รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. หลักสถิติ.กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2540.

ณัฐศิระ เยาวสุต.เรียนง่ายเป็นเร็วกับการเขียน Macro และ VBA บน Microsoft Excel.กรุงเทพมหานคร:ซีเอ็ดยูเคชั่น,2544.

นภัสพร เธียรพัฒนะวงศ์.การเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมสำหรับกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในค่าเฉลี่ย.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2545.

พรชไม นาคไร่ขิง.การเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ยสำหรับประชากรที่มีการแจกแจงเบ้.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2545.

พิชิต สุขเจริญพงษ์.การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม.กรุงเทพมหานคร:ซีเอ็ดยูเคชั่น,2544.

พันทิพา สาครินทร์.สถิติการควบคุมคุณภาพ.กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,2531.

มานพ วราภักดิ์ .การจำลองเบื้องต้น = Introduction to simulation.กรุงเทพมหานคร:ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2547.

ศรี วรกุลสวัสดิ์.การควบคุณภาพทางสถิติ.พิมพ์ครั้งที่ 6.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง,2542.

รสสุคนธ์ หังสพฤกษ์.การวิเคราะห์ทางสถิติของตัวแปรพหุ1.พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง,2541.

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์.การควบคุมคุณภาพ.กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ , 2535.

ภาษาต่างประเทศ

Ali A.Houshmand and Saeed Golnabi.Multivariate Shewhart Xbar - Chart http://interstat.stat.vt.edu/InterStat/Articles/S99004.pdf.

Alvin C. Rencher.Methods of Multivariate Analysis. ,New York:John Wiley&Sons,1995.

Anderson T.W..An Introduction to Multivariate Statistical Analysis.2nd.Edition, John Wiley&Sons,1984.

Grant.E.L.andR.S.Leavevworth.Statistical Quality Control.,New York : McGraw-Hill,1998.

Montgomery,D.C.Introduction to Statistical Quality Control.3rd.Edition,New York:John Wiley&Sons,1997.

Morrison,D.F..Multivariate Statistical Methods,3rd.Edition,MeGraw-Hill Book Company,1990.

Richard L. Burden.Numerical Analysis,5th.Edition,1993.

Sheldon M. Ross.Simulation. 2nd.Edition,Academic Press,1997.

Thomas P.Ryan.Statistical Mehods for Quality Improment.2nd.Edition, John Wiley&Sons,2000.

William R. Dillon and Matthew Goldstein.Multivariate Analysis Methods and Applications. John Wiley&Sons,1984.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การประมาณอินทิเกรต 2 ชั้นด้วยหลักการ Simpson (Simpson's Double Integral)

การประมาณ อินทิเกรต $$f = \int_{a}^{b}\int_{c(x_1)}^{d(x_1)} f(x_1,x_2)dx_2dx_1$$

b คือ ขีดจำกัดบนของการอินทิเกรตของ X_1

a คือ ขีดจำกัดล่างของการอินทิเกรตของ X_1

$c(x_1)$ คือ ขีดจำกัดบนของการอินทิเกรดของ X_2

$d(x_1)$ คือ ขีดจำกัดล่างของการอินทิเกรตของ X_2

ขนาดขั้นตอนสำหรับ X_1 คือ $h = \frac{(b-a)}{2}$

ขนาดขั้นตอนสำหรับ X_2 คือ $k(x_1) = \frac{(c(x_1)-a(x_1))}{2}$

$$\iint_R f(x_1,x_2)dA = \int_a^b \left(\int_{c(x_1)}^{d(x_1)} f(x_1,x_2)dx_1 \right) dx_1$$

$$\int_a^b \int_{c(x_1)}^{d(x_1)} f(x_1,x_2)dx_2dx_1 \approx \int_a^b \frac{k(x_1)}{3}\left[f(x_1,c(x_1)) + 4f(x,c(x_1)+k(x_1)+f(x,d(x_1))) \right] dx$$

$$\approx \frac{h}{3}\left\{ \frac{k(a)}{3}\left[f(a,c(a)) + 4f(a,c(a)+k(a)) + f(a,d(a)) \right] \right.$$

$$+ \frac{4k(a+h)}{3}\left[f(a+h,c(a+h)) + 4f(a+h,c(a+h) \right.$$

$$\left. \left. +k(a+h)) + f(a+h,d(a+h)) \right] \right.$$

วิธีดำเนินการมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนแรก กำหนด $h = \frac{(b-a)}{2n}$;

$J_1 = 0$ (เทอมจบ)

$J_2 = 0$ (เทอมเลขคู่)

$J_3 = 0$ (เทอมเลขคี่)

ขั้นตอนที่ 2 ทำการวนซ้ำขั้นตอนที่ 3 ถึง 8 ตั้งแต่ $i = 0,1,2,...,2n$

ขั้นตอนที่ 3 กำหนด $x = a + ih$; (หลักการ Composite Simpson สำหรับ x_1)

$$HX = \frac{\left(d(x_1) - c(x_1)\right)}{2n};$$

$$K_1 = f\left(x_1, c(x_1)\right) + f\left(x, d(x_1)\right);$$

$$K_2 = 0 \quad ;$$

$$K_3 = 0 \quad .$$

ขั้นตอนที่ 4 ทำวนซ้ำขั้นตอนที่ 5 ถึง 6 ตั้งแต่ $j = 1,2,...,2m-1$

ขั้นตอนที่ 5 กำหนด $x_2 = c(x_1) + jHX$;

$$Q = f\left(x_1, x_2\right).$$

ขั้นตอนที่ 6 ถ้า j เป็นเลขคู่ ดังนั้น ให้ $K_2 = K_2 + Q$

อื่นๆ ให้ $K_3 = K_3 + Q$

ขั้นตอนที่ 7 กำหนด $L = \frac{(K_1 + 2K_2 + 4K_3)HX}{3}$

(หลักการ Composite Simpson $L \approx \int_c^d f(x_{1i}, x_2)dx_2$)

ขั้นตอนที่ 8 ถ้า $i = 0$ หรือ $i = 2n$ ดังนั้น $J_1 = J_1 + L$

อื่น ถ้า i เป็นเลขคู่ ดังนั้น $J_2 = J_2 + L$

อื่น $J_3 = J_3 + L$

ขั้นตอนที่ 9 กำหนด $J = \frac{h(J_1 + 2J_2 + 4J_3)}{3}$

ขั้นตอนที่ 10 ได้ค่าประมาณของ $f = \int_a^b \int_c^d f(x_1, x_2)dx_2dx_1 \approx J$

<u>ตารางที่ ข1.</u> การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เท่ากับ 0

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
	0.1	-1.7299	0.0000	1.7299	1.4518	0.0000	1.4518			1.19	0.2334	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	1.19	0.2334	ยอมรับH_0
	0.3	0.1823	0.0000	-0.1823	0.3987	0.0000	0.3987			0.46	0.6475	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.46	0.6475	ยอมรับH_0
	0.5	-0.3466	0.0000	0.3466	0.0999	0.0000	0.0999			3.47	0.0005	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	3.47	0.0005	ปฏิเสธH_0
	0.7	-0.3057	0.0000	0.3057	0.0314	0.0000	0.0314			9.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.74	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	-0.1610	0.0000	0.1610	0.0116	0.0000	0.0116			13.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	13.87	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	-0.0698	0.0000	0.0698	0.0053	0.0000	0.0053			13.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	13.21	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	-0.0277	0.0000	0.0277	0.0028	0.0000	0.0028			9.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.87	0.0000	ปฏิเสธH_0
0.0	-0.1	1.9856	0.0000	-1.9856	1.4068	0.0000	1.4068	**0.05**	**1.96**	1.41	0.1581	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	1.41	0.1581	ยอมรับH_0
	-0.3	0.2120	0.0000	-0.2120	0.3906	0.0000	0.3906			0.54	0.5873	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.54	0.5873	ยอมรับH_0
	-0.5	-0.6059	0.0000	0.6059	0.1014	0.0000	0.1014			5.98	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	5.98	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	-0.2912	-0.0013	0.2899	0.0313	0.0013	0.0313			9.31	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0	9.26	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	-0.1541	0.0000	0.1541	0.0122	0.0000	0.0122			12.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	12.64	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	-0.0678	0.0000	0.0678	0.0053	0.0000	0.0053			12.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	12.72	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	-0.0265	0.0000	0.0265	0.0027	0.0000	0.0027			9.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.65	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข1. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.1	0.1	2.1614	0.0000	-2.1614	1.2034	0.0000	1.2034	0.05	1.96	1.80	0.0725	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	1.80	0.0725	ยอมรับH_0
	0.3	2.1798	0.0000	-2.1798	0.3766	0.0000	0.3766			5.79	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	5.79	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	-0.0668	0.0000	0.0668	0.0964	0.0000	0.0964			0.69	0.4882	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.69	0.4882	ยอมรับH_0
	0.7	-0.1946	0.0000	0.1946	0.0302	0.0000	0.0302			6.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	6.44	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	-0.1079	0.0000	0.1079	0.0117	0.0000	0.0117			9.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.23	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	-0.0563	0.0000	0.0563	0.0053	0.0000	0.0053			10.58	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	10.58	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	-0.0261	0.0000	0.0261	0.0029	0.0000	0.0029			9.15	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.15	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	4.5821	0.0000	-4.5821	1.1300	0.0000	1.1300			4.06	0.0001	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	4.06	0.0001	ปฏิเสธH_0
	-0.3	1.7009	0.0000	-1.7009	0.3656	0.0000	0.3656			4.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	4.65	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	-0.0138	0.0000	0.0138	0.0984	0.0000	0.0984			0.14	0.8884	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.14	0.8884	ยอมรับH_0
	-0.7	-0.172	0.0000	0.172	0.0309	0.0000	0.0309			5.56	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	5.56	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	-0.1242	0.0000	0.1242	0.0119	0.0000	0.0119			10.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	10.41	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	-0.0567	0.0000	0.0567	0.0053	0.0000	0.0053			10.60	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	10.60	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	-0.0234	0.0000	0.0234	0.0027	0.0000	0.0027			8.67	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	8.67	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ค่าสัมบูรณ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0																		ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10		
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
										โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.3	0.1	2.2550	0.0000	-2.2550	0.3588	0.0000	0.3588	0.05	1.96	6.28	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	6.28	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	4.8532	0.0000	-4.8532	0.2087	0.0000	0.2087			23.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	23.25	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	1.9212	0.0000	-1.9212	0.0809	0.0000	0.0809			23.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	23.74	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	0.4772	0.0000	-0.4772	0.0284	0.0000	0.0284			16.82	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	16.82	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.1174	0.0000	-0.1174	0.0113	0.0000	0.0113			10.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	10.41	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.0161	0.0000	-0.0161	0.0054	0.0000	0.0054			2.98	0.0029	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	2.98	0.0029	ปฏิเสธH_0
	1.3	-0.0002	0.0000	0.0002	0.0028	0.0000	0.0028			0.07	0.9421	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.07	0.9421	ยอมรับH_0
	-0.1	1.9503	0.0000	-1.9503	0.3625	0.0000	0.3625			5.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	5.38	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	5.0447	0.0000	-5.0447	0.2127	0.0000	0.2127			23.71	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	23.71	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	2.0390	0.0000	-2.0390	0.0836	0.0000	0.0836			24.39	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	24.39	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	0.4779	0.0000	-0.4779	0.0300	0.0000	0.0300			15.93	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	15.93	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.0962	0.0000	-0.0962	0.0119	0.0000	0.0119			8.09	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	8.09	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.0124	0.0000	-0.0124	0.0054	0.0000	0.0054			2.28	0.0224	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	2.28	0.0224	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.0035	0.0000	-0.0035	0.0027	0.0000	0.0027			1.27	0.2027	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	1.27	0.2027	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข1. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.5	0.1	-0.1975	0.0000	0.1975	0.0960	0.0000	0.0960	**0.05**	**1.96**	0.04	0.9715	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.04	0.9715	ยอมรับH_0
	0.3	1.9653	0.0000	-1.9653	0.0786	0.0000	0.0786			24.42	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	24.42	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	1.8665	0.0000	-1.8665	0.0496	0.0000	0.0496			38.35	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	38.35	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	0.8773	0.0000	-0.8773	0.0242	0.0000	0.0242			36.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	36.44	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.3039	0.0000	-0.3039	0.0110	0.0000	0.0110			29.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	29.70	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.1097	0.0000	-0.1097	0.0053	0.0000	0.0053			18.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0	18.97	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.0358	0.0000	-0.0358	0.0030	0.0000	0.0030			12.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	12.07	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	-0.3161	0.0000	0.3161	0.0984	0.0000	0.0984			1.76	0.0791	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	1.76	0.0791	ปฏิเสธH_0
	-0.3	1.9707	0.0000	-1.9707	0.0813	0.0000	0.0813			24.36	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	24.36	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	1.8714	0.0000	-1.8714	0.0514	0.0000	0.0514			37.85	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	37.85	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	0.8969	0.0000	-0.8969	0.0251	0.0000	0.0251			37.59	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	37.59	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.3326	0.0000	-0.3326	0.0113	0.0000	0.0113			29.90	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	29.90	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.1089	0.0000	-0.1089	0.0055	0.0000	0.0055			18.91	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0	18.91	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.0279	0.0000	-0.0279	0.0027	0.0000	0.0027			10.58	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	10.58	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข1. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.7	0.1	-0.1252	0.0000	0.1252	0.0304	0.0000	0.0304	0.05	1.96	4.12	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	4.12	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	0.5134	0.0000	-0.5134	0.0288	0.0000	0.0288			17.83	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	17.83	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	0.9260	0.0000	-0.9260	0.0248	0.0000	0.0248			37.37	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	37.37	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	0.6820	0.0000	-0.6820	0.0164	0.0000	0.0164			41.52	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	41.52	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.3667	-0.0001	-0.3668	0.0096	0.0001	0.0096			38.35	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0	38.36	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.1654	0.0000	-0.1654	0.0053	0.0000	0.0053			31.00	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	31.00	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.0582	0.0000	-0.0582	0.0029	0.0000	0.0029			20.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	20.32	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	-0.1906	0.0000	0.1906	0.0303	0.0000	0.0303			6.28	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	6.28	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	0.4718	0.0000	-0.4718	0.0296	0.0000	0.0296			15.96	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	15.96	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	0.8687	-0.0001	-0.8688	0.0246	0.0001	0.0246			35.35	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0	35.35	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	0.6864	0.0000	-0.6864	0.0162	0.0000	0.0162			42.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	42.38	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.3630	-0.0001	-0.3631	0.0094	0.0001	0.0094			38.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0	38.58	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.1494	0.0000	-0.1494	0.0050	0.0000	0.0050			29.61	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	29.61	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.0518	0.0000	-0.0518	0.0028	0.0000	0.0028			18.68	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	18.68	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข2. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เท่ากับ 0.5

