1.0625	1.3440	1.0204	1.0576	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.3	1.1117	1.0030	1.0104	1.1019	1.1153	1.0015	1.0035	1.0082	1.0122	1.1086	<u>1.0025</u>	<u>1.0102</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

p = 0.5		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																	
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL								
ในแต่ละแผนภูมิควบคุม		ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					Uni - $\bar{X}$ &	Uni - $\bar{X}$ &	Hotelling
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	&MS - $\bar{X}$			
0.7	0.1	4.6076	3.9465	3.7629	4.5635	4.7245	3.9184	4.0540	3.7380	3.8670	4.6440	3.9862	<u>3.8025</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.3	4.5002	4.9215	4.7862	4.4457	4.6019	4.8347	5.0071	4.7347	4.9033	<u>4.5238</u>	4.9209	4.8190	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.5	4.0049	4.5533	5.5706	3.9460	4.0822	4.4354	4.5902	5.4919	5.6871	<u>4.0141</u>	4.5128	5.5895	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.7	2.9906	3.2713	4.6220	2.9585	3.0555	3.2481	3.3563	4.5202	4.6764	<u>3.0070</u>	3.3022	4.5983	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.9	2.0027	2.1521	2.7278	1.9624	2.0178	2.1169	2.1781	2.6621	2.7463	<u>1.9901</u>	2.1475	2.7042	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.1	1.4183	1.5002	1.6483	1.4030	1.4330	1.4871	1.5207	1.6273	1.6677	<u>1.4180</u>	1.5039	1.6475	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.3	1.1473	1.1844	1.2096	1.1448	1.1612	1.1783	1.1967	1.2060	1.2260	<u>1.1530</u>	1.1875	1.2160	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.1	4.5559	2.6539	2.9114	4.5066	4.6662	2.6590	2.7428	2.8989	2.9919	4.5864	<u>2.7009</u>	2.9454	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.3	4.2426	1.7730	2.1830	4.2200	4.3684	1.7709	1.8171	2.1702	2.2328	4.2942	<u>1.7940</u>	2.2015	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.5	3.4274	1.3110	1.6118	3.3854	3.4994	1.3081	1.3337	1.6079	1.6477	3.4424	<u>1.3209</u>	1.6278	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.7	2.3771	1.1032	1.2562	2.3867	2.4599	1.1064	1.1206	1.2588	1.2822	2.4233	<u>1.1135</u>	1.2705	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.9	1.6222	1.0259	1.0836	1.6040	1.6434	1.0223	1.0287	1.0802	1.0922	1.6237	<u>1.0255</u>	1.0862	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-1.1	1.2338	1.0045	1.0197	1.2187	1.2395	1.0027	1.0053	1.0162	1.0218	1.2291	<u>1.0040</u>	1.0190	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-1.3	1.0702	1.0005	1.0031	1.0630	1.0736	1.0001	1.0011	1.0021	1.0043	1.0683	<u>1.0006</u>	1.0032	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า ARL ที่คำนวณจากหลักการคำนวณเชิงตัวเลขเทียบกับ ค่าประมาณแบบช่วงของ  $\mu_{RL}$  ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล และแสดงค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล พร้อมกับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง ARL ประชากร 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) เท่ากับ -0.5

$\rho = -0.5$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	$\delta_1\sigma_1$ $\delta_2\sigma_2$	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข			หลักการจำลองข้อมูล									สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
		ค่า ARL			ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$			ค่าประมาณ ARL			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling					
		ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ในแต่ละแผนภูมิควบคุม									Hotelling		
		Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	& MS - $\bar{X}$
0.0	0.1	151.5222	139.4700	141.5937	146.8559	152.7583	138.3061	143.7505	136.7864	142.2254	149.8071	<u>141.0283</u>	<u>139.5059</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	0.3	44.6035	33.3333	34.2837	43.6501	45.3943	32.2135	33.4901	33.5263	34.8503	44.5222	<u>32.8518</u>	34.1883	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.5	12.5217	8.7904	8.9528	12.1080	12.5710	8.5726	8.8960	8.7174	9.0524	12.3395	<u>8.7343</u>	8.8849	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	4.6002	3.2713	3.3188	4.4986	4.6586	3.2054	3.3138	3.2548	3.3656	4.5786	<u>3.2596</u>	3.3102	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	2.2717	1.7252	1.7471	2.2061	2.2719	1.6872	1.7308	1.7052	1.7496	2.2390	<u>1.7090</u>	1.7274	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.1	1.4597	1.2193	1.2304	1.4408	1.4730	1.2172	1.2376	1.2290	1.2504	1.4569	<u>1.2274</u>	1.2397	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.3	1.1525	1.0539	1.0586	1.1477	1.1643	1.0510	1.0606	1.0579	1.0679	1.1560	<u>1.0558</u>	1.0629	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.1	151.5222	139.4700	141.5937	149.2544	155.1662	136.2432	141.5758	139.3113	144.7811	152.2103	<u>138.9095</u>	142.0462	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.3	44.6035	33.3333	34.2837	44.3293	46.0661	32.8329	34.0997	33.6440	34.9640	45.1977	<u>33.4663</u>	34.3040	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.5	12.5217	8.7904	8.9528	12.4907	12.9703	8.7531	9.0847	8.8980	9.2300	12.7305	<u>8.9189</u>	9.0640	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	4.6002	3.2713	3.3188	4.6206	4.7842	3.2483	3.3565	3.2981	3.4071	4.7024	<u>3.3024</u>	3.3526	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.9	2.2717	1.7252	1.7471	2.2440	2.3122	1.7205	1.7655	1.7386	1.7844	2.2781	<u>1.7430</u>	1.7615	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.1	1.4597	1.2193	1.2304	1.4466	1.4788	1.2118	1.2322	1.2252	1.2466	1.4627	<u>1.2220</u>	1.2359	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.3	1.1525	1.0539	1.0586	1.1425	1.1591	1.0514	1.0610	1.0564	1.0666	1.1508	<u>1.0562</u>	1.0615	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ใต้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด



ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

$\rho = -0.5$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
$\delta_1 \sigma_1$	$\delta_2 \sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling
0.1	0.1	124.1889	85.9107	91.4910	121.9379	126.8317	84.2430	87.5412	89.7844	93.3556	124.3848	<u>85.8921</u>	91.57	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.3	41.5467	21.5703	24.7595	40.4991	42.1003	20.6202	21.4370	24.2028	25.1446	41.2997	<u>21.0286</u>	24.6737	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.5	12.2305	6.4000	7.2675	11.8635	12.3139	6.1810	6.4092	7.1064	7.3780	12.0887	<u>6.2951</u>	7.2422	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	4.5559	2.6539	2.9117	4.4510	4.6092	2.6131	2.6957	2.8254	2.9168	4.5301	<u>2.6544</u>	2.8711	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	2.2606	1.5315	1.6218	2.1920	2.2574	1.5050	1.5402	1.5935	1.6329	2.2247	<u>1.5226</u>	1.6132	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.1	1.4555	1.1550	1.1882	1.4386	1.4706	1.1515	1.1683	1.1874	1.2068	1.4546	<u>1.1599</u>	1.1971	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.3	1.1506	1.0353	1.0458	1.1463	1.1627	1.0338	1.0416	1.0450	1.0540	1.1545	<u>1.0377</u>	1.0495	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.1	127.3362	139.4700	142.4901	123.9369	128.8601	136.6341	142.0491	138.3152	143.7262	<u>126.3985</u>	139.3416	141.0207	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.3	42.9312	43.3839	43.3467	42.3963	44.0673	42.0714	43.6930	42.2728	43.9220	<u>43.2318</u>	<u>42.8822</u>	<u>43.0974</u>	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.5	12.4808	11.3045	10.7903	12.3770	12.8534	11.2843	11.7173	10.7006	11.1084	12.6152	11.5008	<u>10.9045</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	4.6076	3.9465	3.7632	4.6353	4.7995	3.9439	4.0799	3.7492	3.8762	4.7174	4.0119	<u>3.8127</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.9	2.2753	1.9401	1.8826	2.2542	2.3226	1.9424	1.9974	1.8787	1.9309	2.2884	1.9699	<u>1.9048</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.1	1.4613	1.2933	1.2764	1.4497	1.4819	1.2821	1.3067	1.2707	1.2943	1.4658	1.2944	<u>1.2825</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.3	1.1533	1.0770	1.0730	1.1443	1.1609	1.0738	1.0852	1.0715	1.0831	1.1526	<u>1.0795</u>	<u>1.0773</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ใต้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

p = -0.5		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																	
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล												สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม								
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$		Hotelling		MS - $\bar{X}$		Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$		
0.3	0.1	41.5467	21.5703	24.7595	40.7188	42.3464	20.9884	21.8166	23.9253	24.8643	41.5326	<u>21.4025</u>	24.3948	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.3	24.8311	7.8518	10.7331	24.1625	25.1107	7.6378	7.9300	10.4949	10.8931	24.6366	<u>7.7839</u>	10.6940	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.5	10.1969	3.2713	4.4252	9.9657	10.3375	3.2205	3.3287	4.3519	4.5071	10.1516	<u>3.2746</u>	4.4295	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.7	4.2426	1.7730	2.1831	4.1351	4.2823	1.7483	1.7941	2.1373	2.1997	4.2087	<u>1.7712</u>	2.1685	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.9	2.1847	1.2463	1.3937	2.1342	2.1972	1.2336	1.2554	1.3794	1.4086	2.1657	<u>1.2445</u>	1.3940	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.1	1.4288	1.0644	1.1132	1.4185	1.4495	1.0596	1.0698	1.1103	1.1245	1.4340	<u>1.0647</u>	1.1174	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.3	1.1394	1.0121	1.0247	1.1359	1.1517	1.0112	1.0158	1.0229	1.0293	1.1438	<u>1.0135</u>	1.0261	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.1	42.9312	43.3839	43.3467	41.8423	43.5023	41.6211	43.2811	41.9784	43.6354	<u>42.6723</u>	<u>42.4511</u>	<u>42.8069</u>	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			
	-0.3	27.1011	33.3333	39.3018	26.3190	27.3544	32.4340	33.7404	38.1481	39.6511	<u>26.8367</u>	33.0872	38.8996	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.5	11.1145	13.0174	14.1874	10.9482	11.3668	12.8068	13.2988	13.9845	14.5189	<u>11.1575</u>	13.0528	14.2517	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.7	4.5002	4.9215	4.7867	4.4838	4.6410	4.8870	5.0608	4.7269	4.8925	<u>4.5624</u>	4.9739	4.8097	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.9	2.2666	2.3263	2.1993	2.2471	2.3147	2.3240	2.3950	2.1836	2.2482	2.2809	2.3595	<u>2.2159</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-1.1	1.4610	1.4434	1.3847	1.4446	1.4766	1.4372	1.4696	1.3723	1.4013	1.4606	1.4534	<u>1.3868</u>	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-1.3	1.1536	1.1303	1.1084	1.1447	1.1615	1.1194	1.1344	1.1040	1.1180	1.1531	1.1269	<u>1.1110</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			

เส้น \_\_\_\_\_ ใต้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ค่าสุด

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

d = -0.5		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																	
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล												สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL								
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling			
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	& MS - $\bar{X}$		
0.5	0.1	12.2305	6.4000	7.2675	11.9216	12.3744	6.2736	6.5050	7.0965	7.3579	12.1480	<u>6.3893</u>	7.2272	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.3	10.1969	3.2713	4.4252	9.9146	10.2882	3.2082	3.3150	4.3035	4.4555	10.1014	<u>3.2616</u>	4.3795	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.5	6.4251	1.8800	2.5560	6.2728	6.5006	1.8430	1.8926	2.5254	2.6052	6.3867	<u>1.8678</u>	2.5653	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.7	3.4274	1.3110	1.6118	3.3539	3.4689	1.2990	1.3244	1.5830	1.6216	3.4114	<u>1.3117</u>	1.6023	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.9	1.9676	1.0918	1.2064	1.9300	1.9838	1.0831	1.0953	1.2017	1.2217	1.9569	<u>1.0892</u>	1.2117	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.1	1.3548	1.0202	1.0550	1.3482	1.3758	1.0194	1.0252	1.0505	1.0599	1.3620	<u>1.0223</u>	1.0552	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.3	1.1117	1.0030	1.0104	1.1068	1.1208	1.0023	1.0045	1.0098	1.0140	1.1138	<u>1.0034</u>	1.0119	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.1	12.4808	11.3045	10.7903	12.1547	12.6159	11.1285	11.5495	10.6289	11.0347	12.3853	11.3390	<u>10.8318</u>	12.0726	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	11.1145	13.0174	14.1874	10.7927	11.2069	12.7684	13.2626	13.8144	14.3544	<u>10.9998</u>	13.0155	14.0844	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.5	7.5098	8.7904	11.9099	7.3470	7.6188	8.5974	8.9170	11.8471	12.2981	<u>7.4829</u>	8.7572	12.0726	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.7	4.0049	4.5533	5.5713	3.9477	4.0853	4.4846	4.6434	5.4970	5.6988	<u>4.0165</u>	4.5640	5.5979	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.9	2.2045	2.4256	2.5604	2.1746	2.2392	2.3981	2.4721	2.5345	2.6145	<u>2.2069</u>	2.4351	2.5745	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-1.1	1.4531	1.5315	1.5183	1.4346	1.4662	1.5148	1.5504	1.5041	1.5395	<u>1.4504</u>	1.5326	1.5218	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			
	-1.3	1.1527	1.1740	1.1547	1.1441	1.1607	1.1617	1.1793	1.1457	1.1623	<u>1.1524</u>	1.1705	<u>1.1540</u>	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	ต่างกัน			

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

$\rho = -0.5$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล									สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม								
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling
0.7	0.1	4.5559	2.6539	2.9117	4.5008	4.6594	2.5899	2.6707	2.8701	2.9627	4.5801	<u>2.6303</u>	2.9164	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.3	4.2426	1.7730	2.1831	4.2311	4.3787	1.7463	1.7927	2.1488	2.2118	4.3049	<u>1.7695</u>	2.1803	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.5	3.4274	1.3110	1.6118	3.4025	3.5169	1.2918	1.3166	1.5943	1.6333	3.4597	<u>1.3042</u>	1.6138	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	2.3771	1.1032	1.2563	2.3380	2.4100	1.0950	1.1082	1.2430	1.2650	2.374	<u>1.1016</u>	1.254	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	1.6222	1.0259	1.0836	1.6185	1.6585	1.0247	1.0315	1.0798	1.0918	1.6385	<u>1.0281</u>	1.0858	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.1	1.2338	1.0045	1.0197	1.2366	1.2584	1.0039	1.0067	1.0186	1.0246	1.2475	<u>1.0053</u>	1.0216	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.3	1.0702	1.0005	1.0031	1.0672	1.0782	1.0002	1.0014	1.0023	1.0047	1.0727	<u>1.0008</u>	1.0035	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.1	4.6076	3.9465	3.7632	4.5760	4.7380	3.8627	3.9941	3.7091	3.8363	4.6570	3.9284	<u>3.7727</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.3	4.5002	4.9215	4.7867	4.4929	4.6519	4.8350	5.0072	4.6736	4.8396	4.5724	4.9211	4.7566	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.5	4.0049	4.5533	5.5713	3.9938	4.1320	4.5147	4.6737	5.4880	5.6870	4.0629	4.5942	5.5875	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	2.9906	3.2713	4.6225	2.9647	3.0599	3.2477	3.3563	4.5604	4.7200	3.0123	3.3020	4.6402	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.9	2.0027	2.1521	2.7280	1.9878	2.0442	2.1297	2.1921	2.6983	2.7839	2.0160	2.1609	2.7411	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.1	1.4183	1.5002	1.6484	1.4057	1.4363	1.4911	1.5259	1.6216	1.6618	1.4210	1.5085	1.6417	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.3	1.1473	1.1844	1.2096	1.1408	1.1572	1.1784	1.1970	1.1953	1.2149	1.1490	1.1877	1.2051	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า ARL ที่คำนวณจากหลักการคำนวณเชิงตัวเลขเทียบกับ ค่าประมาณแบบช่วงของ  $\mu_{RL}$  ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล และแสดงค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล พร้อมกับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง ARL ประชากร 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) เท่ากับ 0.9

$\rho = 0.9$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL							
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Hotelling & MS - $\bar{X}$
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	& MS - $\bar{X}$	
0.0	0.1	180.4639	86.1326	92.4734	175.0484	182.0548	82.7065	85.9823	90.0434	93.6274	178.5516	<u>84.3444</u>	91.8354	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	46.4898	5.7958	7.5054	45.0004	46.7792	5.6179	5.8223	7.2582	7.5290	45.8898	<u>5.7201</u>	7.3936	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.5	12.6071	1.4736	1.7815	12.3157	12.7863	1.4472	1.4796	1.7543	1.8009	12.5510	<u>1.4634</u>	1.7776	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.7	4.6048	1.0302	1.0768	4.4805	4.6379	1.0282	1.0354	1.0709	1.0821	4.5592	<u>1.0318</u>	1.0765	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.9	2.2718	1.0004	1.0025	2.2305	2.2969	1.0000	1.0008	1.0023	1.0045	2.2637	<u>1.0004</u>	1.0034	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.1	1.4594	1.0000	1.0000	1.4475	1.4795	1.0000	1.0000	0.9999	1.0005	1.4635	<u>1.0000</u>	<u>1.0002</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	1.3	1.1520	1.0000	1.0000	1.1479	1.1645	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1562	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	180.4639	86.1326	92.4734	175.5415	182.4725	82.5299	85.7721	90.9834	94.5580	179.0070	<u>84.1510</u>	92.7707	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	46.4898	5.7958	7.5054	46.2763	48.1015	5.7342	5.9462	7.4439	7.7249	47.1889	<u>5.8402</u>	7.5844	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	12.6071	1.4736	1.7815	12.3272	12.7960	1.4557	1.4883	1.7439	1.7899	12.5616	<u>1.4720</u>	1.7669	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	4.6048	1.0302	1.0768	4.5238	4.6826	1.0256	1.0324	1.0676	1.0786	4.6032	<u>1.0290</u>	1.0731	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	2.2718	1.0004	1.0025	2.2394	2.3062	1.0001	1.0009	1.0020	1.0042	2.2728	<u>1.0005</u>	1.0031	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.4594	1.0000	1.0000	1.4350	1.4664	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4507	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-1.3	1.1520	1.0000	1.0000	1.1389	1.1549	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1469	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