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.5																		ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10		
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่											
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										Uni - $\bar{X}$ & Hotelling			Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$			Hotelling & MS - $\bar{X}$		
		Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$			ค่าสถิติทดสอบ	ค่า p-value	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ	ค่า p-value	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ	ค่า p-value	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$							α	$Z_{0.05}$	$\lvert Z \rvert$	Sig. (2-tailed)		$\lvert Z \rvert$	Sig. (2-tailed)		$\lvert Z \rvert$	Sig. (2-tailed)	
0.0	0.1	-1.7299	0.0000	1.7299	1.4518	0.0000	1.4518	0.05	1.96	1.19	0.2334	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	1.19	0.2334	ยอมรับH_0
	0.3	0.1823	0.0000	-0.1823	0.3987	0.0000	0.3987			0.46	0.6475	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.46	0.6475	ยอมรับH_0
	0.5	-0.3466	0.0000	0.3466	0.0999	0.0000	0.0999			3.47	0.0005	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	3.47	0.0005	ปฏิเสธH_0
	0.7	-0.3057	0.0000	0.3057	0.0314	0.0000	0.0314			9.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.74	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	-0.1610	0.0000	0.1610	0.0116	0.0000	0.0116			13.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	13.87	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	-0.0698	0.0000	0.0698	0.0053	0.0000	0.0053			13.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	13.21	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	-0.0277	0.0000	0.0277	0.0028	0.0000	0.0028			9.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.87	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	1.9856	0.0000	-1.9856	1.4068	0.0000	1.4068			1.41	0.1581	ยอมรับH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	1.41	0.1581	ยอมรับH_0
	-0.3	0.2120	0.0000	-0.2120	0.3906	0.0000	0.3906			0.54	0.5873	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	0.54	0.5873	ยอมรับH_0
	-0.5	-0.6059	0.0000	0.6059	0.1014	0.0000	0.1014			5.98	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	5.98	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	-0.2912	-0.0013	0.2899	0.0313	0.0013	0.0313			9.31	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0	9.26	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	-0.1541	0.0000	0.1541	0.0122	0.0000	0.0122			12.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	12.64	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	-0.0678	0.0000	0.0678	0.0053	0.0000	0.0053			12.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	12.72	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	-0.0265	0.0000	0.0265	0.0027	0.0000	0.0027			9.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0	9.65	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข2. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.5										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.1	0.1	-11.6195	-14.0284	-2.4089	1.3073	1.2984	1.3603	0.05	1.96	8.89	0.0000	ปฏิเสธ H_0	10.80	0.0000	ปฏิเสธ H_0	1.77	0.0766	ยอมรับ H_0
	0.3	-0.5686	-0.288	0.2806	0.3995	0.3986	0.3935			1.42	0.1546	ยอมรับ H_0	0.72	0.4699	ยอมรับ H_0	0.71	0.4758	ยอมรับ H_0
	0.5	1.1099	1.5717	0.4618	0.1019	0.0939	0.0851			10.89	0.0000	ปฏิเสธ H_0	16.74	0.0000	ปฏิเสธ H_0	5.43	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	0.7	0.6703	0.8425	0.1722	0.0325	0.0303	0.0233			20.63	0.0000	ปฏิเสธ H_0	27.83	0.0000	ปฏิเสธ H_0	7.38	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	0.9	0.333	0.3761	0.0431	0.0130	0.0118	0.0085			25.71	0.0000	ปฏิเสธ H_0	31.85	0.0000	ปฏิเสธ H_0	5.08	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	1.1	0.164	0.1872	0.0232	0.0064	0.0059	0.0040			25.77	0.0000	ปฏิเสธ H_0	31.48	0.0000	ปฏิเสธ H_0	5.78	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	1.3	0.0772	0.0809	0.0037	0.0034	0.0032	0.0021			22.78	0.0000	ปฏิเสธ H_0	25.56	0.0000	ปฏิเสธ H_0	1.79	0.0727	ยอมรับ H_0
	-0.1	39.0483	32.3388	-6.7095	1.1799	1.1046	0.8463			33.09	0.0000	ปฏิเสธ H_0	29.28	0.0000	ปฏิเสธ H_0	7.93	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	-0.3	20.1843	17.2568	-2.9275	0.3849	0.3595	0.2038			52.44	0.0000	ปฏิเสธ H_0	48.00	0.0000	ปฏิเสธ H_0	14.36	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	-0.5	5.8652	4.9612	-0.904	0.1076	0.0996	0.0543			54.50	0.0000	ปฏิเสธ H_0	49.81	0.0000	ปฏิเสธ H_0	16.64	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	-0.7	1.9437	1.655	-0.2887	0.0367	0.0335	0.0181			52.92	0.0000	ปฏิเสธ H_0	49.39	0.0000	ปฏิเสธ H_0	15.97	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	-0.9	0.713	0.6295	-0.0835	0.0147	0.0136	0.0071			48.63	0.0000	ปฏิเสธ H_0	46.19	0.0000	ปฏิเสธ H_0	11.80	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	-1.1	0.2858	0.2519	-0.0339	0.0069	0.0065	0.0031			41.33	0.0000	ปฏิเสธ H_0	39.04	0.0000	ปฏิเสธ H_0	10.91	0.0000	ปฏิเสธ H_0
	-1.3	0.1099	0.1005	-0.0094	0.0036	0.0034	0.0016			30.20	0.0000	ปฏิเสธ H_0	29.35	0.0000	ปฏิเสธ H_0	6.05	0.0000	ปฏิเสธ H_0

ตารางที่ ข2. (ต่อ)

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.5																		ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10		
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10.000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่											
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.3	0.1	-0.1236	-0.6262	-0.5026	0.3932	0.4000	0.3887	0.05	1.96	0.31	0.7532	ยอมรับH_0	1.57	0.1174	ยอมรับH_0	1.29	0.1960	ยอมรับH_0
	0.3	-5.5926	-11.8366	-6.244	0.2389	0.3267	0.3424			23.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	18.24	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	-1.9746	-3.0668	-1.0922	0.0910	0.1068	0.1129			21.69	0.0000	ปฏิเสธH_0	28.71	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.67	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	-0.4173	-0.2248	0.1925	0.0307	0.0310	0.0327			13.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.89	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	-0.0557	0.0637	0.1194	0.0121	0.0110	0.0112			4.61	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.78	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.69	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.0142	0.0732	0.059	0.0056	0.0054	0.0048			2.52	0.0118	ปฏิเสธH_0	13.56	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.27	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.0167	0.0418	0.0251	0.0030	0.0028	0.0024			5.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	15.16	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	20.3058	17.1000	-3.2058	0.3899	0.3600	0.2137			52.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	47.50	0.0000	ปฏิเสธH_0	15.00	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	17.1549	14.2931	-2.8618	0.2368	0.2258	0.0861			72.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	63.31	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.22	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	6.9599	5.8300	-1.1299	0.0938	0.0897	0.0304			74.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	64.99	0.0000	ปฏิเสธH_0	37.17	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	2.5018	2.0885	-0.4133	0.0359	0.0342	0.0126			69.68	0.0000	ปฏิเสธH_0	61.06	0.0000	ปฏิเสธH_0	32.89	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.9405	0.7886	-0.1519	0.0153	0.0144	0.0057			61.49	0.0000	ปฏิเสธH_0	54.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	26.69	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.3503	0.3045	-0.0458	0.0072	0.0068	0.0027			48.42	0.0000	ปฏิเสธH_0	44.76	0.0000	ปฏิเสธH_0	17.25	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.1268	0.1127	-0.0141	0.0038	0.0036	0.0014			33.73	0.0000	ปฏิเสธH_0	31.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข2. (ต่อ)

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.5									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.5	0.1	0.9036	1.5726	0.669	0.1032	0.0956	0.0890	**0.05**	**1.96**	8.76	0.0000	ปฏิเสธH_0	16.45	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.51	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	-2.0468	-3.1971	-1.1503	0.0885	0.1082	0.1117			23.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.54	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.30	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	-1.2603	-4.3955	-3.1352	0.0531	0.0930	0.0942			23.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	47.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.27	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	-0.5593	-1.5539	-0.9946	0.0258	0.0390	0.0400			21.67	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	24.87	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	-0.2212	-0.3579	-0.1367	0.0111	0.0141	0.0146			19.92	0.0000	ปฏิเสธH_0	25.39	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.35	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	-0.0856	-0.0689	0.0167	0.0055	0.0058	0.0062			15.61	0.0000	ปฏิเสธH_0	11.78	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.69	0.0072	ปฏิเสธH_0
	1.3	-0.0264	-0.0071	0.0193	0.0028	0.0028	0.0028			9.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.58	0.0099	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	5.766	4.9557	-0.8103	0.1086	0.1005	0.0532			53.12	0.0000	ปฏิเสธH_0	49.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	15.24	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	6.8445	5.7098	-1.1347	0.0927	0.0878	0.0315			73.81	0.0000	ปฏิเสธH_0	65.02	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.00	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	4.4693	3.7835	-0.6858	0.0568	0.0549	0.0162			78.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	68.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	42.33	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	2.144	1.8408	-0.3032	0.0286	0.0275	0.0080			74.89	0.0000	ปฏิเสธH_0	66.93	0.0000	ปฏิเสธH_0	38.12	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.8694	0.757	-0.1124	0.0136	0.0130	0.0040			64.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	58.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	28.14	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.3236	0.2864	-0.0372	0.0067	0.0063	0.0021			48.54	0.0000	ปฏิเสธH_0	45.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	17.85	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.1061	0.0984	-0.0077	0.0034	0.0033	0.0009			31.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	30.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข2. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.5								ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10.000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างค่าเฉลี่ยตัวอย่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.7	0.1	0.6578	0.8415	0.1837	0.0336	0.0308	0.0244	**0.05**	**1.96**	19.58	0.0000	ปฏิเสธH_0	27.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.54	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	-0.3971	-0.2952	0.1019	0.0301	0.0314	0.0327			13.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	3.12	0.0018	ปฏิเสธH_0
	0.5	-0.4987	-1.5754	-1.0767	0.0246	0.0390	0.0396			20.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	40.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	27.22	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	-0.2952	-1.5913	-1.2961	0.0162	0.0324	0.0322			18.17	0.0000	ปฏิเสธH_0	49.18	0.0000	ปฏิเสธH_0	40.20	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	-0.1574	-0.7141	-0.5567	0.0084	0.0167	0.0167			18.78	0.0000	ปฏิเสธH_0	42.79	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.24	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	-0.0859	-0.2295	-0.1436	0.0049	0.0074	0.0076			17.45	0.0000	ปฏิเสธH_0	30.83	0.0000	ปฏิเสธH_0	18.86	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	-0.0345	-0.063	-0.0285	0.0026	0.0034	0.0034			13.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	18.54	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.30	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	1.8855	1.641	-0.2445	0.0363	0.0335	0.0174			51.98	0.0000	ปฏิเสธH_0	49.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	14.06	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	2.5002	2.0927	-0.4075	0.0362	0.0343	0.0122			69.06	0.0000	ปฏิเสธH_0	60.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.28	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	2.1215	1.8146	-0.3069	0.0284	0.0274	0.0081			74.59	0.0000	ปฏิเสธH_0	66.30	0.0000	ปฏิเสธH_0	37.86	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	1.3098	1.1528	-0.157	0.0183	0.0177	0.0048			71.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	65.18	0.0000	ปฏิเสธH_0	32.78	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.5982	0.5375	-0.0607	0.0099	0.0095	0.0026			60.40	0.0000	ปฏิเสธH_0	56.37	0.0000	ปฏิเสธH_0	23.21	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.2251	0.2101	-0.015	0.0053	0.0051	0.0013			42.78	0.0000	ปฏิเสธH_0	41.24	0.0000	ปฏิเสธH_0	11.94	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.0677	0.0651	-0.0026	0.0027	0.0026	0.0005			25.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	24.63	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.11	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข3. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เท่ากับ -0.5