$\rho = 0.9$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล									สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (s/\sqrt{10,000})$			ค่าประมาณ ARL								
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			Uni - $\bar{X}$ &	Uni - $\bar{X}$ &	Hotelling			
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	& MS - $\bar{X}$		
0.1	0.1	161.0973	183.8235	187.0640	158.4263	164.7945	178.9051	186.0393	182.8646	190.1204	161.6104	182.4722	186.4925	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.3	47.7684	15.9261	17.1565	46.1293	47.9499	15.5244	16.1250	16.6035	17.2517	47.0396	15.8247	16.9276	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.5	12.7486	2.2852	2.6735	12.4365	12.9119	2.2229	2.2887	2.6090	2.6924	12.6742	2.2558	2.6507	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	4.6238	1.1162	1.2022	4.4981	4.6565	1.1085	1.1227	1.1926	1.2120	4.5773	1.1156	1.2023	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	2.2764	1.0036	1.0114	2.2352	2.3018	1.0032	1.0058	1.0104	1.0148	2.2685	1.0045	1.0126	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	1.1	1.4613	1.0000	1.0001	1.4497	1.4819	0.9999	1.0003	1.0000	1.0006	1.4658	1.0001	1.0003	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	1.3	1.1532	1.0000	1.0000	1.1496	1.1664	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1580	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.1	135.1122	20.7814	26.6653	131.4999	136.7475	20.4441	21.2485	26.3051	27.3407	134.1237	20.8463	26.8229	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.3	42.0854	2.6099	3.6348	41.8255	43.4711	2.5373	2.6161	3.5996	3.7236	42.6483	2.5767	3.6616	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.5	12.2535	1.1524	1.3284	11.9931	12.4483	1.1486	1.1654	1.3115	1.3373	12.2207	1.1570	1.3244	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	4.5567	1.0055	1.0223	4.4690	4.6262	1.0042	1.0072	1.0192	1.0250	4.5476	1.0057	1.0221	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.9	2.2601	1.0000	1.0004	2.2238	2.2902	0.9999	1.0005	1.0000	1.0008	2.2570	1.0002	1.0004	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-1.1	1.4546	1.0000	1.0000	1.4299	1.4611	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4455	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-1.3	1.1490	1.0000	1.0000	1.1363	1.1521	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1442	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

p = 0.9		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10															
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม	
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	& MS - $\bar{X}$	
0.3	0.1	47.7684	15.9261	17.1565	46.9970	48.8490	15.7021	16.3061	16.7705	17.4177	47.9230	<u>16.0041</u>	17.0941	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.3	34.9278	50.8647	58.8033	34.4721	35.8159	49.9064	51.8766	57.7249	60.0357	<u>35.1440</u>	50.8915	58.8803	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.5	12.6000	8.5353	7.9944	12.2408	12.7088	8.3326	8.6456	7.7969	8.0879	12.4748	8.4891	<u>7.9424</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.7	4.6318	1.8452	1.8720	4.4971	4.6555	1.8071	1.8555	1.8296	1.8786	4.5763	<u>1.8313</u>	1.8541	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.9	2.2786	1.0737	1.0986	2.2375	2.3041	1.0675	1.0785	1.0907	1.1035	2.2708	<u>1.0730</u>	1.0971	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	1.1	1.4622	1.0019	1.0043	1.4508	1.4830	1.0016	1.0036	1.0031	1.0057	1.4669	<u>1.0026</u>	1.0044	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	1.3	1.1537	1.0000	1.0000	1.1502	1.1670	0.9999	1.0003	0.9999	1.0005	1.1586	<u>1.0001</u>	<u>1.0002</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	
	-0.1	42.0854	2.6099	3.6348	41.5480	43.1852	2.5543	2.6347	3.5798	3.7008	42.3666	<u>2.5945</u>	3.6403	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.3	24.8533	1.1667	1.3919	24.4419	25.4067	1.1569	1.1743	1.3746	1.4038	24.9243	<u>1.1656</u>	1.3892	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.5	10.1949	1.0068	1.0313	10.0370	10.4180	1.0056	1.0090	1.0268	1.0338	10.2275	<u>1.0073</u>	1.0303	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.7	4.2385	1.0000	1.0006	4.1588	4.3030	0.9999	1.0005	1.0003	1.0015	4.2309	<u>1.0002</u>	1.0009	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.9	2.1789	1.0000	1.0000	2.1590	2.2226	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	2.1908	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	
	-1.1	1.4205	1.0000	1.0000	1.3985	1.4281	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4133	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	
	-1.3	1.1280	1.0000	1.0000	1.1188	1.1334	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1261	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ρ = 0.9		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าค่าประมาณ ARL							
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					Uni - $\bar{X}$ &	Uni - $\bar{X}$ &	Hotelling
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	& MS - $\bar{X}$	
0.5	0.1	12.7486	2.2852	2.6735	12.5629	13.0427	2.2367	2.3033	2.6340	2.7176	12.8028	2.2700	2.6758	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	12.6000	8.5353	7.9944	12.4200	12.8960	8.1878	8.4936	7.7618	8.0504	12.6580	8.3407	7.9061	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.5	9.6378	14.1223	18.8899	9.3341	9.6851	13.7943	14.3325	18.5658	19.2878	9.5096	14.0634	18.9268	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.7	4.5609	4.2613	4.0869	4.5104	4.6696	4.2101	4.3593	4.0605	4.2019	4.5900	4.2847	4.1312	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.9	2.2783	1.4736	1.4229	2.2635	2.3319	1.4585	1.4917	1.4126	1.4436	2.2977	1.4751	1.4281	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.1	1.4623	1.0384	1.0398	1.4386	1.4706	1.0348	1.0428	1.0355	1.0435	1.4546	1.0388	1.0395	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	1.3	1.1538	1.0008	1.0012	1.1401	1.1563	1.0001	1.0011	1.0003	1.0015	1.1482	1.0006	1.0009	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	12.2535	1.1524	1.3284	12.0611	12.5231	1.1396	1.1560	1.3184	1.3446	12.2921	1.1478	1.3315	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	10.1949	1.0068	1.0313	10.0418	10.4204	1.0045	1.0077	1.0238	1.0304	10.2311	1.0061	1.0271	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	6.4127	1.0001	1.0007	6.2362	6.4670	1.0000	1.0006	1.0003	1.0015	6.3516	1.0003	1.0009	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	3.4039	1.0000	1.0000	3.3705	3.4835	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.4270	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.9	1.9350	1.0000	1.0000	1.8916	1.9442	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.9179	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-1.1	1.3139	1.0000	1.0000	1.2910	1.3158	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.3034	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-1.3	1.0717	1.0000	1.0000	1.0610	1.0716	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0663	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ค่าสุด



ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

p = 0.9		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																	
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล												สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม								
$\delta_1\sigma$	$\delta_2\sigma$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Hotelling &MS - $\bar{X}$			
0.7	0.1	4.6238	1.1162	1.2022	4.5758	4.7378	1.1117	1.1263	1.1968	1.2162	4.6568	<u>1.1190</u>	1.2065	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.3	4.6318	1.8452	1.8720	4.5827	4.7447	1.8470	1.8970	1.8760	1.9274	4.6637	<u>1.8720</u>	1.9017	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.5	4.5609	4.2613	4.0869	4.5015	4.6597	4.2336	4.3818	4.0891	4.2315	4.5806	4.3077	<u>4.1603</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.7	3.7282	5.0834	7.3359	3.6763	3.8019	4.9513	5.1267	7.1642	7.4252	<u>3.7391</u>	5.0390	7.2947	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	0.9	2.2493	2.3581	2.4270	2.2185	2.2841	2.3177	2.3871	2.3770	2.4490	<u>2.2513</u>	2.3524	2.4130	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.1	1.4620	1.2283	1.1923	1.4530	1.4856	1.2209	1.2419	1.1904	1.2096	1.4693	1.2314	<u>1.2000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	1.3	1.1538	1.0160	1.0134	1.1503	1.1671	1.0148	1.0200	1.0126	1.0174	1.1587	1.0174	<u>1.0150</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.1	4.5567	1.0055	1.0223	4.5122	4.6710	1.0044	1.0074	1.0194	1.0254	4.5916	<u>1.0059</u>	1.0224	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน			
	-0.3	4.2385	1.0000	1.0006	4.2168	4.3650	0.9999	1.0003	0.9999	1.0005	4.2909	<u>1.0001</u>	<u>1.0002</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			
	-0.5	3.4039	1.0000	1.0000	3.3877	3.5013	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.4445	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			
	-0.7	2.3169	1.0000	1.0000	2.3185	2.3887	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	2.3536	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			
	-0.9	1.5302	1.0000	1.0000	1.5178	1.5540	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.5359	1.0000	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			
	-1.1	1.1387	1.0000	1.0000	1.1302	1.1456	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1379	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			
	-1.3	1.0158	1.0000	1.0000	1.0126	1.0174	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0150	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน			

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า ARL ที่คำนวณจากหลักการคำนวณเชิงตัวเลขเทียบกับ ค่าประมาณแบบช่วงของ  $\mu_{RL}$  ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล และแสดงค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล พร้อมกับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง ARL ประชากร 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย เมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) เท่ากับ -0.9

$\rho = -0.9$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL							
	ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					Uni - $\bar{X}$ &	Uni - $\bar{X}$ &	Hotelling
	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	& MS - $\bar{X}$	
0.0	0.1	180.4639	86.1326	92.4734	176.1194	183.0504	84.1669	87.5031	89.8716	93.5094	179.5849	<u>85.8350</u>	91.6905	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	46.4898	5.7958	7.5054	46.0791	47.9131	5.6693	5.8783	7.3223	7.5973	46.9961	<u>5.7738</u>	7.4598	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.5	12.6071	1.4736	1.7815	12.3691	12.8417	1.4656	1.4986	1.7723	1.8195	12.6054	<u>1.4821</u>	1.7959	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.7	4.6048	1.0302	1.0768	4.5373	4.6953	1.0262	1.0332	1.0691	1.0803	4.6163	<u>1.0297</u>	1.0747	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.9	2.2718	1.0004	1.0025	2.2355	2.3013	0.9999	1.0005	1.0013	1.0031	2.2684	<u>1.0002</u>	1.0022	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	1.1	1.4594	1.0000	1.0000	1.4341	1.4655	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4498	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	1.3	1.1520	1.0000	1.0000	1.1422	1.1584	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1503	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	180.4639	86.1326	92.4734	177.7364	184.8828	84.3576	87.6894	90.6210	94.1918	181.3096	<u>86.0235</u>	92.4064	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	46.4898	5.7958	7.5054	46.2293	48.0749	5.7848	5.9946	7.3988	7.6720	47.1521	<u>5.8897</u>	7.5354	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	12.6071	1.4736	1.7815	12.5268	12.9956	1.4728	1.5060	1.7806	1.8270	12.7612	<u>1.4894</u>	1.8038	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	4.6048	1.0302	1.0768	4.5731	4.7349	1.0275	1.0347	1.0768	1.0888	4.6540	<u>1.0311</u>	1.0828	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	2.2718	1.0004	1.0025	2.2602	2.3278	0.9999	1.0003	1.0011	1.0029	2.2940	<u>1.0001</u>	1.0020	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.4594	1.0000	1.0000	1.4381	1.4705	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4543	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-1.3	1.1520	1.0000	1.0000	1.1402	1.1564	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1483	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

$\rho = -0.9$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10															
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		หลักการคำนวณเชิงตัวเลข			หลักการจำลองข้อมูล										สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน		
ค่าเฉลี่ย		ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				$H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
$\delta_1 \sigma_1$	$\delta_2 \sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	Hotelling & MS - $\bar{X}$	
0.1	0.1	135.1122	20.7814	26.6653	131.4536	136.7388	20.0132	20.7902	25.7824	26.7854	134.0962	<u>20.4017</u>	26.2839	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.3	42.0854	2.6099	3.6348	41.6263	43.3013	2.5994	2.6820	3.5600	3.6814	42.4638	<u>2.6407</u>	3.6207	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.5	12.2535	1.1524	1.3284	12.0061	12.4633	1.1447	1.1615	1.3112	1.3372	12.2347	<u>1.1531</u>	1.3242	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.7	4.5567	1.0055	1.0223	4.4780	4.6340	1.0034	1.0062	1.0176	1.0232	4.5560	<u>1.0048</u>	1.0204	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	0.9	2.2601	1.0000	1.0004	2.2206	2.2858	1.0000	1.0000	1.0000	1.0008	2.2532	<u>1.0000</u>	1.0004	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	1.1	1.4546	1.0000	1.0000	1.4292	1.4604	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4448	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	
	1.3	1.1490	1.0000	1.0000	1.1395	1.1555	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1475	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	
	-0.1	161.0973	183.8235	187.0640	157.9612	164.2530	178.1544	185.2248	182.4470	189.7878	<u>161.1071</u>	181.6896	186.1174	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.3	47.7684	15.9261	17.1565	47.1143	48.9993	15.6606	16.2766	16.9089	17.5629	48.0568	<u>15.9686</u>	17.2359	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.5	12.7486	2.2852	2.6735	12.6676	13.1436	2.3008	2.3698	2.6713	2.7561	12.9056	<u>2.3353</u>	2.7137	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.7	4.6238	1.1162	1.2022	4.5967	4.7593	1.1114	1.1258	1.2020	1.2222	4.6780	<u>1.1186</u>	1.2121	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-0.9	2.2764	1.0036	1.0114	2.2658	2.3336	1.0026	1.0050	1.0090	1.0132	2.2997	<u>1.0038</u>	1.0111	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน	
	-1.1	1.4613	1.0000	1.0001	1.4405	1.4729	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4567	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	
	-1.3	1.1532	1.0000	1.0000	1.1417	1.1581	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1499	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน	

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ค่าสุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10														
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		หลักการคำนวณเชิงตัวเลข			หลักการจำลองข้อมูล										สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน	
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม			$H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
$\delta_1 \sigma_1$	$\delta_2 \sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Hotelling & MS - $\bar{X}$
0.3	0.1	42.0854	2.6099	3.6348	41.4578	43.1256	2.5476	2.6276	3.4971	3.6151	42.2917	2.5876	3.5561	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.3	24.8533	1.1667	1.3919	24.3361	25.2993	1.1537	1.1707	1.3780	1.4072	24.8177	1.1622	1.3926	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.5	10.1949	1.0068	1.0313	10.0195	10.3987	1.0048	1.0080	1.0275	1.0345	10.2091	1.0064	1.0310	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.7	4.2385	1.0000	1.0006	4.1664	4.3110	0.9999	1.0005	1.0003	1.0015	4.2387	1.0002	1.0009	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	0.9	2.1789	1.0000	1.0000	2.1531	2.2153	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	2.1842	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	1.1	1.4205	1.0000	1.0000	1.3992	1.4292	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.4142	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	1.3	1.1280	1.0000	1.0000	1.1216	1.1364	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1290	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน
	-0.1	47.7684	15.9261	17.1565	46.9134	48.7632	15.4946	16.0918	16.6476	17.2952	47.8383	15.7932	16.9714	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.3	34.9278	50.8647	58.8033	34.2562	35.6170	49.6891	51.6925	56.6826	58.9108	34.9366	50.6908	57.7967	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.5	12.6000	8.5353	7.9944	12.4081	12.8781	8.4724	8.7910	7.9269	8.2237	12.6431	8.6317	8.0753	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.7	4.6318	1.8452	1.8720	4.6014	4.7642	1.8467	1.8971	1.8762	1.9282	4.6828	1.8719	1.9022	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-0.9	2.2786	1.0737	1.0986	2.2679	2.3359	1.0744	1.0862	1.0985	1.1123	2.3019	1.0803	1.1054	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.1	1.4622	1.0019	1.0043	1.4412	1.4736	1.0007	1.0021	1.0030	1.0056	1.4574	1.0014	1.0043	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน
	-1.3	1.1537	1.0000	1.0000	1.1424	1.1588	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1506	1.0000	1.0000	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

$\rho = -0.9$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$ ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ค่าประมาณ ARL ในแต่ละแผนภูมิควบคุม							
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	Hotelling & MS - $\bar{X}$		
0.5	0.1	12.2535	1.1524	1.3284	11.9734	12.4302	1.1435	1.1601	1.3142	1.3400	12.2018	<u>1.1518</u>	1.3271	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	10.1949	1.0068	1.0313	9.9507	10.3293	1.0050	1.0082	1.0316	1.0390	10.1400	<u>1.0066</u>	1.0353	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.5	6.4127	1.0001	1.0007	6.2920	6.5228	0.9999	1.0003	1.0001	1.0009	6.4074	<u>1.0001</u>	1.0005	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.7	3.4039	1.0000	1.0000	3.3439	3.4567	1.0000	1.0000	0.9999	1.0003	3.4003	<u>1.0000</u>	<u>1.0001</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	0.9	1.9350	1.0000	1.0000	1.9118	1.9644	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.9381	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	1.1	1.3139	1.0000	1.0000	1.2969	1.3219	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.3094	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	1.3	1.0717	1.0000	1.0000	1.0656	1.0762	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0709	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	12.7486	2.2852	2.6735	12.5062	12.9806	2.2463	2.3135	2.6296	2.7130	12.7434	<u>2.2799</u>	2.6713	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	12.6000	8.5353	7.9944	12.2708	12.7406	8.3590	8.6688	7.8385	8.1343	12.5057	8.5139	<u>7.9864</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	9.6378	14.1223	18.8899	9.2765	9.6267	13.6324	14.1720	18.4037	19.1277	<u>9.4516</u>	13.9022	18.7657	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	4.5609	4.2613	4.0869	4.5108	4.6712	4.2365	4.3861	4.0607	4.2011	4.5910	4.3113	<u>4.1309</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	2.2783	1.4736	1.4229	2.2651	2.3329	1.4685	1.5021	1.4163	1.4473	2.2990	1.4853	<u>1.4318</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.4623	1.0384	1.0398	1.4420	1.4744	1.0343	1.0423	1.0364	1.0446	1.4582	<u>1.0383</u>	<u>1.0405</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-1.3	1.1538	1.0008	1.0012	1.1424	1.1588	1.0002	1.0014	1.0009	1.0025	1.1506	<u>1.0008</u>	1.0017	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