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.5										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
	0.1	8.7788	10.3012	1.5224	1.4711	1.4175	1.3472			5.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.27	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.13	0.2585	ยอมรับH_0
	0.3	11.6704	10.3339	-1.3365	0.4088	0.3824	0.3019			28.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	27.02	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.43	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	3.6052	3.4546	-0.1506	0.1038	0.0957	0.0691			34.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.08	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.18	0.0294	ปฏิเสธH_0
	0.7	1.3190	1.2684	-0.0506	0.0344	0.0321	0.0203			38.29	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.56	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.49	0.0126	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.5300	0.5116	-0.0184	0.0136	0.0128	0.0075			39.09	0.0000	ปฏิเสธH_0	40.05	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.46	0.0140	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.2295	0.2172	-0.0123	0.0068	0.0062	0.0036			33.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	34.88	0.0000	ปฏิเสธH_0	3.39	0.0007	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.1002	0.0931	-0.0071	0.0036	0.0034	0.0017			27.92	0.0000	ปฏิเสธH_0	27.69	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.15	0.0000	ปฏิเสธH_0
0.0	-0.1	13.3008	10.1641	-3.1367	1.5066	1.4367	1.3447	**0.05**	**1.96**	8.83	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.33	0.0197	ปฏิเสธH_0
	-0.3	11.7314	10.8937	-0.8377	0.4124	0.3801	0.2996			28.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	28.66	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.80	0.0052	ปฏิเสธH_0
	-0.5	3.8116	3.6665	-0.1451	0.1089	0.1008	0.0683			35.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.12	0.0337	ปฏิเสธH_0
	-0.7	1.4000	1.3498	-0.0502	0.0356	0.0327	0.0208			39.29	0.0000	ปฏิเสธH_0	41.24	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.41	0.0159	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.5351	0.5166	-0.0185	0.0144	0.0131	0.0082			37.06	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.45	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.26	0.0240	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.2407	0.2268	-0.0139	0.0067	0.0062	0.0034			36.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.82	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.09	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.0946	0.0893	-0.0053	0.0036	0.0034	0.0017			26.50	0.0000	ปฏิเสธH_0	26.29	0.0000	ปฏิเสธH_0	3.20	0.0014	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข3. (ต่อ)

ค่าสัมบิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.5									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.1	0.1	38.4927	32.8148	-5.6779	1.1909	1.1107	0.8543	0.05	1.96	32.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.54	0.0000	ปฏิเสธH_0	6.65	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	20.2711	16.6260	-3.6451	0.3849	0.3560	0.2096			52.66	0.0000	ปฏิเสธH_0	46.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	17.39	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	5.7936	4.8465	-0.9471	0.1052	0.0971	0.0542			55.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	49.90	0.0000	ปฏิเสธH_0	17.47	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	1.8757	1.6590	-0.2167	0.0357	0.0337	0.0173			52.47	0.0000	ปฏิเสธH_0	49.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.51	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.7021	0.6115	-0.0906	0.0145	0.0134	0.0068			48.48	0.0000	ปฏิเสธH_0	45.68	0.0000	ปฏิเสธH_0	13.35	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.2947	0.2575	-0.0372	0.0071	0.0066	0.0034			41.42	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.28	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.88	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.1168	0.1050	-0.0118	0.0038	0.0035	0.0016			31.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.68	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.48	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	-12.9431	-14.6222	-1.6791	1.2734	1.2897	1.3380			10.16	0.0000	ปฏิเสธH_0	11.34	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.25	0.2095	ยอมรับH_0
	-0.3	0.3496	0.1344	-0.2152	0.4015	0.3958	0.3941			0.87	0.3839	ยอมรับH_0	0.34	0.7342	ยอมรับH_0	0.55	0.5851	ยอมรับH_0
	-0.5	1.1144	1.7107	0.5963	0.1052	0.0983	0.0863			10.59	0.0000	ปฏิเสธH_0	17.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	6.91	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	0.7055	0.9047	0.1992	0.0338	0.0305	0.0236			20.88	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.44	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.3185	0.3836	0.0651	0.0134	0.0123	0.0089			23.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	31.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.30	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.1714	0.1833	0.0119	0.0062	0.0058	0.0037			27.48	0.0000	ปฏิเสธH_0	31.81	0.0000	ปฏิเสธH_0	3.19	0.0014	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.0731	0.0753	0.0022	0.0033	0.0032	0.0019			22.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	23.71	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.13	0.2578	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข3. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.5									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.3	0.1	20.1301	17.1378	-2.9923	0.3852	0.3627	0.2052	0.05	1.96	52.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	47.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	14.58	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	16.8527	13.9426	-2.9101	0.2334	0.2212	0.0844			72.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	63.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	34.46	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	6.8770	5.7221	-1.1549	0.0912	0.0860	0.0323			75.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	66.53	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.80	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	2.4375	2.0402	-0.3973	0.0356	0.0337	0.0122			68.42	0.0000	ปฏิเสธH_0	60.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	32.57	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.9212	0.7717	-0.1495	0.0151	0.0141	0.0053			61.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	54.67	0.0000	ปฏิเสธH_0	28.19	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.3693	0.3166	-0.0527	0.0075	0.0070	0.0028			49.31	0.0000	ปฏิเสธH_0	45.02	0.0000	ปฏิเสธH_0	18.78	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.1303	0.1177	-0.0126	0.0039	0.0037	0.0013			33.63	0.0000	ปฏิเสธH_0	31.91	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.83	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	0.2212	-0.1346	-0.3558	0.3913	0.3836	0.3869			0.57	0.5719	ยอมรับH_0	0.35	0.7257	ยอมรับH_0	0.92	0.3578	ยอมรับH_0
	-0.3	-6.2505	-12.0629	-5.8124	0.2519	0.3211	0.3407			24.81	0.0000	ปฏิเสธH_0	37.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	17.06	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	-1.8953	-3.0942	-1.1989	0.0928	0.1113	0.1153			20.43	0.0000	ปฏิเสธH_0	27.80	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.40	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	-0.4115	-0.2473	0.1642	0.0314	0.0320	0.0328			13.12	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.73	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.00	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	-0.0786	0.0650	0.1436	0.0124	0.0118	0.0116			6.36	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.53	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.33	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.0072	0.0738	0.0666	0.0056	0.0053	0.0048			1.29	0.1957	ยอมรับH_0	13.99	0.0000	ปฏิเสธH_0	13.75	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.0262	0.0421	0.0159	0.0029	0.0027	0.0022			9.08	0.0000	ปฏิเสธH_0	15.36	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.08	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข3. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.5										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.5	0.1	5.7587	4.9208	-0.8379	0.1055	0.0980	0.0526	0.05	1.96	54.61	0.0000	ปฏิเสธH_0	50.20	0.0000	ปฏิเสธH_0	15.93	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	6.8398	5.7219	-1.1179	0.0918	0.0872	0.0313			74.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	65.60	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.67	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	4.5189	3.8214	-0.6975	0.0567	0.0543	0.0164			79.71	0.0000	ปฏิเสธH_0	70.33	0.0000	ปฏิเสธH_0	42.42	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	2.0997	1.8091	-0.2906	0.0286	0.0276	0.0077			73.47	0.0000	ปฏิเสธH_0	65.53	0.0000	ปฏิเสธH_0	37.55	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.8677	0.7452	-0.1225	0.0134	0.0127	0.0042			64.80	0.0000	ปฏิเสธH_0	58.66	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.31	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.3397	0.3068	-0.0329	0.0069	0.0066	0.0019			49.45	0.0000	ปฏิเสธH_0	46.39	0.0000	ปฏิเสธH_0	16.96	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.1104	0.1019	-0.0085	0.0035	0.0034	0.0010			31.17	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.80	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.95	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	1.0463	1.5535	0.5072	0.1011	0.0934	0.0845			10.35	0.0000	ปฏิเสธH_0	16.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	6.00	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	-2.0157	-3.0846	-1.0689	0.0909	0.1088	0.1128			22.17	0.0000	ปฏิเสธH_0	28.35	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.47	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	-1.2743	-4.5897	-3.3154	0.0546	0.0959	0.0979			23.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	47.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.85	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	-0.5475	-1.5814	-1.0339	0.0257	0.0404	0.0411			21.34	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.17	0.0000	ปฏิเสธH_0	25.13	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	-0.2282	-0.3676	-0.1394	0.0112	0.0141	0.0147			20.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	26.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.49	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	-0.0822	-0.0714	0.0108	0.0053	0.0057	0.0059			15.45	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.47	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.84	0.0655	ยอมรับH_0
	-1.3	-0.0181	-0.0016	0.0165	0.0026	0.0026	0.0026			7.05	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.61	0.5401	ยอมรับH_0	6.24	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข3. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.5																		ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
										โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
		Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling			Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$			Hotelling & MS - $\bar{X}$		
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$							α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.7	0.1	1.9498	1.6637	-0.2861	0.0363	0.0335	0.0172	**0.05**	**1.96**	53.77	0.0000	ปฏิเสธH_0	49.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	16.62	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	2.5354	2.1246	-0.4108	0.0361	0.0342	0.0125			70.28	0.0000	ปฏิเสธH_0	62.16	0.0000	ปฏิเสธH_0	32.96	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	2.1555	1.8459	-0.3096	0.0285	0.0274	0.0080			75.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	67.37	0.0000	ปฏิเสธH_0	38.68	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	1.2724	1.12	-0.1524	0.0181	0.0175	0.0046			70.29	0.0000	ปฏิเสธH_0	63.90	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.29	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.6104	0.5527	-0.0577	0.0101	0.0098	0.0026			60.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	56.42	0.0000	ปฏิเสธH_0	22.07	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.2422	0.2259	-0.0163	0.0055	0.0054	0.0013			43.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	41.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.27	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.0719	0.0692	-0.0027	0.0028	0.0027	0.0005			25.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	25.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.02	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	0.7286	0.8843	0.1557	0.0333	0.0308	0.0241			21.85	0.0000	ปฏิเสธH_0	28.73	0.0000	ปฏิเสธH_0	6.46	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	-0.3487	-0.1842	0.1645	0.0305	0.0314	0.0322			11.42	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.86	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.10	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	-0.5313	-1.5246	-0.9933	0.0247	0.0390	0.0404			21.47	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	24.59	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	-0.2897	-1.6279	-1.3382	0.0166	0.0334	0.0334			17.43	0.0000	ปฏิเสธH_0	48.76	0.0000	ปฏิเสธH_0	40.09	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	-0.1449	-0.7251	-0.5802	0.0087	0.0168	0.0169			16.66	0.0000	ปฏิเสธH_0	43.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	34.28	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	-0.0875	-0.2207	-0.1332	0.0049	0.0071	0.0071			17.77	0.0000	ปฏิเสธH_0	31.22	0.0000	ปฏิเสธH_0	18.71	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	-0.0387	-0.0561	-0.0174	0.0026	0.0031	0.0032			14.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	17.82	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.47	0.0000	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข4. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เท่ากับ 0.9

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.9									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.0	0.1	94.2072	86.7162	-7.4910	1.7927	1.8232	0.8537	0.05	1.96	52.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	47.56	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.77	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	40.1697	38.4962	-1.6735	0.4514	0.4495	0.0572			88.99	0.0000	ปฏิเสธH_0	85.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.26	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	11.0876	10.7734	-0.3142	0.1198	0.1197	0.0093			92.54	0.0000	ปฏิเสธH_0	90.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.87	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	3.5274	3.4827	-0.0447	0.0401	0.0400	0.0023			87.93	0.0000	ปฏิเสธH_0	86.98	0.0000	ปฏิเสธH_0	19.29	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	1.2633	1.2603	-0.0030	0.0169	0.0169	0.0005			74.61	0.0000	ปฏิเสธH_0	74.50	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.49	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.4635	0.4633	-0.0002	0.0082	0.0082	0.0001			56.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	56.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.41	0.1573	ยอมรับH_0
	1.3	0.1562	0.1562	0.0000	0.0042	0.0042	0.0000			36.77	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.77	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	94.8560	86.2363	-8.6197	1.7712	1.8079	0.8533			53.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	47.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.10	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	41.3487	39.6045	-1.7442	0.4639	0.4611	0.0588			89.14	0.0000	ปฏิเสธH_0	85.88	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.68	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	11.0896	10.7947	-0.2949	0.1192	0.1189	0.0091			93.02	0.0000	ปฏิเสธH_0	90.81	0.0000	ปฏิเสธH_0	32.49	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	3.5742	3.5301	-0.0441	0.0405	0.0404	0.0023			88.27	0.0000	ปฏิเสธH_0	87.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	19.16	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	1.2723	1.2697	-0.0026	0.0171	0.0171	0.0005			74.59	0.0000	ปฏิเสธH_0	74.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.92	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.4507	0.4507	0.0000	0.0080	0.0080	0.0000			56.30	0.0000	ปฏิเสธH_0	56.30	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.3	0.1469	0.1469	0.0000	0.0041	0.0041	0.0000			36.06	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.06	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข4. (ต่อ)

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.9									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.1	0.1	-20.8618	-24.8821	-4.0203	1.9080	2.1259	1.8251	0.05	1.96	10.93	0.0000	ปฏิเสธH_0	11.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.20	0.0276	ปฏิเสธH_0
	0.3	31.2149	30.1120	-1.1029	0.4532	0.4515	0.1397			68.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	66.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.90	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	10.4184	10.0235	-0.3949	0.1204	0.1196	0.0158			86.52	0.0000	ปฏิเสธH_0	83.79	0.0000	ปฏิเสธH_0	25.03	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	3.4617	3.3750	-0.0867	0.0402	0.0401	0.0037			86.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.15	0.0000	ปฏิเสธH_0	23.19	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	1.2640	1.2559	-0.0081	0.0170	0.0169	0.0010			74.56	0.0000	ปฏิเสธH_0	74.19	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.52	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.4657	0.4655	-0.0002	0.0082	0.0082	0.0001			56.75	0.0000	ปฏิเสธH_0	56.73	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.41	0.1573	ยอมรับH_0
	1.3	0.1580	0.1580	0.0000	0.0043	0.0043	0.0000			36.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	113.2774	107.3008	-5.9766	1.3318	1.3269	0.2295			85.05	0.0000	ปฏิเสธH_0	80.86	0.0000	ปฏิเสธH_0	26.04	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	40.0716	38.9867	-1.0849	0.4193	0.4187	0.0258			95.56	0.0000	ปฏิเสธH_0	93.10	0.0000	ปฏิเสธH_0	42.04	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	11.0637	10.8963	-0.1674	0.1160	0.1158	0.0052			95.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	94.10	0.0000	ปฏิเสธH_0	32.45	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	3.5419	3.5255	-0.0164	0.0401	0.0401	0.0013			88.34	0.0000	ปฏิเสธH_0	87.94	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.91	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	1.2568	1.2566	-0.0002	0.0169	0.0169	0.0001			74.24	0.0000	ปฏิเสธH_0	74.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.41	0.1573	ยอมรับH_0
	-1.1	0.4455	0.4455	0.0000	0.0079	0.0079	0.0000			56.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	56.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.3	0.1442	0.1442	0.0000	0.0040	0.0040	0.0000			35.80	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.80	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข4. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.9										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.3	0.1	31.9189	30.8289	-1.0900	0.4630	0.4641	0.1385	0.05	1.96	68.94	0.0000	ปฏิเสธH_0	66.42	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.87	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	-15.7475	-23.7363	-7.9888	0.4320	0.5699	0.5236			36.45	0.0000	ปฏิเสธH_0	41.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	15.26	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	3.9857	4.5324	0.5467	0.1127	0.1143	0.0584			35.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.37	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	2.7450	2.7222	-0.0228	0.0389	0.0388	0.0084			70.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	70.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.71	0.0067	ปฏิเสธH_0
	0.9	1.1978	1.1737	-0.0241	0.0168	0.0166	0.0023			71.50	0.0000	ปฏิเสธH_0	70.54	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.40	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.4643	0.4625	-0.0018	0.0082	0.0082	0.0006			56.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	56.50	0.0000	ปฏิเสธH_0	3.09	0.0020	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.1585	0.1584	-0.0001	0.0043	0.0043	0.0001			36.99	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	39.7721	38.7263	-1.0458	0.4171	0.4163	0.0251			95.35	0.0000	ปฏิเสธH_0	93.02	0.0000	ปฏิเสธH_0	41.74	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	23.7587	23.5351	-0.2236	0.2461	0.2460	0.0060			96.56	0.0000	ปฏิเสธH_0	95.68	0.0000	ปฏิเสธH_0	37.20	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	9.2202	9.1972	-0.0230	0.0972	0.0972	0.0016			94.86	0.0000	ปฏิเสธH_0	94.62	0.0000	ปฏิเสธH_0	14.30	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	3.2307	3.2300	-0.0007	0.0368	0.0368	0.0003			87.77	0.0000	ปฏิเสธH_0	87.76	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.65	0.0081	ปฏิเสธH_0
	-0.9	1.1908	1.1908	0.0000	0.0162	0.0162	0.0000			73.37	0.0000	ปฏิเสธH_0	73.37	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.1	0.4133	0.4133	0.0000	0.0076	0.0076	0.0000			54.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	54.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.3	0.1261	0.1261	0.0000	0.0037	0.0037	0.0000			33.89	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.89	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข4. (ต่อ)

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.9										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.5	0.1	10.4195	10.0531	-0.3664	0.1197	0.1195	0.0157	0.05	1.96	86.88	0.0000	ปฏิเสธH_0	83.97	0.0000	ปฏิเสธH_0	25.41	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	3.8582	4.4786	0.6204	0.1116	0.1168	0.0608			38.18	0.0000	ปฏิเสธH_0	40.92	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.32	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	-4.4659	-9.0540	-4.5881	0.1103	0.1722	0.1572			40.19	0.0000	ปฏิเสธH_0	53.66	0.0000	ปฏิเสธH_0	30.56	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	0.2412	0.4588	0.2176	0.0344	0.0389	0.0270			8.73	0.0000	ปฏิเสธH_0	11.48	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.53	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.8013	0.8537	0.0524	0.0152	0.0156	0.0054			52.22	0.0000	ปฏิเสธH_0	54.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.14	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.4230	0.4210	-0.0020	0.0079	0.0079	0.0014			52.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	52.27	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.48	0.6315	ยอมรับH_0
	1.3	0.1576	0.1567	-0.0009	0.0043	0.0043	0.0004			35.96	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.89	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.13	0.2568	ปฏิเสธH_0
	-0.1	11.1038	10.9302	-0.1736	0.1168	0.1166	0.0052			94.60	0.0000	ปฏิเสธH_0	93.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.93	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	9.1641	9.1390	-0.0251	0.0970	0.0970	0.0016			95.49	0.0000	ปฏิเสธH_0	95.29	0.0000	ปฏิเสธH_0	14.11	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	5.3886	5.3875	-0.0011	0.0585	0.0585	0.0003			90.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	90.86	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.45	0.0143	ปฏิเสธH_0
	-0.7	2.4051	2.4051	0.0000	0.0289	0.0289	0.0000			84.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.9	0.9356	0.9356	0.0000	0.0136	0.0136	0.0000			68.53	0.0000	ปฏิเสธH_0	68.53	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.1	0.3038	0.3038	0.0000	0.0062	0.0062	0.0000			48.00	0.0000	ปฏิเสธH_0	48.00	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.3	0.0677	0.0677	0.0000	0.0026	0.0026	0.0000			24.62	0.0000	ปฏิเสธH_0	24.62	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข4. (ต่อ)

ค่าสัมบูรณ์สหสัมพันธ์(ρ) = 0.9									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
										โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
		Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling			Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$			Hotelling & MS - $\bar{X}$		
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$									ค่าสถิติทดสอบ	ค่า p-value	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ	ค่า p-value	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ	ค่า p-value	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
								α	$Z_{0.05}$	$\lvert Z \rvert$	Sig. (2-tailed)		$\lvert Z \rvert$	Sig. (2-tailed)		$\lvert Z \rvert$	Sig. (2-tailed)	
0.7	0.1	3.5378	3.4503	-0.0875	0.0411	0.0410	0.0036	**0.05**	**1.96**	85.98	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.09	0.0000	ปฏิเสธH_0	24.26	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	2.7917	2.7620	-0.0297	0.0397	0.0395	0.0092			70.33	0.0000	ปฏิเสธH_0	69.90	0.0000	ปฏิเสธH_0	3.23	0.0012	ปฏิเสธH_0
	0.5	0.2729	0.4203	0.1474	0.0354	0.0401	0.0275			7.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.47	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.37	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	-1.2999	-3.5556	-2.2557	0.0330	0.0614	0.0565			39.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	57.86	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.90	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	-0.1011	-0.1617	-0.0606	0.0133	0.0168	0.0128			7.58	0.0000	ปฏิเสธH_0	9.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.75	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.2379	0.2693	0.0314	0.0070	0.0073	0.0029			34.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	37.12	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.64	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.1413	0.1437	0.0024	0.0041	0.0041	0.0009			34.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	34.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.56	0.0105	ปฏิเสธH_0
	-0.1	3.5857	3.5692	-0.0165	0.0405	0.0405	0.0013			88.51	0.0000	ปฏิเสธH_0	88.11	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.29	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	3.2908	3.2907	-0.0001	0.0378	0.0378	0.0001			87.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	87.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0
	-0.5	2.4445	2.4445	0.0000	0.0290	0.0290	0.0000			84.30	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.30	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.7	1.3536	1.3536	0.0000	0.0179	0.0179	0.0000			75.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	75.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.9	0.5359	0.5359	0.0000	0.0092	0.0092	0.0000			58.11	0.0000	ปฏิเสธH_0	58.11	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.1	0.1379	0.1379	0.0000	0.0039	0.0039	0.0000			35.22	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.22	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.3	0.0150	0.0150	0.0000	0.0012	0.0012	0.0000			12.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข5. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เท่ากับ -0.9

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.9																		ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.0	0.1	93.7499	87.8944	-5.8555	1.7877	1.8301	0.8601	**0.05**	**1.96**	52.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	48.03	0.0000	ปฏิเสธH_0	6.81	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	41.2223	39.5363	-1.6860	0.4654	0.4631	0.0566			88.58	0.0000	ปฏิเสธH_0	85.37	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.78	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	11.1233	10.8095	-0.3138	0.1204	0.1200	0.0092			92.36	0.0000	ปฏิเสธH_0	90.08	0.0000	ปฏิเสธH_0	34.08	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	3.5866	3.5416	-0.0450	0.0403	0.0402	0.0023			89.06	0.0000	ปฏิเสธH_0	88.10	0.0000	ปฏิเสธH_0	19.16	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	1.2682	1.2662	-0.0020	0.0168	0.0168	0.0004			75.63	0.0000	ปฏิเสธH_0	75.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.48	0.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.4498	0.4498	0.0000	0.0080	0.0080	0.0000			55.98	0.0000	ปฏิเสธH_0	55.98	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	1.3	0.1503	0.1503	0.0000	0.0041	0.0041	0.0000			36.33	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.33	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	95.2861	88.9032	-6.3829	1.8237	1.8652	0.8416			52.25	0.0000	ปฏิเสธH_0	47.66	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.58	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	41.2624	39.6167	-1.6457	0.4685	0.4656	0.0565			88.08	0.0000	ปฏิเสธH_0	85.08	0.0000	ปฏิเสธH_0	29.14	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	11.2718	10.9574	-0.3144	0.1193	0.1192	0.0090			94.48	0.0000	ปฏิเสธH_0	91.96	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.11	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	3.6229	3.5712	-0.0517	0.0412	0.0411	0.0025			87.94	0.0000	ปฏิเสธH_0	86.89	0.0000	ปฏิเสธH_0	21.00	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	1.2939	1.2920	-0.0019	0.0173	0.0172	0.0004			75.00	0.0000	ปฏิเสธH_0	74.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.36	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.4543	0.4543	0.0000	0.0082	0.0082	0.0000			55.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	55.07	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.3	0.1483	0.1483	0.0000	0.0041	0.0041	0.0000			35.75	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.75	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข5. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.9										ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10								
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ $\lvert Z\rvert$	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.1	0.1	113.6945	107.8123	-5.8822	1.3409	1.3353	0.2246	**0.05**	**1.96**	84.79	0.0000	ปฏิเสธH_0	80.74	0.0000	ปฏิเสธH_0	26.19	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	39.8231	38.8431	-0.9800	0.4267	0.4264	0.0250			93.33	0.0000	ปฏิเสธH_0	91.09	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.14	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	11.0816	10.9105	-0.1711	0.1166	0.1166	0.0052			95.05	0.0000	ปฏิเสธH_0	93.59	0.0000	ปฏิเสธH_0	32.85	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	3.5512	3.5356	-0.0156	0.0398	0.0398	0.0013			89.19	0.0000	ปฏิเสธH_0	88.86	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.27	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	1.2532	1.2528	-0.0004	0.0166	0.0166	0.0002			75.31	0.0000	ปฏิเสธH_0	75.28	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.00	0.0455	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.4448	0.4448	0.0000	0.0080	0.0080	0.0000			55.73	0.0000	ปฏิเสธH_0	55.73	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	1.3	0.1475	0.1475	0.0000	0.0041	0.0041	0.0000			36.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.21	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	-20.5825	-25.0103	-4.4278	1.9153	2.1699	1.8213			10.75	0.0000	ปฏิเสธH_0	11.53	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.43	0.0151	ปฏิเสธH_0
	-0.3	32.0882	30.8209	-1.2673	0.4706	0.4685	0.1432			68.18	0.0000	ปฏิเสธH_0	65.79	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.85	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	10.5703	10.1919	-0.3784	0.1205	0.1197	0.0160			87.71	0.0000	ปฏิเสธH_0	85.15	0.0000	ปฏิเสธH_0	23.71	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	3.5594	3.4659	-0.0935	0.0413	0.0411	0.0039			86.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	24.19	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	1.2959	1.2886	-0.0073	0.0173	0.0173	0.0009			74.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	74.70	0.0000	ปฏิเสธH_0	7.94	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.4567	0.4567	0.0000	0.0083	0.0083	0.0000			55.20	0.0000	ปฏิเสธH_0	55.20	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-1.3	0.1499	0.1499	0.0000	0.0042	0.0042	0.0000			35.93	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.93	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข5. (ต่อ)

ค่าสัมสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.9																		ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
										โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
		Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling			Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$			Hotelling & MS - $\bar{X}$		
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$							α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.3	0.1	39.7041	38.7356	-0.9685	0.4248	0.4243	0.0245	0.05	1.96	93.46	0.0000	ปฏิเสธH_0	91.29	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.47	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	23.6555	23.4251	-0.2304	0.2457	0.2456	0.0061			96.29	0.0000	ปฏิเสธH_0	95.39	0.0000	ปฏิเสธH_0	37.78	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	9.2027	9.1781	-0.0246	0.0968	0.0967	0.0016			95.11	0.0000	ปฏิเสธH_0	94.88	0.0000	ปฏิเสธH_0	14.97	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.7	3.2385	3.2378	-0.0007	0.0369	0.0369	0.0003			87.78	0.0000	ปฏิเสธH_0	87.76	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.65	0.0081	ปฏิเสธH_0
	0.9	1.1842	1.1842	0.0000	0.0159	0.0159	0.0000			74.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	74.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	1.1	0.4142	0.4142	0.0000	0.0076	0.0076	0.0000			54.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	54.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	1.3	0.1290	0.1290	0.0000	0.0038	0.0038	0.0000			34.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	34.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	32.0451	30.8669	-1.1782	0.4609	0.4611	0.1444			69.53	0.0000	ปฏิเสธH_0	66.94	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.16	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	-15.7542	-22.8601	-7.1059	0.4389	0.5600	0.5235			35.90	0.0000	ปฏิเสธH_0	40.82	0.0000	ปฏิเสธH_0	13.57	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	4.0114	4.5678	0.5564	0.1111	0.1154	0.0625			36.11	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.58	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.90	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	2.8109	2.7806	-0.0303	0.0398	0.0397	0.0092			70.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	70.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	3.30	0.0010	ปฏิเสธH_0
	-0.9	1.2216	1.1965	-0.0251	0.0170	0.0169	0.0024			71.84	0.0000	ปฏิเสธH_0	70.82	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.42	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.4560	0.4531	-0.0029	0.0083	0.0083	0.0006			55.15	0.0000	ปฏิเสธH_0	54.91	0.0000	ปฏิเสธH_0	5.05	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.1506	0.1506	0.0000	0.0042	0.0042	0.0000			36.03	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.03	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0

ตารางที่ ข5. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.9									ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10									
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่									
								กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ H_0	โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
										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	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.5	0.1	11.0500	10.8747	-0.1753	0.1165	0.1165	0.0052	0.05	1.96	94.86	0.0000	ปฏิเสธH_0	93.36	0.0000	ปฏิเสธH_0	33.74	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	9.1334	9.1047	-0.0287	0.0966	0.0966	0.0017			94.55	0.0000	ปฏิเสธH_0	94.27	0.0000	ปฏิเสธH_0	16.83	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.5	5.4073	5.4069	-0.0004	0.0589	0.0589	0.0002			91.88	0.0000	ปฏิเสธH_0	91.87	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.00	0.0455	ปฏิเสธH_0
	0.7	2.4003	2.4002	-0.0001	0.0288	0.0288	0.0001			83.44	0.0000	ปฏิเสธH_0	83.43	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ยอมรับH_0
	0.9	0.9381	0.9381	0.0000	0.0134	0.0134	0.0000			69.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	69.95	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	1.1	0.3094	0.3094	0.0000	0.0064	0.0064	0.0000			48.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	48.38	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	1.3	0.0709	0.0709	0.0000	0.0027	0.0027	0.0000			26.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	26.01	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ยอมรับH_0
	-0.1	10.4635	10.0721	-0.3914	0.1200	0.1193	0.0159			87.23	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.46	0.0000	ปฏิเสธH_0	24.57	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	3.9918	4.5193	0.5275	0.1105	0.1140	0.0596			36.13	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.85	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	-4.4506	-9.3141	-4.8635	0.1104	0.1744	0.1574			40.32	0.0000	ปฏิเสธH_0	53.41	0.0000	ปฏิเสธH_0	30.89	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	0.2797	0.4601	0.1804	0.0358	0.0395	0.0271			7.80	0.0000	ปฏิเสธH_0	11.65	0.0000	ปฏิเสธH_0	6.66	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	0.8137	0.8672	0.0535	0.0156	0.0158	0.0051			52.14	0.0000	ปฏิเสธH_0	54.83	0.0000	ปฏิเสธH_0	10.53	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.4199	0.4177	-0.0022	0.0080	0.0080	0.0014			52.18	0.0000	ปฏิเสธH_0	52.09	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.53	0.1253	ยอมรับH_0
	-1.3	0.1498	0.1489	-0.0009	0.0042	0.0042	0.0003			35.89	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.76	0.0000	ปฏิเสธH_0	2.71	0.0066	ปฏิเสธH_0

ตารางที่ ข5. (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(ρ) = −0.9																		ขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง (n) = 10		
ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย		ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่าง $\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{10,000}(RL_1 - RL_2)}{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่างผลต่าง $S_d/\sqrt{10,000}$ ระหว่างแผนภูมิควบคุม			กำหนดระดับนัยสำคัญ	ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบ	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากรระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่								
										โดยทำการทดสอบสมมติฐาน H_0 3 กรณีคือ ระหว่างแผนภูมิควบคุม								
		Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$	Uni - $\bar{X}$ & Hotelling	Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$	Hotelling & MS - $\bar{X}$			Uni - $\bar{X}$ & Hotelling			Uni - $\bar{X}$ & MS - $\bar{X}$			Hotelling & MS - $\bar{X}$		
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$							α	$Z_{0.05}$	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0	ค่าสถิติทดสอบ |Z|	ค่า p-value Sig. (2-tailed)	ผลการทดสอบสมมติฐาน H_0
0.7	0.1	3.5882	3.5725	-0.0157	0.0406	0.0405	0.0013	**0.05**	**1.96**	88.43	0.0000	ปฏิเสธH_0	88.10	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.17	0.0000	ปฏิเสธH_0
	0.3	3.3057	3.3055	-0.0002	0.0375	0.0375	0.0001			88.27	0.0000	ปฏิเสธH_0	88.26	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.41	0.1573	ปฏิเสธH_0
	0.5	2.4510	2.4509	-0.0001	0.0289	0.0289	0.0001			84.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.72	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.00	0.3173	ปฏิเสธH_0
	0.7	1.3400	1.3400	0.0000	0.0179	0.0179	0.0000			75.05	0.0000	ปฏิเสธH_0	75.05	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ปฏิเสธH_0
	0.9	0.5488	0.5488	0.0000	0.0091	0.0091	0.0000			60.15	0.0000	ปฏิเสธH_0	60.15	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ปฏิเสธH_0
	1.1	0.1424	0.1424	0.0000	0.0041	0.0041	0.0000			35.08	0.0000	ปฏิเสธH_0	35.08	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ปฏิเสธH_0
	1.3	0.0188	0.0188	0.0000	0.0014	0.0014	0.0000			13.69	0.0000	ปฏิเสธH_0	13.69	0.0000	ปฏิเสธH_0	0.00	1.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.1	3.5467	3.4580	-0.0887	0.0411	0.0410	0.0037			86.24	0.0000	ปฏิเสธH_0	84.35	0.0000	ปฏิเสธH_0	23.79	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.3	2.8231	2.7864	-0.0367	0.0397	0.0395	0.0090			71.04	0.0000	ปฏิเสธH_0	70.57	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.10	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.5	0.3992	0.5696	0.1704	0.0350	0.0389	0.0253			11.39	0.0000	ปฏิเสธH_0	14.63	0.0000	ปฏิเสธH_0	6.72	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.7	-1.3484	-3.6024	-2.2540	0.0332	0.0632	0.0574			40.64	0.0000	ปฏิเสธH_0	57.03	0.0000	ปฏิเสธH_0	39.30	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-0.9	-0.0977	-0.1565	-0.0588	0.0137	0.0175	0.0134			7.11	0.0000	ปฏิเสธH_0	8.92	0.0000	ปฏิเสธH_0	4.38	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.1	0.2291	0.2669	0.0378	0.0070	0.0073	0.0030			32.62	0.0000	ปฏิเสธH_0	36.49	0.0000	ปฏิเสธH_0	12.79	0.0000	ปฏิเสธH_0
	-1.3	0.1355	0.1370	0.0015	0.0040	0.0040	0.0008			33.88	0.0000	ปฏิเสธH_0	34.10	0.0000	ปฏิเสธH_0	1.92	0.0548	ปฏิเสธH_0

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ ค ค่าระยะทางแบบต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานในแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบที่ทำการศึกษา จำแนกตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) และระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ($\delta\sigma$) ดังนี้

$\rho = 0$				ค่า D_M[1]	ค่า D_E[2]	ค่า $D_M - D_E$
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$			
0.0	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.0
	0.3		-0.3	0.3	0.3	0.0
	0.5		-0.5	0.5	0.5	0.0
	0.7		-0.7	0.7	0.7	0.0
	0.9		-0.9	0.9	0.9	0.0
	1.1		-1.1	1.1	1.1	0.0
	1.3		-1.3	1.3	1.3	0.0
0.1	0.1	0.1	-0.1	0.1	0.1	0.0
	0.3		-0.3	0.3	0.3	0.0
	0.5		-0.5	0.5	0.5	0.0
	0.7		-0.7	0.7	0.7	0.0
	0.9		-0.9	0.9	0.9	0.0
	1.1		-1.1	1.1	1.1	0.0
	1.3		-1.3	1.3	1.3	0.0
0.3	0.1	0.3	-0.1	0.3	0.3	0.0
	0.3		-0.3	0.4	0.4	0.0
	0.5		-0.5	0.6	0.6	0.0
	0.7		-0.7	0.8	0.8	0.0
	0.9		-0.9	0.9	0.9	0.0
	1.1		-1.1	1.1	1.1	0.0
	1.3		-1.3	1.3	1.3	0.0
0.5	0.1	0.5	-0.1	0.5	0.5	0.0
	0.3		-0.3	0.6	0.6	0.0
	0.5		-0.5	0.7	0.7	0.0
	0.7		-0.7	0.9	0.9	0.0
	0.9		-0.9	1.0	1.0	0.0
	1.1		-1.1	1.2	1.2	0.0
	1.3		-1.3	1.4	1.4	0.0
0.7	0.1	0.7	-0.1	0.7	0.7	0.0
	0.3		-0.3	0.8	0.8	0.0
	0.5		-0.5	0.9	0.9	0.0
	0.7		-0.7	1.0	1.0	0.0
	0.9		-0.9	1.1	1.1	0.0
	1.1		-1.1	1.3	1.3	0.0
	1.3		-1.3	1.5	1.5	0.0

[1] ระยะทาง Mahalanobis แทนด้วย $D_M = \sqrt{(\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)^T \Sigma^{-1} (\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)}$

[2] ระยะทาง ยูคลิด แทนด้วย $D_E = \sqrt{(\delta_1\sigma_1)^2 + (\delta_2\sigma_2)^2}$

ตารางที่ ค (ต่อ)

$\rho = 0.5$		$\rho = -0.5$		ค่า	ค่า	ค่า
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	D_M[1]	D_E[2]	$D_M - D_E$
0.0	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.0
	0.3		-0.3	0.3	0.3	0.0
	0.5		-0.5	0.6	0.5	0.1
	0.7		-0.7	0.8	0.7	0.1
	0.9		-0.9	1.0	0.9	0.1
	1.1		-1.1	1.3	1.1	0.2
	1.3		-1.3	1.5	1.3	0.2
	-0.1		0.1	0.1	0.1	0.0
	-0.3		0.3	0.3	0.3	0.0
	-0.5		0.5	0.6	0.5	0.1
	-0.7		0.7	0.8	0.7	0.1
	-0.9		0.9	1.0	0.9	0.1
	-1.1		1.1	1.3	1.1	0.2
	-1.3		1.3	1.5	1.3	0.2
0.1	0.1	0.1	-0.1	0.1	0.1	0.0
	0.3		-0.3	0.3	0.3	0.0
	0.5		-0.5	0.5	0.5	0.0
	0.7		-0.7	0.8	0.7	0.1
	0.9		-0.9	1.0	0.9	0.1
	1.1		-1.1	1.2	1.1	0.1
	1.3		-1.3	1.4	1.3	0.1
	-0.1		0.1	0.2	0.1	0.1
	-0.3		0.3	0.4	0.3	0.1
	-0.5		0.5	0.6	0.5	0.1
	-0.7		0.7	0.9	0.7	0.2
	-0.9		0.9	1.1	0.9	0.2
	-1.1		1.1	1.3	1.1	0.2
	-1.3		1.3	1.6	1.3	0.3
0.3	0.1	0.3	-0.1	0.3	0.3	0.0
	0.3		-0.3	0.3	0.4	-0.1
	0.5		-0.5	0.5	0.6	-0.1
	0.7		-0.7	0.7	0.8	-0.1
	0.9		-0.9	0.9	0.9	0.0
	1.1		-1.1	1.1	1.1	0.0
	1.3		-1.3	1.4	1.3	0.0
	-0.1		0.1	0.4	0.3	0.1
	-0.3		0.3	0.6	0.4	0.2
	-0.5		0.5	0.8	0.6	0.2
	-0.7		0.7	1.0	0.8	0.3
	-0.9		0.9	1.2	0.9	0.3
	-1.1		1.1	1.5	1.1	0.3
	-1.3		1.3	1.7	1.3	0.4

[1] ระยะทาง Mahalanobis แทนด้วย $D_M = \sqrt{(\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)^T \Sigma^{-1} (\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)}$

[2] ระยะทาง ยูคลิด แทนด้วย $D_E = \sqrt{(\delta_1\sigma_1)^2 + (\delta_2\sigma_2)^2}$

ตารางที่ ค (ต่อ)

$\rho = 0.5$		$\rho = -0.5$		ค่า	ค่า	ค่า
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	D_M[1]	D_E[2]	$D_M - D_E$
0.5	0.1	0.5	-0.1	0.5	0.5	0.0
	0.3		-0.3	0.5	0.6	-0.1
	0.5		-0.5	0.6	0.7	-0.1
	0.7		-0.7	0.7	0.9	-0.1
	0.9		-0.9	0.9	1.0	-0.1
	1.1		-1.1	1.1	1.2	-0.1
	1.3		-1.3	1.3	1.4	-0.1
	-0.1		0.1	0.6	0.5	0.1
	-0.3		0.3	0.8	0.6	0.2
	-0.5		0.5	1.0	0.7	0.3
	-0.7		0.7	1.2	0.9	0.3
	-0.9		0.9	1.4	1.0	0.4
	-1.1		1.1	1.6	1.2	0.4
	-1.3		1.3	1.9	1.4	0.5
0.7	0.1	0.7	-0.1	0.8	0.7	0.1
	0.3		-0.3	0.7	0.8	-0.1
	0.5		-0.5	0.7	0.9	-0.1
	0.7		-0.7	0.8	1.0	-0.2
	0.9		-0.9	0.9	1.1	-0.2
	1.1		-1.1	1.1	1.3	-0.2
	1.3		-1.3	1.3	1.5	-0.2
	-0.1		0.1	0.9	0.7	0.2
	-0.3		0.3	1.0	0.8	0.3
	-0.5		0.5	1.2	0.9	0.3
	-0.7		0.7	1.4	1.0	0.4
	-0.9		0.9	1.6	1.1	0.5
	-1.1		1.1	1.8	1.3	0.5
	-1.3		1.3	2.0	1.5	0.6

[1] ระยะทาง Mahalanobis แทนด้วย $D_M = \sqrt{(\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)^T \Sigma^{-1} (\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)}$

[2] ระยะทาง ยูคลิด แทนด้วย $D_E = \sqrt{(\delta_1\sigma_1)^2 + (\delta_2\sigma_2)^2}$

ตารางที่ ค (ต่อ)

ρ = 0.9		ρ = -0.9		ค่า	ค่า	ค่า
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	D_M[1]	D_E[2]	$D_M - D_E$
0.0	0.1	0.0	-0.1	0.2	0.1	0.1
	0.3		-0.3	0.7	0.3	0.4
	0.5		-0.5	1.1	0.5	0.6
	0.7		-0.7	1.6	0.7	0.9
	0.9		-0.9	2.1	0.9	1.2
	1.1		-1.1	2.5	1.1	1.4
	1.3		-1.3	3.0	1.3	1.7
	-0.1		0.1	0.2	0.1	0.1
	-0.3		0.3	0.7	0.3	0.4
	-0.5		0.5	1.1	0.5	0.6
	-0.7		0.7	1.6	0.7	0.9
	-0.9		0.9	2.1	0.9	1.2
	-1.1		1.1	2.5	1.1	1.4
	-1.3		1.3	3.0	1.3	1.7
0.1	0.1	0.1	-0.1	0.1	0.1	0.0
	0.3		-0.3	0.5	0.3	0.2
	0.5		-0.5	0.9	0.5	0.4
	0.7		-0.7	1.4	0.7	0.7
	0.9		-0.9	1.9	0.9	1.0
	1.1		-1.1	2.3	1.1	1.2
	1.3		-1.3	2.8	1.3	1.5
	-0.1		0.1	0.4	0.1	0.3
	-0.3		0.3	0.9	0.3	0.6
	-0.5		0.5	1.4	0.5	0.8
	-0.7		0.7	1.8	0.7	1.1
	-0.9		0.9	2.3	0.9	1.4
	-1.1		1.1	2.7	1.1	1.6
	-1.3		1.3	3.2	1.3	1.9
0.3	0.1	0.3	-0.1	0.5	0.3	0.2
	0.3		-0.3	0.3	0.4	-0.1
	0.5		-0.5	0.6	0.6	0.0
	0.7		-0.7	1.0	0.8	0.3
	0.9		-0.9	1.5	0.9	0.5
	1.1		-1.1	1.9	1.1	0.8
	1.3		-1.3	2.4	1.3	1.0
	-0.1		0.1	0.9	0.3	0.6
	-0.3		0.3	1.3	0.4	0.9
	-0.5		0.5	1.8	0.6	1.2
	-0.7		0.7	2.2	0.8	1.5
	-0.9		0.9	2.7	0.9	1.8
	-1.1		1.1	3.2	1.1	2.0
	-1.3		1.3	3.6	1.3	2.3

[1] ระยะทาง Mahalanobis แทนด้วย $D_M = \sqrt{(\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)^T \Sigma^{-1} (\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)}$

[2] ระยะทาง ยูคลิด แทนด้วย $D_E = \sqrt{(\delta_1\sigma_1)^2 + (\delta_2\sigma_2)^2}$

ตารางที่ ค (ต่อ)

$\rho = 0.9$		$\rho = -0.9$		ค่า	ค่า	ค่า
$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	$\delta_1\sigma_1$	$\delta_2\sigma_2$	D_M[1]	D_E[2]	$D_M - D_E$
0.5	0.1	0.5	-0.1	0.9	0.5	0.4
	0.3		-0.3	0.6	0.6	0.0
	0.5		-0.5	0.5	0.7	-0.2
	0.7		-0.7	0.8	0.9	-0.1
	0.9		-0.9	1.1	1.0	0.1
	1.1		-1.1	1.6	1.2	0.4
	1.3		-1.3	2.0	1.4	0.6
	-0.1		0.1	1.4	0.5	0.8
	-0.3		0.3	1.8	0.6	1.2
	-0.5		0.5	2.2	0.7	1.5
	-0.7		0.7	2.7	0.9	1.8
	-0.9		0.9	3.1	1.0	2.1
	-1.1		1.1	3.6	1.2	2.4
	-1.3		1.3	4.0	1.4	2.7
0.7	0.1	0.7	-0.1	1.4	0.7	0.7
	0.3		-0.3	1.0	0.8	0.3
	0.5		-0.5	0.8	0.9	-0.1
	0.7		-0.7	0.7	1.0	-0.3
	0.9		-0.9	0.9	1.1	-0.2
	1.1		-1.1	1.3	1.3	0.0
	1.3		-1.3	1.7	1.5	0.2
	-0.1		0.1	1.8	0.7	1.1
	-0.3		0.3	2.2	0.8	1.5
	-0.5		0.5	2.7	0.9	1.8
	-0.7		0.7	3.1	1.0	2.1
	-0.9		0.9	3.6	1.1	2.4
	-1.1		1.1	4.0	1.3	2.7
	-1.3		1.3	4.5	1.5	3.0

[1] ระยะทาง Mahalanobis แทนด้วย $D_M = \sqrt{(\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)^T \Sigma^{-1} (\delta_1\sigma_1 \quad \delta_2\sigma_2)}$

[2] ระยะทาง ยูคลิด แทนด้วย $D_E = \sqrt{(\delta_1\sigma_1)^2 + (\delta_2\sigma_2)^2}$

ภาคผนวก ง

การจำลองตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงตามที่กำหนดไว้

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เทคนิคมอนติคาร์โลโดยการเขียนด้วยโปรแกรมVBA บน Microsoft Excelในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงตามที่กำหนด

การสร้างลักษณะการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม (ε_{it}) ตามที่กำหนดไว้ในข้อตกลงเบื้องต้น $\varepsilon_{it} \sim N\left(0,\sigma^2\right)$ ให้ σ^2 เป็นค่าคงที่ จะต้องใช้ตัวเลขสุ่ม (Random Number) ซึ่งมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) ซึ่งเป็นพื้นฐานในการจำลองตัวแปรสุ่มแบบอื่นๆ

1. <u>การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1)</u>

ชุดตัวเลขสุ่มที่จำลองขึ้นเรียกว่าเลขสุ่มเทียม(pseudo-random number) ต้องมีคุณสมบัติที่ดีของตัวเลขสุ่มอาจระบุได้ดังนี้

1) ลำดับของตัวเลขสุ่มที่ต้องการนั้นควรมีลักษณะไร้แบบแผน ไม่สามารถคาดเดาได้
2) สร้างได้บนคอมพิวเตอร์
3) สร้างได้รวดเร็วและใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำน้อย
4) ลำดับของเลขสุ่มคล้ายไม่ควรมีวัฏฏะ(cycle)ที่ซ้ำตัวเองหรือไม่ถ้ามีคาบ(period)ของวัฏฏะนี้ควรจะมีความยาวมากพอสมควร ก่อนที่จะวนซ้ำ
5) ลำดับของเลขสุ่มคล้ายที่สร้างขึ้นมา นั้นสามารถที่จะสร้างซ้ำได้ นั่นก็คือ เมื่อใดที่เริ่มต้นด้วยตัวเลขตัวเดียวกัน ตัวเลขตัวต่อไปก็จะเหมือนกัน ได้เลขสุ่มชุดเดียวกันเพราะในการจำลองแบบอาจจำเป็นต้องใช้เลขสุ่มชุดเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบผล
6) ผ่านการทดสอบทางสถิติที่สำคัญได้แก่
   6.1) ตัวเลขสุ่มคล้ายที่สร้างขึ้นมา จะต้องเป็นอิสระต่อกันในเชิงสถิติ (Statistically independent) เลขสุ่มคล้ายตัวใดตัวหนึ่งไม่ควรมีอิทธิพลหรือสัมพันธ์กับเลขสุ่มคล้ายตัวอื่น ๆ
   6.2) ควรมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม $U(0,1)$ หรือเลขสุ่มคล้ายทุกตัวควรมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นเท่าๆกัน

การสร้างเลขสุ่มเทียม(pseudo - random numbers)ทำได้โดยกำหนดค่าเริ่มต้นหรือ random seed ปัจจุบันวิธีที่ง่ายๆในการสร้าง pseudo-random ที่เป็นที่ยอมรับมี 2 วิธีได้แก่

1. วิธี Linear Congruential Method(Mixed Congruential Method)
2. วิธี Multiplicative Congruential Method

ในการวิจัยนี้ ใช้หลักการ Multiplicative Congruential Method ในการสร้างตัวเลขสุ่ม โดยที่ MCG เป็นกรณีเฉพาะของ LCG

กำหนดให้ $m = 2^{31} - 1$ และ $a = 7^5$ เป็นตัวอย่างหนึ่งของจำนวนเฉพาะ m และ a ที่เป็น primitive element modulo m (หมายความว่า ตัวเลขจำนวนเต็ม p ที่น้อยที่สุดซึ่ง m หาร $a^p - 1$ ลงตัว คือ $p = m - 1$) คาบ(period) ของตัวเลขสุ่มจะเท่ากับ $m - 1$ และตัวเลขสุ่มที่ได้จะเป็น 1 ถึง $m - 1$ โดยแต่ละตัวเลขจะเกิดขึ้นพียงครั้งเดียวในแต่ละรอบของการวนซ้ำ

ในสร้างโปรแกรมวิธีสร้างตัวเลขสุ่มด้วยวิธี MCG ซึ่งใช้ค่า $m = 2^{31} - 1$ และ $a = 7^5$ บนคอมพิวเตอร์ จะสังเกตว่าตัวเลขที่เกิดในระหว่างการคำนวณ เช่น $a(m-1)$ จะมีค่านอกขอบเขตของคอมพิวเตอร์บางเครื่องที่มีขนาดประมวลผลต่ำกว่า 32 บิทลงไป ดังนั้นการใช้งานจริงอาจต้องมีการปรับเช่น ใช้วิธีของ Schrage

ซึ่งวิธีของ Schrage ซึ่งทำการแบ่งการคำนวณออกเป็นการคำนวณย่อย ดังนี้

กำหนดให้ q เป็นจำนวนเต็ม r เป็นเศษของการหาร m ด้วยตัวเลข a

$$q = \frac{m}{a} \text{ และ } r = m \bmod a$$

เมื่อค่า $r < q$ และ $0 < z < m - 1$ สามารถแสดงได้ว่าทั้ง $a(z \bmod q)$ และ $r\left[\frac{z}{q}\right]$ อยู่ในช่วง $0,1,2,\ldots,m-1$ และ

$$az \bmod m = \begin{cases} a(z \bmod q) - r[z/q] & \text{ในกรณี ถ้าค่านี้} \geq 0 \\ a(z \bmod q) - r[z/q] + m & \text{ในกรณีอื่น} \end{cases}$$

<u>อัลกอริธึม</u> Multiplicative Congruential Method สร้างลำดับของ pseudo-random numbers $(x_0, x_1, \ldots)$

1. เริ่มต้นด้วยกำหนด x_0 (seed)ใดๆ เป็นตัวกำหนดจุดเริ่มต้นของลำดับย่อย
2. คำนวณ x_n โดยใช้ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด(recursive)

$$x_n = ax_{n-1} \bmod m$$

2. <u>การจำลองตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติด้วยวิธีโพลาร์</u>

วิธีโพลาร์เป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Box-Muller ซึ่งเสนอโดย Marsaglia, Maclaren และ Bray ในปี ค.ศ.1964 เนื่องจากการใช้วิธีการของ Box-Muller มีการคำนวณค่า cosine และ sine ทำให้ประสิทธิภาพไม่สูงมาก เพราะฉะนั้นเพื่อลดเวลาการคำนวณจึงควรใช้ วิธีโพลาร์

หลักการจำลองตัวแปรสุ่มมีดังนี้

ทำการจำลองตัวแปรสุ่ม V_1 และ V_2 ให้มีความเป็นอิสระต่อกัน โดยที่ $V_1 \sim \text{Uniform}(-1,1)$ และ $V_2 \sim \text{Uniform}(-1,1)$

ดังนั้นจะได้จุด (V_1, V_2) ในระนาบสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดพื้นที่ 2×2 ตารางหน่วย โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0,0)$ จะสุ่มจุด (V_1, V_2) จนกว่าจะได้จุดอยู่ในระนาบวงกลมรัศมี 1 หน่วย

กล่าวคือ มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0,0)$ บรรจุอยู่ในสี่เหลี่ยมจตุรัส ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 2×2 ตารางหน่วย ถ้าจุด (V_1, V_2) ที่สุ่มได้ไม่ตกอยู่ในระนาบวงกลม ก็จะตัดจุด (V_1, V_2) นั้นออกไม่นำมาพิจารณา นั่นคือจะทำการสุ่มจุด (V_1, V_2) ซึ่งมีเงื่อนไขว่า $V_1^2 + V_2^2 \le 1$

ดังนั้น (V_1, V_2) จะมีการแจกแจงร่วมแบบยูนิฟอร์ม บนระนาบวงกลมรัศมี 1 หน่วย โดยมีฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมแบบมีเงื่อนไข

$$f_{(V_1,V_2)|C}\left((v_1,v_2)|C\right) = \frac{f_{(V_1,V_2)}(v_1,v_2)}{P\left((V_1,V_2) \in C\right)} \text{ โดยที่ } C = \left\{(v_1,v_2) : v_1^2 + v_2^2 \le 1\right\}$$

$f_{(V_1,V_2)}(v_1,v_2) = f_{V_1}(v_1).f_{V_2}(v_2)$ ตัวแปรสุ่ม V_1 และ V_2 ให้เป็นอิสระต่อกัน

เนื่องจาก $V_1 \sim \text{Uniform}(-1,1)$ ดังนั้นฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ V_1 คือ

$$f_{V_1}(v_1) = \frac{1}{2} \quad ; -1 \le v_1 \le 1$$

และ $V_2 \sim \text{Uniform}(-1,1)$ ดังนั้นฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ V_2 คือ

$$f_{V_2}(v_2) = \frac{1}{2} \; ; -1 \le v_2 \le 1$$

ดังนั้น $$f_{(V_1,V_2)}(v_1,v_2) = f_{V_1}(v_1).f_{V_2}(v_2) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

$$P((V_1,V_2) \in C) = P\left(V_1^2 - V_2^2 \le 1\right)$$

$$= \frac{\text{พื้นที่วงกลมที่มีรัศมียาว 1 หน่วย}}{\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด } 2 \times 2 \text{ ตารางหน่วย}} = \frac{\pi(1)^2}{2 \times 2}$$

$$= \frac{\pi}{4}$$

เพราะฉะนั้น

$$f_{(V_1,V_2)|C}((v_1,v_2)|C) = \frac{f_{(V_1,V_2)}(v_1,v_2)}{P((V_1,V_2) \in C)}$$

$$= \frac{1/4}{\pi/4} = \frac{1}{\pi} \qquad ; \; v_1^2 + v_2^2 \le 1 \quad , -1 \le (v_1,v_2) \le 1$$

สำหรับจุด (v_1,v_2) อยู่ในวงกลม แปลงเป็นจุด (R,Θ) ในพิกัดเชิงขั้ว ทำการแปลง

$$R = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \quad \text{และ} \quad \Theta = \tan^{-1}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

จากนี้ พิจารณาการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ R และ Θ

จะได้ว่า การแปลง $\rho = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ เป็นการแปลงแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

จาก $$A_{V_1,V_2} = \left\{(v_1,v_2) : 0 \le v_1^2 + v_2^2 \le 1, -1 \le (v_1,v_2) \le 1\right\}$$

ไปยัง $$A_{P,\Theta} = \left\{(\rho,\theta) : 0 \le \rho \le 1, 0 \le \theta \le 2\pi\right\}$$ และได้ว่า

$$\frac{\partial(\rho,\theta)}{\partial(v_1,v_2)} = \begin{vmatrix} \frac{v_1}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}} & \frac{v_2}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}} \\ \frac{-v_2}{v_1^2+v_2^2} & \frac{v_1}{v_1^2+v_2^2} \end{vmatrix} = \frac{1}{\sqrt{v_1^2+v_2^2}}$$

เพราะฉะนั้น จะได้จาโคเบียนของการแปลงผกผัน

$$J = \frac{\partial(v_1,v_2)}{\partial(\rho,\theta)} = \sqrt{v_1^2+v_2^2} = \rho$$

และ ดังนั้น R,Θ มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วม

$$\begin{aligned} f_{R,\Theta}(\rho,\theta) &= f_{(V_1,V_2)|C}\left((v_1,v_2)|C\right).|J| \\ &= \left(\frac{1}{2\pi}\right).(2\rho) \quad ,0\le\theta\le 2\pi, 0\le\rho\le 1 \\ &= f_{\Theta}(\theta).f_R(\rho) \end{aligned}$$

โดยที่ $f_{\Theta}(\theta)=\frac{1}{2\pi}$; $0\le\theta\le 2\pi$ และ $f_R(\rho)=2\rho$; $0\le\rho\le 1$

เพราะฉะนั้น R และ Θ มีความเป็นอิสระซึ่งกันและกัน และได้ว่า $\Theta\sim U(0,2\pi)$ และแสดงได้ง่ายว่า $R^2=V_1^2+V_2^2\sim U(0,1)$ และ เป็นอิสระกับมุม Θ

ดังนั้นจะจำลอง $\cos\theta$ และ $\sin\theta$ ด้วยการจำลอง (V_1,V_2) ในวงกลม และ

ให้ $\cos\theta=\frac{V_1}{R}=\frac{V_1}{\sqrt{V_1^2+V_2^2}}$ และ $\sin\theta=\frac{V_2}{R}=\frac{V_2}{\sqrt{V_1^2+V_2^2}}$

$$Z_1=\left(\sqrt{-2\ln R^2}\right).\left(\frac{V_1}{\sqrt{V_1^2+V_2^2}}\right) \quad \text{และ} \quad Z_2=\left(\sqrt{-2\ln R^2}\right).\left(\frac{V_2}{\sqrt{V_1^2+V_2^2}}\right)$$

(ใช้ R^2 เป็นเลขสุ่มได้ เพราะว่า $R^2=V_1^2+V_2^2\sim U(0,1)$)

3. <u>การจำลองตัวแปรสุ่มร่วมที่มีแจกแจงปกติ 2 ตัวแปรที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน</u>

ตัวแปรสุ่มร่วมที่มีการแจกแจงแบบปกติ 2 ตัวแปร X_1 และ X_2 หรือเวกเตอร์ขนาด 2 ของตัวแปรสุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ $\underset{\sim}{X}=[X_1 \quad X_2]^T$ เขียนแทนด้วย $\underset{\sim}{X}\sim N_2\left(\underset{\sim}{\mu},\Sigma\right)$

ถ้าเวกเตอร์สุ่ม $\underset{\sim}{X}$ มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วม

$$f\left(\underset{\sim}{x}\right)=\left(\frac{1}{2\pi|\Sigma|}\right)\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\underset{\sim}{x}-\underset{\sim}{\mu}\right)^T\Sigma^{-1}\left(\underset{\sim}{x}-\underset{\sim}{\mu}\right)\right) \quad ; \quad -\infty<\underset{\sim}{x}<\infty$$

ซึ่งมีเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ยเป็น $\underset{\sim}{\mu}=(\mu_1 \quad \mu_2)^T$ และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม(covariance matrix) ขนาด 2×2 ซึ่งเป็นเมทริกซ์บวกแน่นอน (positive definite matrix) เป็น $\Sigma=\begin{bmatrix}\sigma_{11} & \sigma_{12}\\ \sigma_{21} & \sigma_{22}\end{bmatrix}$ โดยที่ $|\Sigma|$ คือ determinant ของ Σ และ Σ^{-1} คือ เมทริกซ์อินเวอร์สของ Σ

เนื่องจาก Σ เป็นเมทริกซ์บวกแน่นอน ดังนั้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ $\Sigma = CC^T$ โดยที่ $C_{2\times2}$ เป็นเมทริกซ์สามเหลี่ยมล่าง $C_{2\times2} = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}$

เพราะฉะนั้น ถ้า $\underset{\sim}{Z} = [Z_1 \quad Z_2]^T$ โดยที่ Z_1 และ Z_2 มีความเป็นอิสระต่อกัน และต่างก็มีการแจกแจงปกติมาตรฐานจะเขียนเวกเตอร์สุ่ม $\underset{\sim}{X}$ ในรูปแบบได้ดังนี้

$$\underset{\sim}{X} = C_{2\times2}\underset{\sim}{Z} + \underset{\sim}{\mu}$$

ซึ่งจะได้ว่าเวกเตอร์สุ่ม $\underset{\sim}{X}$ มีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ เมื่อ $E\left(\underset{\sim}{X}\right) = \underset{\sim}{\mu}$ และ $\mathrm{Var}\left(\underset{\sim}{X}\right) = C\mathrm{Var}\left(\underset{\sim}{Z}\right)C^T = CIC^T = V$

เพราะฉะนั้นในการจำลอง $\underset{\sim}{X} \sim N_2\left(\underset{\sim}{\mu}, \Sigma\right)$ จะจำลอง เวกเตอร์ $\underset{\sim}{Z}$ จากนั้นจะจำลอง $\underset{\sim}{X}$ ตามรูปแบบ ทั้งนี้จะต้องทราบค่า c_{ij} ใน **C** ด้วย ซึ่งมีวิธีการหาได้ดังนี้

โดยใช้วิธีรากที่สอง (Square root method)

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11}Z_1 + \mu_1 \\ c_{21}Z_1 + c_{22}Z_2 + \mu_2 \end{bmatrix}$$

$$X_1 = c_{11}Z_1 + \mu_1 \qquad (1)$$

$$\mathrm{Var}(X_1) = \sigma_1^2 = c_{11}^2 \qquad \text{เพราะฉะนั้น } c_{11} = \sqrt{\sigma_1^2}$$

$$X_2 = c_{11}Z_1 + c_{22}Z_2 + \mu_2 \qquad (2)$$

$$\mathrm{Var}(X_2) = \sigma_2^2 = c_{21}^2 + c_{22}^2 \qquad (3)$$

จาก (1) และ (2) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E\left[(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2)\right] &= \sigma_{12} \\ &= E\left[c_{11}Z_1\left(c_{21}Z_1 + c_{22}Z_2\right)\right] \\ &= c_{11}c_{21} + \left(c_{11}c_{22}E\left(Z_1Z_2\right)\right) \\ &= c_{11}c_{12} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น $c_{21} = \dfrac{\sigma_{12}}{c_{11}}$ และ $c_{22} = \left(\sigma_2^2 - c_{21}^2\right)^{\frac{1}{2}}$ จาก (3)

<u>อัลกอริธึม</u> ในการสร้างตัวแปรสุ่มร่วมแบบปกติ X_1 และ X_2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย μ_1 และ μ_2 มีความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม $\sigma_{ij}, \{1,2\}$ และมีเมทริกซ์ความแปรปรวน $\Sigma = \left[\sigma_{ij}\right]_{2\times 2}$ กำหนดให้ C เป็น lower triangular เมทริกซ์ที่ได้จาก Cholesky decomposition ของ Σ
(ดังนั้น $c_{ij} = 0$ เมื่อ $j > i$)

1. สร้างตัวแปรสุ่มร่วมแบบปกติ Z_i ; $i = 1,2$ ที่เป็นอิสระต่อกัน
2. สำหรับ $k = 1,2$ ให้

$$X_k = \sum_{i=1}^{k} c_{ki} Z_i + \mu_i$$

ภาคผนวก จ.

รายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

การประกาศตัวแปรโปรแกรมหลัก

```
Option Explicit
Dim seed As Long
Dim i, j, k,NReps, n, OX, OH, OM As Integer
Dim MeanX, MeanY, MeanX_0, MeanY_0, StdvX, StdvY As Integer
Dim Correlation, Delta2  As Single
Dim X, Y, Xbar,Ybar, T2, MS1, MS2, SUMX, SUMY, h, g  As Double
Dim SqrRLUni, SqrRLHot, SqrRLMS, SSRLUni, SSRLHot, SSRLMS As Long
Dim DifferRLUni_Hot, DifferRLUni_MS, DifferRLHot_MS As Long
Dim SumDifferRLUni_Hot, SumDifferRLUni_MS, SumDifferRLHot_MS  As Long
Dim SqrDifferRLUni_Hot, SqrDifferRLUni_MS, SqrDifferRLHot_MS As Long
Dim SSDiffRLUni_Hot, SSDiffRLUni_MS, SSDiffRLHot_MS  As Long
Dim MeanDiffUni_Hot, MeanDiffUni_MS, MeanDiffHot_MS  As Double
Dim RLUni, RLHot, RLMS,SumRLUni, SumRLHot, SumRLMS As Long
Dim ARLUni, ARLHot, ARLMS As Double
Dim a, m, q, r As Long
```

<u>โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวเลขสุ่ม</u>

```
Function randx() As Double
        seed = (a * (seed Mod q)) - (r * Int(seed / q))
        If seed < 0 Then
        seed = seed + m
        End If
         randx = seed / m
End Function
```

โปรแกรมสำหรับคำนวณค่าประมาณจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย(ARL)ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ

```
Sub QCn10()
Dim UCLXbar, LCLXbar, UCLYbar, LCLYbar As Double
Dim UCLMS, LCLMS, UCLHottelling As Double
Dim zx, zy, co As Double

For k = 1 To 14
Sheet1.Activate
Application.Calculate
        If k < 8 Then
        Delta2 = ((2 * k) - 1) / 10
        Else
        Delta2 = (- 2 * k) + 15
        End If
Sheet1.Range("F9") = Delta2

a  = 7 ^ 5
m = (2 ^ 31) - 1
 q = Int(m / a)
 r = m Mod a

seed = Sheet1.Range("SEED").Value
MeanX_0 = Sheet1.Range("MeanX_0 ").Value
MeanY_0 = Sheet1.Range("MeanY_0 ").Value
MeanX    = Sheet1.Range("MeanX ").Value
 StdvX    = Sheet1.Range("Stdv.X").Value
 StdvY    = Sheet1.Range("Stdv.Y").Value
 Correlation = Sheet1.Range("Correl").Value
 NReps = Sheet1.Range("NReps").Value
 n = 10
```

```
h = Sheet1.Range("h")
g = Sheet1.Range("g")
SUMX = 0
SUMY = 0
SumRLUni = 0
SumRLHot = 0
SumRLMS = 0
SSRLUni = 0
SSRLHot = 0
SSRLMS = 0
SumDifferRLUni_Hot = 0
SumDifferRLUni_MS = 0
SumDifferRLHot_MS = 0
SSDiffRLUni_Hot = 0
SSDiffRLUni_MS = 0
SSDiffRLHot_MS = 0
ARLUni = 0
ARLHot = 0
ARLMS = 0
MeanDifferUni_Hot = 0
MeanDifferUni_MS = 0
MeanDifferHot_MS = 0
UCLMS = Sheet1.Range("UCL_MS").Value
LCLMS = Sheet1.Range("LCL_MS").Value
UCLHottelling = Sheet1.Range("UCL_Hottelling").Value
UCLXbar = Sheet1.Range("UCL_Xbar").Value
LCLXbar = Sheet1.Range("LCL_Xbar").Value
UCLYbar = Sheet1.Range("UCL_Ybar").Value
LCLYbar = Sheet1.Range("LCL_Ybar").Value
```

```
For j = 1 To NReps
Sheet1.Activate
Sheet1.Range("E10") = j
Application.Calculate
OX = 1
OH = 1
OM = 1
RLUni = 0
RLHot = 0
RLMS = 0

Do
SUMX = 0
SUMY = 0
        For i = 1 To n
        Call Bivariatenormal
         SUMX = SUMX + X
         SUMY = SUMY + Y
        Next i
Xbar = SUMX / n
Ybar = SUMY / n
co = (n / (1 - (Correlation ^ 2)))
zx = ((Xbar - MeanX_0) / StdvX)
zy = ((Ybar - MeanY_0) / StdvY)

T2 = co * ((zx ^ 2) + (zy ^ 2) - (2 * Correlation * zx * zy))
MS1 = (n ^ (1 / 2)) * ((zx * h) - (zy * g))
MS2 = (n ^ (1 / 2)) * ((zy * h) - (zx * g))
```

```
If (OX = 1) Then
RLUni = RLUni + OX
        If ((Xbar < LCLXbar) Or (Xbar > UCLXbar) Or
           (Ybar < LCLYbar) Or (Ybar > UCLYbar)) Then
        OX = 0
        End If
End If

If (OM = 1) Then
RLMS = RLMS + OM
        If ((MS1 < LCLMS) Or (MS1 > UCLMS) Or
           (MS2 < LCLMS) Or (MS2 > UCLMS)) Then
        OM = 0
        End If
End If

If (OH = 1) Then
RLHot = RLHot + OH
        If (T2 > UCLHottelling) Then
        OH = 0
        End If
End If

Loop Until (OX = 0) And (OH = 0) And (OM = 0)

SqrRLUni = (RLUni ^ 2)
SqrRLMS = (RLMS ^ 2)
SqrRLHot = (RLHot ^ 2)
DifferRLUni_Hot = RLUni - RLHot
DifferRLUni_MS = RLUni - RLMS
DifferRLHot_MS = RLHot - RLMS
```

```
            SqrDifferRLUni_Hot = (DifferRLUni_Hot) ^ 2
            SqrDifferRLUni_MS = (DifferRLUni_MS) ^ 2
            SqrDifferRLHot_MS = (DifferRLHot_MS) ^ 2
            SumRLUni = SumRLUni + RLUni
            SumRLHot = SumRLHot + RLHot
            SumRLMS = SumRLMS + RLMS
            SSRLUni = SSRLUni + SqrRLUni
            SSRLMS = SSRLMS + SqrRLMS
            SSRLHot = SSRLHot + SqrRLHot

            SumDifferRLUni_Hot = SumDifferRLUni_Hot  + DifferRLUni_Hot
            SumDifferRLUni_MS = SumDifferRLUni_MS  + DifferRLUni_MS
            SumDifferRLHot_MS = SumDifferRLHot_MS  + DifferRLHot_MS
            SSDiffRLUni_Hot = SSDiffRLUni_Hot  + SqrDifferRLUni_Hot
            SSDiffRLUni_MS = SSDiffRLUni_MS  + SqrDifferRLUni_MS
            SSDiffRLHot_MS = SSDiffRLHot_MS  + SqrDifferRLHot_MS

Next j
 ARLUni = SumRLUni / NReps
 ARLMS = SumRLMS / NReps
 ARLHot = SumRLHot / NReps
Sheet5.Range("C4").Offset(k, 0) = ARLUni
Sheet5.Range("D4").Offset(k, 0) = ARLHot

Sheet5.Range("E4").Offset(k, 0) = ARLMS
Sheet5.Range("I4").Offset(k, 0) = SSRLUni
Sheet5.Range("J4").Offset(k, 0) = SSRLHot
Sheet5.Range("K4").Offset(k, 0) = SSRLMS
Sheet5.Range("V4").Offset(k, 0) = SSDiffRLUni_Hot
Sheet5.Range("W4").Offset(k, 0) = SSDiffRLUni_MS
Sheet5.Range("X4").Offset(k, 0) = SSDiffRLHot_MS
```

```
MeanDifferUni_Hot = SumDifferRLUni_Hot / NReps
MeanDifferUni_MS = SumDifferRLUni_MS / NReps
MeanDifferHot_MS = SumDifferRLHot_MS / NReps
Sheet5.Range("Y4").Offset(k, 0)  =  MeanDifferUni_Hot
Sheet5.Range("Z4").Offset(k, 0)  =  MeanDifferUni_MS
Sheet5.Range("AA4").Offset(k, 0) = MeanDifferHot_MS
Next k
End Sub
```

โปรแกรมย่อยสำหรับสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ

```
Sub Bivariatenormal()
Dim U1, U2, V1, V2, S, W1, W2, Z1, Z2 As Double
        Do
        U1 = randx()
        U2 = randx()
        V1 = (2 * U1) - 1
        V2 = (2 * U2) - 1
          S = (V1 ^ 2) + (V2 ^ 2)
        Loop Until S <= 1
         Z1 = (((-2 * WorksheetFunction.Ln(S)) / S) ^ (1 / 2)) * V1
         Z2 = (((-2 * WorksheetFunction.Ln(S)) / S) ^ (1 / 2)) * V2
        W1 = (StdvX * Z1)
        W2 = (StdvY*((Correlation*Z1) + (((1-(Correlation^2) ^ (1/2))*Z2)))
          X = MeanX + W1
          Y = (MeanY_0 + (Delta2 * StdvY)) + W2
End Sub
```

โปรแกรมสำหรับคำนวณค่าความน่าจะเป็นรวมที่ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของ X_1 หรือ X_2 จะออกนอกขอบเขตควบคุมเมื่อกระบวนการผลิตเกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ

```
Option Explicit

Sub App_d_Integal()
Dim h, J1, J2, J3, a, b, cx, dx , Q, P, W, L, C1, J, ANS As Double
Dim n, m ,i, k, r, v, num As Integer
Dim X, Y, HX, K1, K2, K3, MeanX, MeanY, StdvX, StdvY As Double
Dim Correl, Delta2 As Single

For v = 1 To 4
num = v * 5
Sheet1.Range("B16").Value = num
'Step 1
        For r = 1 To 30
        Sheet1.Activate
        Application.Calculate
                If k < 8 Then
                Delta2 = ((2 * k) - 1) / 10
                Else
                Delta2 = (-2 * k) + 15
                End If

        Sheet1.Range("B18").Value = shift2
        n = Sheet1.Range("n").Value
        m = Sheet1.Range("m").Value
        a = Sheet1.Range("a").Value
        b = Sheet1.Range("b").Value
```

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

```
                End If
            Next k
        'Step7
        L = (((K1 + (2 * K2) + (4 * K3)) * HX) / 3)

        'Step8
            If ((i = 0) Or i = (2 * n)) Then
            J1 = J1 + L
            Else
            If ((i Mod 2) = 0) And ((i <> 0) Or (i <> (2 * n))) Then
            J2 = J2 + L
            Else
            J3 = J3 + L
            End If
            End If
        Next i
        'Step 9
    J= ((J1 + (2 * J2) + (4 * J3)) * h) / 3
    Sheet4.Range("c3").Offset(r + ((v - 1) * 18), 0).Value = 1- J
    Next r
Next v
End Sub
```

```
Sub MS()

Dim k, j, num As Integer
Dim Prob As Double
Dim Delta2, COR As Single
COR = Sheet2.Range("B7").Value
 If COR = 0 Then
 Sheet2.Range("E1").Value = Sheet2.Range("G2").Value
 ElseIf (COR = 0.5) Or (COR = -0.5) Then
 Sheet2.Range("E1").Value = Sheet2.Range("G3").Value
 ElseIf (COR = 0.9) Or (COR = -0.9) Then
 Sheet2.Range("E1").Value = Sheet2.Range("G4").Value
 End If
          For j = 1 To 4
          num = j * 5
          Sheet2.Range("B14").Value = num
                   For k = 1 To 14
                            If k < 8 Then
                            Delta2 = ((2 * k) - 1) / 10
                            Else
                            Delta2 = (-2 * k) + 15
                            End If
                   Sheet2.Range("B16").Value = delta2
                   Prob = Sheet2.Range("G13").Value
                   Sheet4.Range("f3").Offset(k + ((j-1)*18), 0).Value = 1- Prob
                   Next k
          Next j
End Sub
```

```
Sub HOT()

Dim k, j, num As Integer
Dim Lamda , Delta2  As Single

For j = 1 To 4
        num = j * 5
        Sheet3.Range("C7").Value = num
        For k = 1 To 14
                If k < 8 Then
                Delta2 = ((2 * k) - 1) / 10
                Else
                Delta2 = (-2 * k) + 15
                End If
        Sheet3.Range("C6").Value = delta2
        Lamda = Sheet3.Range("C11").Value
        Sheet4.Range("m3").Offset(k + ((j - 1) * 18, 0).Value = Lamda
        Next k
Next j
End Sub
```

นำค่า Lamda มาเป็นค่าประกอบเพื่อทำการคำนวณค่า β ด้วยโปรแกรม MATLAB 7 แล้ว คำนวณหาค่า 1- β ด้วยฟังก์ชันของ MS Excel ตามสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย พงษ์ศักดิ์ อภิเรืองธรรม เกิดวันพฤหัสบดีที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2521 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร สถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2545