$\rho = -0.9$		ขนาดตัวอย่าง (n) = 10																
ระดับการ เปลี่ยน แปลง ของ ค่าเฉลี่ย	หลักการคำนวณเชิงตัวเลข				หลักการจำลองข้อมูล											สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \mu_d = 0$ vs. $H_1: \mu_d \neq 0$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม		
	ค่า ARL				ค่าประมาณแบบช่วงของ $\mu_{RL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $ARL \pm Z_{0.05/2} (S/\sqrt{10,000})$						ค่าประมาณ ARL							
ในแต่ละแผนภูมิควบคุม				ในแต่ละแผนภูมิควบคุม						ในแต่ละแผนภูมิควบคุม					Uni - $\bar{X}$ &	Uni - $\bar{X}$ &	Hotelling	
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$	Hotelling	MS - $\bar{X}$	Hotelling	Hotelling	&MS - $\bar{X}$		
0.7	0.1	4.5567	1.0055	1.0223	4.5152	4.6744	1.0050	1.0082	1.0194	1.0252	4.5948	<u>1.0066</u>	1.0223	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	0.3	4.2385	1.0005	1.0006	4.2325	4.3793	0.9999	1.0005	1.0000	1.0008	4.3059	<u>1.0002</u>	<u>1.0004</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	0.5	3.4039	1.0000	1.0000	3.3943	3.5077	1.0000	1.0000	0.9999	1.0003	3.4510	<u>1.0000</u>	<u>1.0001</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	0.7	2.3169	1.0000	1.0000	2.3050	2.3750	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	2.3400	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	0.9	1.5302	1.0000	1.0000	1.5309	1.5667	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.5488	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	1.1	1.1387	1.0000	1.0000	1.1344	1.1504	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1424	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	1.3	1.0158	1.0000	1.0000	1.0161	1.0215	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0188	<u>1.0000</u>	<u>1.0000</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		
	-0.1	4.6238	1.1162	1.2022	4.5783	4.7403	1.1055	1.1197	1.1916	1.2110	4.6593	<u>1.1126</u>	1.2013	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.3	4.6318	1.8450	1.8721	4.5794	4.7412	1.8126	1.8618	1.8489	1.8989	4.6603	<u>1.8372</u>	1.8739	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.5	4.5609	4.2608	4.0873	4.5465	4.7067	4.1555	4.2993	3.9879	4.1261	4.6266	4.2274	<u>4.0570</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.7	3.7282	5.0839	7.3369	3.6831	3.8095	5.0054	5.1840	7.2145	7.4829	<u>3.7463</u>	5.0947	7.3487	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-0.9	2.2493	2.3579	2.4271	2.2418	2.3088	2.3375	2.4085	2.3946	2.4690	<u>2.2753</u>	2.3730	2.4318	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.1	1.4620	1.2284	1.1923	1.4430	1.4754	1.2197	1.2405	1.1829	1.2017	1.4592	1.2301	<u>1.1923</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ต่างกัน		
	-1.3	1.1538	1.0161	1.0134	1.1425	1.1589	1.0127	1.0177	1.0113	1.0161	1.1507	<u>1.0152</u>	<u>1.0137</u>	ต่างกัน	ต่างกัน	ไม่ต่างกัน		

เส้น \_\_\_\_\_ ได้ค่าประมาณ ARL หมายถึง แผนภูมิควบคุมนั้นที่มีค่าประมาณ ARL ต่ำสุด

จากตารางที่ 4.3 – 4.7 การตรวจสอบความเหมาะสมเชิงสถิติของตัวแบบจำลอง โดยการนำค่าประมาณแบบช่วงของจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยประชากร ( $\mu_{RL}$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของหลักการจำลองแบบเทียบกับค่าจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL) ที่ได้จาก หลักการคำนวณเชิงตัวเลข

พบว่า เกือบทุกสถานการณ์ที่ทำการทดสอบ ค่า ARL ที่ได้จากการคำนวณเชิงตัวเลข อยู่ในขอบเขตของค่าประมาณแบบช่วงของจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ยประชากร ( $\mu_{RL}$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ของหลักการจำลองแบบ

แต่มีเพียง 2 สถานการณ์ที่ ค่า ARL ที่ได้จากการคำนวณเชิงตัวเลข ออกนอกขอบเขตของค่าประมาณแบบช่วง โดยที่ ค่า ARL มีค่าแตกต่างจากค่าประมาณแบบช่วงน้อยมาก

การเปรียบเทียบดังกล่าวเป็นการทวนสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างเพื่อจำลองตัวแปรและคำนวณค่าประมาณ ARL ซึ่งให้ความเชื่อมั่นในความถูกต้องของการทดลอง

ผลการสรุปในการเลือกแผนภูมิควบคุมที่ดีที่สุดแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดจากตารางที่ 4.3 – 4.7 สามารถตั้งข้อสังเกตได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ สามารถ จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) มีดังนี้

1) ถ้า  $\rho = 0$

กรณี ค่า  $\delta_1\sigma_1$  และ  $\delta_2\sigma_2$  เท่ากับ ทุกค่าที่กำหนด พบว่า แผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ มีค่าประมาณ ARL ไม่ต่างกันมาก

2) ถ้า  $\rho = 0.5$  และ  $-0.5$

กรณี ค่า  $\delta_1\sigma_1 = 0.1$  และ  $0.1 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 0.5$  พบว่า ค่าประมาณ ARL ของ แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart  $\bar{X}$  และ แผนภูมิควบคุม Hotelling มีค่าประมาณ ARL ใกล้เคียงกัน แต่แผนภูมิควบคุมแผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว ค่าประมาณ ARL ต่างกันมากกับแผนภูมิควบคุมทั้ง 2 แบบที่เหลือ

กรณี อื่นๆ เมื่อ ค่า  $\delta_1\sigma_1$  และ  $\delta_2\sigma_2$  มีค่ามากใกล้ 1.0 พบว่าแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ มีค่าประมาณ ARL ไม่ต่างกันมาก

3) ถ้า  $\rho = 0.9$  และ  $-0.9$

กรณี ค่า  $0.1 \leq \delta_1\sigma_1 \leq 0.5$  และ  $0.1 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 0.5$  พบว่า ค่าประมาณ ARL ของ แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart  $\bar{X}$  และแผนภูมิควบคุม Hotelling มีค่าประมาณ ARL ใกล้เคียงกัน

แต่แผนภูมิควบคุมแผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว ค่าประมาณ ARL ต่างกันมากกับแผนภูมิควบคุมทั้ง 2 แบบที่เหลือ

กรณีอื่นๆ เมื่อค่า  $\delta_1\sigma_1$  และ  $\delta_2\sigma_2$  มีค่ามากใกล้ 1.0 พบว่าแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบมีค่าประมาณ ARL ไม่ต่างกันมาก

2. ภายใต้ขอบเขตของค่า  $\rho, \delta_1\sigma_1$  และ  $\delta_2\sigma_2$  ที่กำหนดในแต่ละสถานการณ์ พบว่าผลสรุปในการตัดสินใจเลือกแผนภูมิที่มีประสิทธิภาพดีสุด เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

### 2.1 ผลสรุปมีรูปแบบที่ชัดเจน มีสถานการณ์ต่างๆดังนี้

กรณี ค่า  $\delta_1\sigma_1 = 0.0$  และ  $\delta_2\sigma_2 \neq 0.0$

$\rho$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$
0, 0.5, -0.5, 0.9 และ -0.9	0.0	ทุกค่าที่กำหนด

กรณี ค่า  $\delta_1\sigma_1 \neq 0.0$  และ  $\delta_2\sigma_2 \neq 0.0$

$\rho$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$
0	$\geq 0.3$	ทุกค่าที่กำหนด
0.5, 0.9	$\geq 0.1$	ทุกค่าลบที่กำหนด
-0.5, -0.9	$\geq 0.1$	ทุกค่าบวกที่กำหนด

### 2.2 ผลสรุปมีรูปแบบที่ไม่ชัดเจน มีสถานการณ์ต่างๆดังนี้

กรณี ค่า  $\delta_1\sigma_1 \neq 0.0$  และ  $\delta_2\sigma_2 \neq 0.0$

$\rho$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$
0	0.1	ทุกค่าที่กำหนด
0.5, 0.9	$\geq 0.1$	ทุกค่าบวกที่กำหนด
-0.5, -0.9	$\geq 0.1$	ทุกค่าลบที่กำหนด



3. กรณี ค่า  $\delta_1\sigma_1 \neq 0.0$  และ  $\delta_2\sigma_2 \neq 0.0$  เมื่อกำหนดให้  $\delta_1\sigma_1 = k_1$  และ  $\delta_2\sigma_2 = k_2$  โดยที่  $k_1$  และ  $k_2$  เป็นค่าคงที่ตามที่กำหนด จะให้ผลสรุปการเลือกแผนภูมิควบคุมที่ดีที่สุด เหมือนกับ เมื่อกำหนดให้  $\delta_1\sigma_1 = k_2$  และ  $\delta_2\sigma_2 = k_1$

ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อสังเกตข้างต้นนั้น เมื่อกำหนดสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) เท่ากับ 0.5, -0.5, 0.9 และ -0.9 สามารถนำหลักการเกี่ยวกับระยะทางที่เป็นพื้นฐานแต่ละแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบมาทำการวิเคราะห์ถึงรูปแบบการสรุปผลการเลือกแผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งระยะทางที่จะนำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. ระยะทาง Mahalanobis เขียนแทนด้วย  $D_M$

$$\text{คำนวณได้จาก } D_M = \sqrt{(\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)^T \Sigma^{-1} (\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)}$$

2. ระยะทาง ยูคลิด เขียนแทนด้วย  $D_E$

$$\text{คำนวณได้จาก } D_E = \sqrt{(\delta_1\sigma_1)^2 + (\delta_2\sigma_2)^2}$$

ดังนั้นจากตารางที่ 4.3 – 4.7 และตารางที่ ค ในภาคผนวก เมื่อ  $\rho \neq 0$  กล่าวคือ

เมื่อ  $\rho = 0.5, -0.5, 0.9$  และ  $-0.9$  กำหนดให้ ค่า  $\delta_1\sigma_1 = 0.0, 0.1, 0.3, 0.5$  และ  $0.7$  และค่า  $\delta_2\sigma_2 = \pm 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.1$  และ  $1.3$  สามารถสรุปผลโดยรวมของการเลือกแผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพที่สุด เมื่อนำค่า  $D_M - D_E$  มาทำการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ถ้าค่า  $D_M - D_E$  มีค่าเป็นลบ  
ดังนั้นแผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว  $\bar{X}$  จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด
2. ถ้า ค่า  $D_M - D_E$  มีค่าเป็นบวกและส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 0.1  
ดังนั้น แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart  $\bar{X}$  จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด
3. ถ้า ค่า  $D_M - D_E$  มีค่าเป็นบวกและส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.1  
ดังนั้น แผนภูมิควบคุม Hotelling จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด