


การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้
ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

จตุภัทร เมฆพ่ายัพ

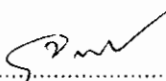
คุณูปนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัย

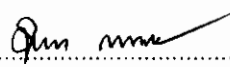
คณะกรรมการควบคุมดุขฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุขฎีนิพนธ์ ได้พิจารณา
ดุขฎีนิพนธ์ของ จตุภัทร เมฆพ่ายพ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

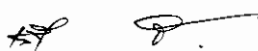
คณะกรรมการควบคุมดุขฎีนิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี)

คณะกรรมการสอบดุขฎีนิพนธ์

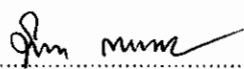

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาธิป ตันสถิตย์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดเข้ม)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิดาการ สายธนู)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับดุขฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญาของ
มหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี) และวิทยาการปัญญา
วันที่ ๑ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๕

ประกาศคุณูปการ

ดุชนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา
กรเพชรปानी อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา ตลอดจนแนะนำ
แนวทางที่ถูกต้องและการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมาจน
ดุชนิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณสำนักกระบวนวิชา กองควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความ
อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยทำให้ดุชนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของดุชนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี
บูรพาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มี
การศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

จตุภัทร เมฆพ่าย

54810239: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา; ปร.ด.(การวิจัยและสถิติทาง
วิทยาการปัญญา)

คำสำคัญ: แผนภูมิควบคุม Tukey/การระบาดของโรคไข้เลือดออก/การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย
โรคไข้เลือดออก

จตุภัทร เมฆพ่ายัพ: การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม
Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (DETECTING DENGUE HEMORRHAGIC FEVER
EPIDEMICS BY ADJUSTED TUKEY'S CONTROL CHART WITH SEASONAL ARIMA MODEL)
คณะกรรมการควบคุมคุณภาพนิพนธ์: สุชาติดา กรเพชรปาณี, Ph.D., 332 หน้า. ปี พ.ศ. 2557.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey ให้มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้น 2) ตรวจสอบสมรรถนะแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุมภายใต้การจำลองข้อมูล 2 สถานการณ์ ได้แก่ การแจกแจงของคุณลักษณะเชิงคุณภาพจำนวน 15 ลักษณะ และขนาดตัวอย่าง 6 กลุ่ม รวม 90 เงื่อนไข และภายใต้ข้อมูลจริง คือ จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 รวม 4 เงื่อนไข และ 3) ตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยใช้แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ ประกอบด้วย

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมบน: } UCL = F^{-1}(3/4) + (k \times MADM)$$

$$\text{เส้นกลาง: } CL = F^{-1}(1/2)$$

$$\text{ขีดจำกัดควบคุมล่าง: } LCL = F^{-1}(1/4) - (k \times MADM)$$

เมื่อ $F^{-1}(1/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 1, $F^{-1}(1/2)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 2, $F^{-1}(3/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 3, k แทนพารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมมีค่าเท่ากับ 3 และ $MADM$ แทนค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน

2. แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม Tukey ทุกเงื่อนไขภายใต้การจำลอง 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข และภายใต้ข้อมูลจริง

3. ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกคาดการณ์ว่าอาจจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 จังหวัดจันทบุรีเกิดการระบาดในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 จังหวัดระยองอาจจะเกิดการระบาดในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และจังหวัดตราดอาจจะเกิดการระบาดในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 โดยมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 257 คน 275 คน 109 คน และ 114 คน ตามลำดับ

54810239: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN CONGNITIVE SCIENCE; Ph.D.
(RESEARCH AND STATISTICS IN CONGNITIVE SCIENCE)

KEYWORDS: ADJUSTED TUKEY'S CONTROL CHART, DENGUE HEMORRHAGIC FEVER
EPIDEMICS, FORECASTING THE NUMBER OF DENGUE HEMORRHAGIC
FEVER PATIENTS

JATUPAT MEKPARYUP: DETECTING DENGUE HEMORRHAGIC FEVER EPIDEMICS
BY ADJUSTED TUKEY'S CONTROL CHART WITH SEASONAL ARIMA MODEL. ADVISORY
COMMITTEE: SUCHADA KORNPETPANE, Ph.D., 332 P. 2014.

The presented research had objective 1) to adjust Tukey's control chart for providing the better robustness of outliers, 2) to monitor the performance of Adjusted Tukey's control chart when the process was in-control under 2 simulated situations of 90 conditions, 15 distributions of quality characteristics and 6 groups of various sample sizes, and under real data which was the number of dengue hemorrhagic fevers patients in area of public health zone 9 of 4 conditions and 3) to detect the epidemics of dengue hemorrhagic fever of public health zone 9 of 4 provinces consist of Chonburi, Chanthaburi, Rayong and Trat, by Adjusted Tukey's control chart with seasonal ARIMA model and 7 interpretation rules. The research results were as following below;

1. The Adjusted Tukey's control chart was robust and set up with

$$\text{Upper control limit: } UCL = F^{-1}(3/4) + (k \times MADM)$$

$$\text{Center line: } CL = F^{-1}(1/2)$$

$$\text{Lower control limit: } LCL = F^{-1}(1/4) - (k \times MADM)$$

where $F^{-1}(1/4)$ was the first quartile, $F^{-1}(1/2)$ was the second quartile, $F^{-1}(3/4)$ was the third quartile, k was the parameter of control limit coefficient which was 3 and $MADM$ was median of absolute deviation to the median.

2. The Adjusted Tukey's control chart was more performance than Tukey's control chart in all conditions both of under simulated data and under real data.

3. The results showed that the epidemics will probably occur in August, 2015 in Chonburi, occured in July, 2014 in Rayong, probably occur in June, 2015 in Rayong and probably occur in June, 2015 in Trat with dengue hemorrhagic fevers patients of 257, 275, 109 and 114 respectively.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมุติฐานของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	11
ขอบเขตของการวิจัย.....	11
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	14
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
ตอนที่ 1 แผนภูมิควบคุม Tukey และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
ตอนที่ 2 ค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
1. วิธีการที่แกร่ง.....	19
2. ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่ง.....	24
ตอนที่ 3 จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการ ควบคุมเมื่อกำหนดว่ากระบวนการออกนอกการควบคุมและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง.....	28
1. จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอก การควบคุมของแผนภูมิควบคุม Tukey หรือแผนภูมิควบคุม TCC.....	30
2. จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอก การควบคุมของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้หรือแผนภูมิ ควบคุม ATCC.....	38
ตอนที่ 4 การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล.....	45
1. ความหมายของวิธีมอนติคาร์โล.....	45
2. ความเป็นมาของวิธีมอนติคาร์โล.....	46
3. ขั้นตอนของวิธีมอนติคาร์โล.....	46

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตอนที่ 5 การพยากรณ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
1. การวิเคราะห์กระบวนการนิ่ง.....	49
2. การกำหนดตัวแบบสำหรับการพยากรณ์.....	51
3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบสำหรับการพยากรณ์.....	55
4. การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์.....	57
5. การพยากรณ์.....	57
ตอนที่ 6 การตรวจสอบการแจกแจงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	58
ตอนที่ 7 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	70
ขั้นตอนที่ 1 การปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey.....	70
ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้.....	71
ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA.....	77
4 ผลการวิจัย.....	91
ตอนที่ 1 ผลการปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey.....	92
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้.....	94
ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิ ควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA.....	137
5 สรุปและอภิปรายผล.....	289
สรุปผลการวิจัย.....	289
อภิปรายผล.....	292
ข้อเสนอแนะ.....	295
บรรณานุกรม.....	298
ภาคผนวก.....	309
ภาคผนวก ก ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC.....	310
ภาคผนวก ข การตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	317
ภาคผนวก ค ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	326
ภาคผนวก ง จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9.....	329

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เชิงเส้นกำกับที่ระดับการปนเปื้อนต่าง ๆ.....	21
2 จุดแบ่งข้อมูลของตัวประมาณค่า.....	28
3 ค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่า $k = 1.5$	38
4 ค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อกำหนดค่า $k = 3$	45
5 การพิจารณาค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบ $AR(p)$ ตัวแบบ $MA(q)$ และตัวแบบ $ARMA(p,q)$	53
6 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(p,d,q)$	54
7 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$	55
8 ค่าวิกฤตของการแจกแจงต่าง ๆ.....	60
9 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ k ของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$	65
10 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$	76
11 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ของการแจกแจงต่าง ๆ.....	80
12 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ของการแจกแจงต่าง ๆ.....	85
13 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $N(0,1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	95
14 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(4)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	97
15 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(10)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	98
16 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(20)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	99
17 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(30)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	101
18 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Logis(0, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	102
19 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Lap(0, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	103
20 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(1, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
21 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(2, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	106
22 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(3, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	107
23 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(4, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	108
24 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(1)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	110
25 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(2)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	111
26 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(3)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	112
27 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(4)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	113
28 ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม ATCC โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่า $ARL_0(TCC,n)$ กับค่า $ARL_0(ATCC,n)$	120
29 ผลการตรวจสอบการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง.....	121
30 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.0186 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.9650	122
31 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC สำหรับจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	123
32 ผลการตรวจสอบการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง.....	125
33 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.0161 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1.0434	126

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
34	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC สำหรับจังหวัด จันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556..... 127
35	ผลการตรวจสอบการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วย ค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง..... 129
36	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของ การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0.0099 และพารามิเตอร์ บอกสเกลเท่ากับ 0.9720..... 130
37	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC สำหรับ จังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556..... 131
38	ผลการตรวจสอบการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วย ค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง..... 133
39	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของ การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.0221 และพารามิเตอร์ บอกสเกลเท่ากับ 0.9303..... 134
40	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC สำหรับ จังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556..... 135
41	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2) ₁₂ 142
42	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(1,0,2) ₁₂ 143
43	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3) ₁₂ 143
44	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,0)(2,1,2) ₁₂ 144
45	ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2) ₁₂ ด้วย ตัวสถิติทดสอบ Q..... 145
46	ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(1,0,2) ₁₂ ด้วย ตัวสถิติทดสอบ Q..... 146
47	ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3) ₁₂ ด้วย ตัวสถิติทดสอบ Q..... 147
48	ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,0)(2,1,2) ₁₂ ด้วย ตัวสถิติทดสอบ Q..... 148
49	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีจากตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2) ₁₂ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 150

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
146	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัด ตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558.....	281
147	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัด ตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558.....	282
148	ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัด ตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	283
149	ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี โดยใช้แผนภูมิ ควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาลARIMA และกฎในการแปลความหมายทั้ง 7 ข้อ.....	285
150	ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี โดยใช้แผนภูมิ ควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาลARIMA และกฎในการแปลความหมายทั้ง 7 ข้อ.....	286
151	ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง โดยใช้แผนภูมิ ควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาลARIMA และกฎในการแปลความหมายทั้ง 7 ข้อ.....	287
152	ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด โดยใช้แผนภูมิ ควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาลARIMA และกฎในการแปลความหมายทั้ง 7 ข้อ.....	288
153	ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่า $k = 1.5$	311
154	ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อกำหนดค่า $k = 3$	312
155	ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 143.34.....	313
156	ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 143.34.....	314
157	ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 370.40.....	315
158	ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 370.40.....	316
159	ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557.....	318
160	ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	319
161	ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557.....	320
162	ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	321

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
163 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557.....	322
164 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	323
165 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557.....	324
166 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	325
167 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2) ₁₂	327
168 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(1,0,2) ₁₂	327
169 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3) ₁₂	328
170 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,0)(2,1,2) ₁₂	328
171 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	330
172 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	330
173 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	331
174 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	331

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 การติดเชื้อไวรัสเดงกี.....	1
2 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 ถึงปีพ.ศ. 2556.....	3
3 กรอบแนวทางการวิจัย.....	13
4 ส่วนประกอบของแผนภูมิควบคุม.....	14
5 ฟังก์ชันเพียงพอของค่าเฉลี่ย และฟังก์ชันเพียงพอของค่าความแปรปรวน.....	26
6 ฟังก์ชันเพียงพอของค่ามัธยฐาน ฟังก์ชันเพียงพอของค่าพิสัยควอร์ไทล์ และฟังก์ชัน เพียงพอของค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน.....	26
7 ขั้นตอนการพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์.....	48
8 การแบ่งส่วนของแผนภูมิควบคุม.....	61
9 กฎการแปลความหมายข้อที่ 1.....	62
10 กฎการแปลความหมายข้อที่ 2.....	63
11 กฎการแปลความหมายข้อที่ 3.....	63
12 กฎการแปลความหมายข้อที่ 4.....	63
13 กฎการแปลความหมายข้อที่ 5.....	64
14 กฎการแปลความหมายข้อที่ 6.....	64
15 กฎการแปลความหมายข้อที่ 7.....	64
16 ขั้นตอนการปรับแก้แผนภูมิควบคุม TCC.....	71
17 การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกล เท่ากับ 1.....	73
18 การแจกแจงที.....	73
19 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอก สเกลเท่ากับ 1.....	74
20 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอก สเกลเท่ากับ 1.....	74
21 การแจกแจงแกมมา.....	75
22 การแจกแจงไคกำลังสอง.....	75
23 ขั้นตอนการตรวจสอบแผนภูมิควบคุม ATCC.....	77
24 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรค ไข้เลือดออก.....	78
25 ขั้นตอนการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA.....	79
26 การเปรียบเทียบระหว่างค่า $ARL_0(TCC, n)$ กับค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $N(0,1)$ ที่มีขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน.....	96

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
27 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	123
28 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	127
29 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	131
30 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556.....	135
31 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ด้วยกราฟ ACF.....	137
32 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ด้วยกราฟ PACF.....	138
33 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ด้วยกราฟ ACF.....	139
34 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ด้วยกราฟ PACF.....	139
35 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ด้วยกราฟ ACF.....	140
36 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ด้วยกราฟ PACF.....	140
37 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ด้วยกราฟ ACF.....	141
38 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ด้วยกราฟ PACF.....	141
39 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(0,1,2)_{12}$ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง.....	145
40 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง.....	146
41 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(0,0,3)_{12}$ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง.....	147
42 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,0)(2,1,2)_{12}$ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง.....	148

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
43	การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีกับ ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จากตัวแบบเชิงฤดูกาลARIMA(1,0,2)(0,1,2) ₁₂	149
44	การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีกับ ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(1,0,2) ₁₂	151
45	การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองกับ ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จากตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3) ₁₂	153
46	การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดกับ ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จากตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,0)(2,1,2) ₁₂	155
47	แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ. 2557.....	158
48	แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557.....	159
49	แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2557.....	160
50	แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2557.....	162
51	แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557.....	163
52	แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2557.....	164
53	แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2557.....	166

สารบัญภาพ (ต่อ)

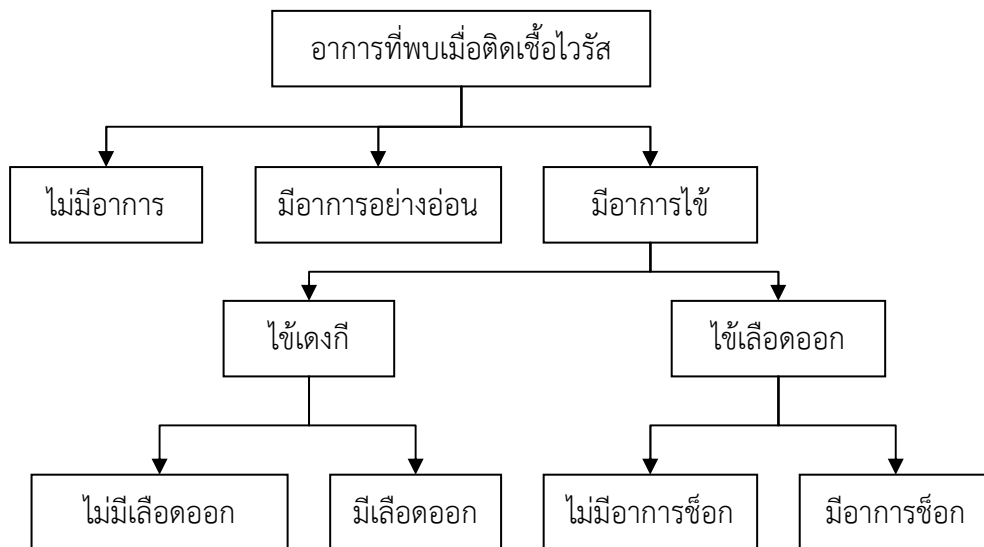
ภาพที่	หน้า
142	
แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558.....	284

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ไวรัสเดงกี (Dengue Virus) เป็นไวรัสที่มีอยู่กลายเป็นพาหะนำโรค การติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue Virus Infection) ในมนุษย์จะทำให้เป็นโรคไข้เลือดออกซึ่งจะแสดงอาการหลายอย่างกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อ (ดังภาพที่ 1) ได้แก่ ไม่แสดงอาการ (Asymptomatic) มีอาการอย่างอ่อน (Undifferentiated Viral Syndrome) มีอาการไข้เดงกี (Dengue Fever: DF) และมีอาการไข้เลือดออก (Dengue Hemorrhagic Fever: DHF) (Chastel, 2012) สำหรับระดับความรุนแรงของโรคไข้เลือดออกสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือ 1) มีอาการไข้และอาการอื่นร่วมด้วยแต่ไม่จำเพาะ เมื่อทำการทดสอบ Tourniquet จะให้ผลลบ 2) อาการเหมือนระดับ 1 และพบเลือดออกเป็นจุดเลือดใต้ผิวหนัง 3) ระบบไหลเวียนโลหิตเริ่มล้มเหลว เกิดอาการช็อก ชีพจรเต้นเร็ว เบา ความดันชีพจรแคบ ความดันโลหิตต่ำ रिมีฝีปากเขียว ตัวเย็น กระสับกระส่าย และ 4) แสดงอาการช็อกรุนแรง ไม่สามารถวัดความดันโลหิตและชีพจรได้



ภาพที่ 1 การติดเชื้อไวรัสเดงกี

เชื้อเดงกีเป็นไวรัสชนิด RNA จัดอยู่ใน Family Flaviviridae มี 4 Serotype ได้แก่ DEN1 DEN2 DEN3 และ DEN4 (Weaver, & Vasilakis, 2009; Mohammed, Ramos, Rivera, Johansson, Muñoz – Jordan, Sun, & Tomashek, 2010) รูปแบบของการติดเชื้อไวรัสเดงกีจึงพบได้ทั้ง DF และ DHF ในบางรายอาจมีอาการช็อกร่วมด้วย (Dengue Shock Syndrome: DSS) การติดเชื้อไวรัสเดงกีติดต่อกันโดยมียุงลายชนิด *Aedes Aegypti* และยุงลายชนิด *Aedes Albopictus* เป็นพาหะนำโรค เมื่อยุงลายตัวเมียกัดและดูดเลือดทำให้เกิดการติดเชื้อไวรัสเดงกี เชื้อ

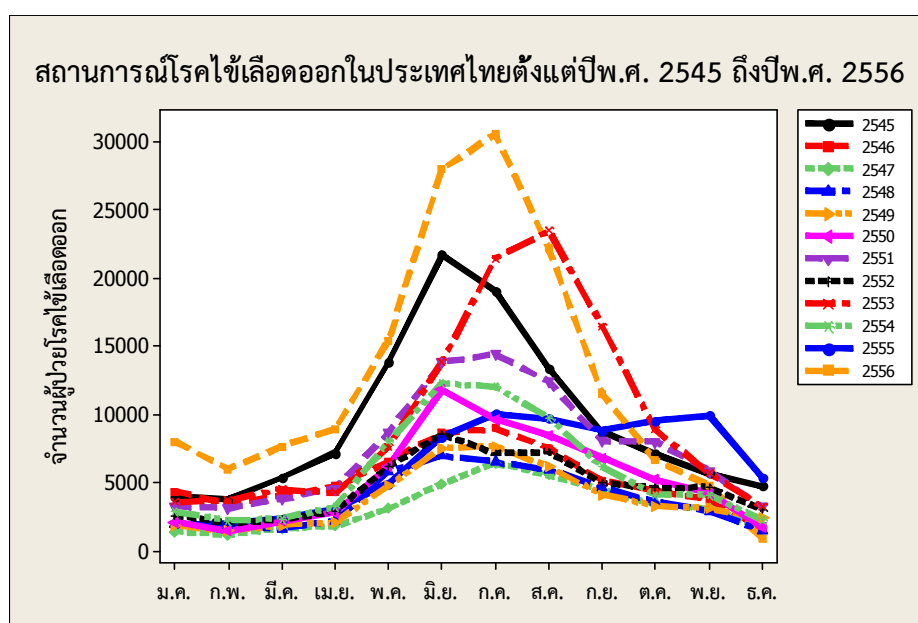
ไวรัสจะเข้าสู่ต่อมน้ำลายพร้อมที่แพร่เชื้อสู่คนที่ถูกกัดต่อไป โดยทั่วไปผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจะติดเชื้อไวรัสเดงกี DEN3 หรือไวรัสเดงกี DEN4 แต่ผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสเดงกี DEN 2 มักจะแสดงอาการที่รุนแรงกว่าไวรัสเดงกี DEN3 หรือไวรัสเดงกี DEN4

โรคไข้เลือดออกกลายเป็นปัญหาสำคัญระดับโลกเมื่อองค์การอนามัยโลกประกาศว่ามีจำนวนผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้น 30 เท่าในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา และคาดการณ์ว่าจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 50 ถึง 100 ล้านราย แสดงให้เห็นว่าประชากรโลกเกือบครึ่งหนึ่งมีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อไวรัสเดงกี (World Health Organization, 2013) สำหรับพื้นที่ที่เกิดการระบาดมีจำนวนมากกว่า 100 ประเทศ ส่วนใหญ่จะเป็นประเทศในภูมิภาคเขตร้อนและเขตร้อนชื้น (Rajapakse, Rodrigo, & Rajapakse; 2012, Rasgon, 2011; Brady, Gething, Bhatt, Messina, Brownstein, Hoen, Moyes, Farlow, Scott, & Hay, 2012) สาเหตุของการระบาดของโรคไข้เลือดออกทั่วโลกเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง อาทิเช่น 1) การเปลี่ยนแปลงทางสังคมจากสังคมชนบทเป็นสังคมเมืองทำให้เกิดสังคมเมืองที่ใหญ่ขึ้นกลายเป็นสังคมที่แออัดขาดการจัดการด้านสุขอนามัยที่ดีทำให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายเพิ่มมากขึ้น (Gubler, 2002; Reiter, P., Lathrop, Bunning, Biggerstaff, Singer, Tiwari, Baber, Amador, Thirion, Hayes, Seca, Mendez, Ramirez, Robinson, Rawlings, Vorndam, Waterman, Gubler, Clark, & Hayes, E.; Arunachalam, Tana, Espino, Kittayapong, Abeyewickrem, Wai, Tyagi, Kroeger, Sommerfeld, & Petzold, 2010) 2) การคมนาคมที่สะดวกรวดเร็วและสบายมากขึ้นทำให้การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสเดงกีที่มีพาหะเป็นยุงลายเกิดขึ้นได้ง่าย (Endy, Chunsuttiwat, Nisalak, Libraty, Green, Rothman, Vaughn, & Ennis, 2002; Huber, Loan, Chantha, & Failloux, 2004; Mahabir, Severson, & Chadee, 2012) 3) การเติบโตด้านการท่องเที่ยวทำให้นักท่องเที่ยวที่เดินทางไปยังประเทศที่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกเกิดการติดเชื้อไวรัสเดงกี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศในแถบมหาสมุทรแปซิฟิก (Jelinek, 2000; Lindbäck, Lindbäck, Tegnell, Janzon, Vene, & Ekdahl, 2003; Wilder-Smith, & Schwartz, 2005; Wilder-Smith, & Gubler, 2008; Reilly, & Kuehne, 2013) และมีรายงานว่านักท่องเที่ยวจากทวีปยุโรปติดเชื้อไวรัสเดงกีจากการมาเที่ยวในประเทศแถบเอเชีย (Cobelens, Groen, Osterhaus, Leentvaar - Kuipers, Wertheim - van Dillen, & Kager, 2002; Pongsumpun, Patanarapelert, Sriprom, Varamit, & Tang, 2004) 4) การเกิดภาวะโลกร้อนก็มีส่วนช่วยทำให้การกระจายของยุงลายที่ติดเชื้อไวรัสเดงกีเพิ่มขึ้นในหลายพื้นที่ในโลก (Martens, Jetten, & Focks, 1997; Epstein, 2000; Campbell-Lendrum, & Reithinger, 2002; Hales, de Wet, Maindonald, & Woodward, 2002; Khasnis, & Nettleman, 2005; Patz, Campbell-Lendrum, Holloway, & Foley, 2005; Beebe, Cooper, Mottram, & Sweeney, 2009; Barclay, 2008)

โรคไข้เลือดออกจัดเป็นปัญหาสำคัญสำหรับงานด้านสาธารณสุขและการแพทย์ของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทย เนื่องจากมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี บางกรณีถึงขั้นเสียชีวิตหากไม่ได้รับการวินิจฉัยและดูแลอย่างใกล้ชิดจากแพทย์ การระบาดของโรคไข้เลือดออกเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปีพ.ศ. 2322 ในแถบเอเชีย แอฟริกา และอเมริกาเหนือ (สำนักงานระบาดวิทยา, 2556ก) ต่อมาเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกครั้งใหญ่ที่ประเทศ

ฟิลิปปินส์ในปีพ.ศ. 2497 สำหรับประเทศไทยเริ่มพบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่ปีพ.ศ. 2492 และพบการระบาดครั้งแรกที่กรุงเทพมหานครเมื่อปีพ.ศ. 2501 ในครั้งนั้นมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 2,158 ราย คิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 8.8 ต่อประชากรแสนคน มีอัตราป่วยตายร้อยละ 13.90 (สุจิตรา นิมมานนิตย์, 2551) หลังจากนั้นสถานการณ์โรคไข้เลือดออกก็มีแนวโน้มที่สูงขึ้นและมีการระบาดเพิ่มมากขึ้น แต่อัตราผู้ป่วยที่เสียชีวิตจากโรคไข้เลือดออกลดลงอย่างชัดเจน

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลงและสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุขมีหน้าที่ติดตามเฝ้าระวังโรคไข้เลือดออก ปัจจุบันแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 99,452 ราย คิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 154.75 ต่อประชากรแสนคน จำนวนผู้ป่วยเสียชีวิต 94 ราย คิดเป็นอัตราตายเท่ากับ 0.15 ต่อประชากรแสนคน ถ้าเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกย้อนหลังไป 5 ปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2552 – 2556 ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม จะเห็นว่าแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดดังภาพที่ 2 (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, 2556; สำนักงานระบาดวิทยา, 2556ข)



ภาพที่ 2 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 ถึงปีพ.ศ. 2556

สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขคาดการณ์ว่าในปีพ.ศ. 2556 อาจมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงถึง 100,000 – 120,000 ราย ส่วนจำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิตจากโรคไข้เลือดออกอาจสูงถึง 100 – 120 ราย ถ้าไม่มีการณรงค์ป้องกันควบคุมการระบาดของโรครอย่างเข้มงวด กระทรวงสาธารณสุขจึงดำเนินการวางแผนและมาตรการป้องกันเพื่อควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก ตลอดจนการติดตามประเมินผลการดำเนินงานทุกสัปดาห์ เพื่อลดจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกให้เหลือน้อยที่สุดและป้องกันการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกให้ได้มากที่สุด โดยให้

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอาสาสมัครสาธารณสุขรณรงค์ให้ประชาชนและทุกภาคส่วนกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายในบ้านและชุมชนเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกและให้กรมการแพทย์จัดอบรม กุมารแพทย์ อายุรแพทย์ รวมถึงพยาบาลทั่วประเทศให้สามารถดูแลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกได้อย่างถูกต้อง

งานวิจัยที่ศึกษาการระบาดของโรคไข้เลือดออกทั่วโลกมีเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น Rodriguez-Figueroa, Rigau-Perez, Suarez, and Reiter (1995) ศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการติดเชื้อไวรัสเดงกีเมื่อเกิดการระบาดที่ประเทศเปอร์โตริโก Rigau-Perez et al. (1999) ศึกษาการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศเปอร์โตริโกโดยใช้แผนภูมิแห่ง Seet, Ooi, Wong, and Paton (2005) ศึกษาการระบาดไวรัสเดงกีของคณงานชาวจีนที่อพยพมาอยู่ประเทศสิงคโปร์โดยแยกตามลักษณะของอาการ Khan, Siddiqui, Shakoor, Mehraj, Jamil, and Hasan (2007) ศึกษาการระบาดของโรคไข้เลือดออกของประเทศปากีสถาน Luz, Mendes, Codeço, Struchiner, and Galvani (2008) ใช้วิธีการบอซ-เจนกินส์ในการหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อคาดการณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกของเมืองรีโอเดอจาเนโรในประเทศบราซิลในปีเดียวกันตั้งแต่ปีค.ศ. 1997-2004 Choudhury, Banu, and Islam (2008) สร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DF) รายเดือนของเมืองธากาในประเทศบังกลาเทศ สำหรับตัวแบบพยากรณ์ที่เลือกใช้คือ ตัวแบบฤดูกาล ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) จากข้อมูลรายเดือนที่เก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคมปีค.ศ. 2000 ถึงตุลาคมปีค.ศ. 2007 และตรวจสอบตัวแบบดังกล่าวโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายนปีค.ศ. 2006 ถึงตุลาคมปีค.ศ. 2007 Kuan, Lin, Chuang, and Wu (2010) ศึกษาแนวโน้มและผลกระทบต่อการค้ากรองผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่สนามบินประเทศไต้หวัน Rovida, Percivalle, Campanini, Piralla, Novati, Muscatello, and Baldanti (2011) ศึกษาการติดเชื้อไวรัสเดงกีในนักท่องเที่ยวเมื่อเกิดการระบาดทางตอนเหนือของประเทศอิตาลี Martinez, Silva, and Fabbro (2011) พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกของเมืองเซาเปาโลในประเทศบราซิลด้วยตัวแบบ ARIMA โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายเดือนตั้งแต่ปีค.ศ. 1889 ถึงปีค.ศ. 2008 จากนั้นทำการตรวจสอบตัวแบบโดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมปีค.ศ. 1998 ถึงปีค.ศ. 2008 Bhatnagar, Lal, Gupta, and Gupta (2012) พัฒนาตัวแบบที่ใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DF และ DHF) รายเดือนสำหรับปีค.ศ. 2011 ด้วยตัวแบบ ARIMA โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของรัฐราชสถาน (Rajasthan) ตั้งอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของสาธารณรัฐอินเดียตั้งแต่เดือนมกราคมปีค.ศ. 2001 ถึงเดือนธันวาคมปีค.ศ. 2010 Earnest, Tan, Wilder-Smith, and Machin (2012) ทำการเปรียบเทียบตัวแบบทางสถิติที่สามารถใช้ในการเฝ้าระวังและการพยากรณ์โรคติดเชื้อระหว่างตัวแบบ ARIMA กับตัวแบบ K-H โดยใช้ค่าคลาดเคลื่อนเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เปรียบเทียบระหว่างสองตัวแบบ ส่วนข้อมูลที่น่าสนใจในการวิเคราะห์จากการแจ้งเตือน DF ในประเทศสิงคโปร์ตั้งแต่เดือนมกราคมปีค.ศ. 2001 ถึงเดือนธันวาคมปีค.ศ. 2006 และทำการตรวจสอบตัวแบบด้วยข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมปีค.ศ. 2007 จนถึงเดือนมิถุนายนปีค.ศ. 2008 Chen, and Chang (2013) ทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยใช้อัลกอริทึม Entropy และการจำรูปแบบ เป็นต้น

งานวิจัยที่ศึกษาการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยก็มีเป็นจำนวนมากเช่นกัน อาทิเช่น Sangkawibha, Rojanasuphot, Ahandrik, Viriyapongse, Jatanasen, Salitul, Phanthumachinda, and Halstead (1984) ศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเกิดอาการช็อกหรือ DSS เมื่อเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในปีพ.ศ. 2523 Barbazan, Yoksan, and Gonzalez (2002) ศึกษาการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยพร้อมทั้งทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออก Promprou, Jaroensutasinee, and Jaroensutasinee (2006) พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในภาคใต้ของประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบ ARIMA Silawan, Singhasivanon, Kaewkungwal, Nimmanitya, and Suwonkerd (2008) ใช้ตัวแบบ ARIMA ในการพยากรณ์การติดเชื้อไข้เลือดออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย Sriprom, Chalvet-Monfray, Chaimane, Vongsawat, and Bicout (2010) ศึกษาความเสี่ยงของการเกิดโรคไข้เลือดออกรายเดือนของจังหวัดสกลนคร Ditsuwan, Liabsuetrakul, Chongsuvivatwong, Thammapalo, and McNeil (2011) ศึกษารูปแบบการระบาดการติดเชื้อไวรัสแดงกึ่งและเชื้อไวรัสชิคุนกุนยาแถบจังหวัดตอนล่างของภาคใต้ในประเทศไทยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Sriwattanapongse, and Khanabsakdi (2011) สร้างตัวแบบและพยากรณ์โรคมลาเรียและโรคไข้เลือดออกและความชุกของโรคทางภาคเหนือของประเทศไทย Suwanbamrung (2012) ศึกษาการรับมือกับโรคไข้เลือดออกของโรงเรียนศาสนาอิสลามในจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย Wongkoon, Jaroensutasinee, and Jaroensutasinee (2012) สร้างตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกรายเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย สำหรับตัวแบบพยากรณ์ที่ใช้คือ ตัวแบบ ARIMA(3,1,4) โดยมีค่า AIC (Akaike Information Criterion) เท่ากับ 14.06 และค่า MAPE เท่ากับ 7.000 เป็นต้น

เครื่องมือชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาประยุกต์กับงานด้านสาธารณสุข คือ แผนภูมิควบคุม (Control Chart) โดยปกติแผนภูมิควบคุมถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมกระบวนการผลิตด้านอุตสาหกรรม (Shewhart, 1931) ต่อมาถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงงานด้านสาธารณสุขให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น Gustafson (2000) ใช้แผนภูมิควบคุมศึกษาการติดเชื้อจากการผ่าตัดในโรงพยาบาล Benneyan (2001) ใช้แผนภูมิควบคุมศึกษาอัตราการติดเชื้อของคนไข้จากการผ่าตัดหัวใจ Hanslik, Boelle, and Flahault (2001) ใช้แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือทางระบาดวิทยาเพื่อตรวจสอบงานด้านสาธารณสุข Benneyan, Lloyd, and Plsek (2003) ใช้แผนภูมิควบคุมปรับปรุงระยะเวลาที่ใช้ดำเนินการของห้องปฏิบัติการ (Laboratory Turn Around Time: TAT) Fasting, and Gisvold (2003) ใช้แผนภูมิควบคุมวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการดมยา Mertens, Higby, Brown, Parisi, Fitzgerald, Benjamin, and Lindenauer (2003) ใช้แผนภูมิควบคุมปรับปรุงการดูแลคนไข้ที่ได้รับการรักษาด้วยเคมีบำบัดแล้วเกิดอาการคลื่นไส้และอาเจียน Wall, Ely, Elasy, Dittus, Foss, Wilerson, and Speroff (2005) ใช้แผนภูมิควบคุมลดภาวะติดเชื้อที่เกิดจากการใส่สายสวนในระยะเวลาของคนไข้ในแผนกดูแลผู้ป่วยหนักหรือไอซียู Guthrie, Love, Fahey, Morris, and Sullivan (2005) ใช้แผนภูมิควบคุมตรวจสอบสัดส่วนของเด็กชาวสก็อตแลนด์ที่ได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันบาดทะยักในช่วงอายุขวบแรก Seim, Andersen, and Sandberg (2006) ใช้แผนภูมิควบคุมตรวจสอบระยะเวลาที่ใช้ในห้องผ่าตัด Grant, and Kim (2007)

ใช้แผนภูมิควบคุมควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล 150 เตียง Coory, Duckett, and Baker (2008) ใช้แผนภูมิควบคุมในการตรวจสอบคุณภาพการรักษาของโรงพยาบาล Harbarth, Fankhauser, Schrenzel, Christenson, Gervaz, Clerc, Renzi, Vernaz, Sax, and Pittet (2008) ใช้แผนภูมิควบคุมตรวจสอบการติดเชื้อสแตฟฟีโลคอคคัสออเรียสที่ดื้อยาเมธิซิลินและการติดเชื้อในโรงพยาบาลของคนไข้ที่ได้รับการผ่าตัด Mohammed, Worthington, and Woodall (2008) ใช้แผนภูมิควบคุมตรวจสอบความดันเลือดช่วงบน (Systolic Blood Pressure) ของคนไข้เพื่อตรวจสอบหาความผิดปกติ Wheeler, Giaccone, Hutchinson, Haygood, Demmel, Tritto, Margolis, and Provost (2012) ใช้แผนภูมิควบคุมตรวจสอบการเพิ่มขึ้นที่ผิดปกติของอัตราการติดเชื้อในกระแสเลือดจากการใส่สายสวนหลอดเลือดในเด็ก เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคไข้เลือดออกทั้งต่างประเทศและในประเทศดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการระบาดของโรคไข้เลือดออกและการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแต่งงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบการระบาดของโรครังมีเป็นจำนวนน้อย ผู้วิจัยสนใจพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกเพื่อเตรียมวางแผนและวางมาตรการป้องกันล่วงหน้าเมื่อตรวจแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกมากเกินกว่าปกติ จึงได้นำแนวคิดของการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC) โดยใช้แผนภูมิควบคุมร่วมกับแนวคิดของเทคนิคการพยากรณ์ (Forecasting Techniques) เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกทำให้การวางแผนป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเมื่อตรวจสอบได้ก่อนว่าจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกเมื่อใด สำหรับแผนภูมิควบคุมที่ผู้วิจัยสนใจศึกษานั้นเป็นการปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey (Tukey's Control Chart: TCC) เนื่องจากแผนภูมิควบคุม Tukey ไม่มีข้อสมมุติ (Assumption) เกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูลทำให้เกิดความง่ายต่อการใช้งานอีกทั้งสามารถคำนวณได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนกับแผนภูมิควบคุมอื่น ๆ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey ให้มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้น
2. เพื่อตรวจสอบสมรรถนะแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม ดังนี้
 - 2.1 ภายใต้การจำลองข้อมูล 2 สถานการณ์ ได้แก่ การแจกแจงของคุณลักษณะเชิงคุณภาพจำนวน 15 ลักษณะ และขนาดตัวอย่าง 6 กลุ่ม รวม 90 เงื่อนไข
 - 2.2 ภายใต้ข้อมูลจริง ได้แก่ จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 รวม 4 เงื่อนไข
3. เพื่อตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยใช้แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

สมมุติฐานของการวิจัย

1. แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้น
 2. แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม Tukey
- 2.1 ภายใต้การจำลองข้อมูล 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 การแจกแจงของคุณลักษณะเชิงคุณภาพจำนวน 15 ลักษณะ ประกอบด้วยการแจกแจงสมมาตร 7 ลักษณะ และการแจกแจงไม่สมมาตร 8 ลักษณะ ได้แก่

เงื่อนไข 1.1 การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim N(0, 1)$

เงื่อนไข 1.2 การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim t_{(4)}$

เงื่อนไข 1.3 การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim t_{(10)}$

เงื่อนไข 1.4 การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim t_{(20)}$

เงื่อนไข 1.5 การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim t_{(30)}$

เงื่อนไข 1.6 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \text{Logis}(0, 1)$

เงื่อนไข 1.7 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \text{Lap}(0, 1)$

เงื่อนไข 1.8 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \text{Gam}(1, 1)$

เงื่อนไข 1.9 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \text{Gam}(2, 1)$

เงื่อนไข 1.10 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \text{Gam}(3, 1)$

- เงื่อนไข 1.11 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปทรงเท่ากับ 4 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \text{Gam}(4, 1)$
- เงื่อนไข 1.12 การแจกแจงโคก่าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \chi^2_{(1)}$
- เงื่อนไข 1.13 การแจกแจงโคก่าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \chi^2_{(2)}$
- เงื่อนไข 1.14 การแจกแจงโคก่าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \chi^2_{(3)}$
- เงื่อนไข 1.15 การแจกแจงโคก่าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim \chi^2_{(4)}$

2.2 ภายใต้ข้อมูลจริง จำนวน 4 เงื่อนไข ดังนี้

- เงื่อนไข 2.1 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกออกในจังหวัดชลบุรี
- เงื่อนไข 2.2 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกออกในจังหวัดจันทบุรี
- เงื่อนไข 2.3 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกออกในจังหวัดระยอง
- เงื่อนไข 2.4 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกออกในจังหวัดตราด

สถานการณ์ที่ 2 ขนาดตัวอย่าง 6 กลุ่ม ได้แก่

- เงื่อนไขที่ 3.1 จำนวน 10 ตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $n = 10$
- เงื่อนไขที่ 3.2 จำนวน 20 ตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $n = 20$
- เงื่อนไขที่ 3.3 จำนวน 30 ตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $n = 30$
- เงื่อนไขที่ 3.4 จำนวน 100 ตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $n = 100$
- เงื่อนไขที่ 3.5 จำนวน 1,000 ตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $n = 1,000$
- เงื่อนไขที่ 3.6 จำนวน 10,000 ตัวอย่าง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $n = 10,000$

3. แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้สามารถตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 ได้เมื่อใช้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และและกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

แผนภูมิควบคุมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันได้รับการนำเสนอโดย Walter Andrew Shewhart ในปีค.ศ. 1924 (Montgomery, 2005, pp. 9) ขณะนั้น Walter A. Shewhart ทำงานในตำแหน่งวิศวกรห้องปฏิบัติการของบริษัท Bell Telephone (ต่อมากลายเป็นบริษัท AT&T) และได้คิดค้นเครื่องมือเชิงรูปภาพที่เรียกว่า “แผนภูมิควบคุม (Control Chart)” ซึ่งใช้สำหรับตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต โดยมีแนวคิดพื้นฐานของแผนภูมิควบคุมอยู่ในขอบเขตของขีดจำกัดควบคุม (Control Limit) ซึ่งประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit: UCL)

เส้นกลาง (Center Line: CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit: LCL) ดังนี้

$$CL = \theta_w$$

$$LCL = \theta_w - (k \times \sigma_w)$$

เมื่อ w แทน สถิติของตัวอย่าง

θ_w แทน ค่าที่ยอมรับได้ของกระบวนการจากตัวอย่าง

σ_w แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

k แทน พารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม

จากแนวคิดดังกล่าวทำให้เกิดแผนภูมิควบคุมต่าง ๆ มากมาย อาทิเช่น แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (\bar{X} Control Chart) แผนภูมิควบคุมพิสัย (Range Control Chart) หรือแผนภูมิควบคุม R (R Control Chart) แผนภูมิควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง (Standard Deviation Control Chart) หรือแผนภูมิควบคุม S (S Control Chart) แผนภูมิควบคุมค่าความแปรปรวนตัวอย่าง (Variance Control Chart) หรือแผนภูมิควบคุม S^2 (S^2 Control Chart) แผนภูมิควบคุม EWMA (Exponentially Weighted Moving Average Control Charts) แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (Cumulative Sum Control Chart) หรือแผนภูมิควบคุม CUSUM (CUSUM Control Chart) แผนภูมิควบคุมพิสัยเคลื่อนที่เชิงเดียว (XmR Control Chart) แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Control Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np Control Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c Control Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยในการตรวจสอบ (u Control Chart) แผนภูมิควบคุมเรขาคณิต (g Control Chart) เป็นต้น ต่อมาในปี Tukey (1970) นำเสนอแผนภูมิควบคุมโดยนำแผนภาพกล่อง (Box Plot) มาใช้สร้างแผนภูมิควบคุมโดยมีขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกลาง และขีดจำกัดควบคุมล่างดังสมการที่ 1 สมการที่ 2 และสมการที่ 3 ตามลำดับ และเรียกแผนภูมิควบคุมนี้ว่า “แผนภูมิควบคุม Tukey (Tukey’s Control Chart: TCC)” หรือ “แผนภูมิควบคุม TCC”

$$UCL = F^{-1}(3/4) + (k \times IQR) \quad (1)$$

$$CL = F^{-1}(1/2) \quad (2)$$

$$LCL = F^{-1}(1/4) - (k \times IQR) \quad (3)$$

เมื่อ $F^{-1}(1/4)$ แทน ควอร์ไทล์ที่ 1 (The First Quartile) ของ $F(x)$

$F^{-1}(1/2)$ แทน ควอร์ไทล์ที่ 2 (The Second Quartile) ของ $F(x)$

$F^{-1}(3/4)$ แทน ควอร์ไทล์ที่ 3 (The Third Quartile) ของ $F(x)$

IQR แทน พิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (Interquartile Range: IQR)

k แทน พารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม

ข้อดีของแผนภูมิควบคุม *TCC* คือ 1) คุณลักษณะเชิงคุณภาพไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงปรกติจึงทำให้ใช้งานได้ง่าย 2) สามารถใช้ได้กับข้อมูลค่าสังเกตเดี่ยว (Individual Observation) ที่มีขนาดเล็ก 3) มีการคำนวณได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนกับแผนภูมิควบคุมอื่น เนื่องจากไม่ใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในการสร้างแผนภูมิควบคุมแต่ใช้เพียงค่าควอร์ไทล์ที่ 1 ค่าควอร์ไทล์ที่ 3 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์เท่านั้น และ 4) มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (Outliers) ถึงแม้ว่าตัวประมาณค่าบอกสเกลที่ใช้ในแผนภูมิควบคุม Tukey คือ พิสัยระหว่างควอร์ไทล์จะเป็นตัวประมาณค่าที่มีความแกร่ง แต่ก็ยังมีตัวประมาณค่าที่มีความแกร่งกว่า ผู้วิจัยจึงสนใจปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey ให้มีความแกร่งมากยิ่งขึ้นโดยจะใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งมากกว่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์นั่นคือ ค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน (Median of Absolute Deviation to the Median: *MADM*)

Hampel (1974) เป็นผู้นำเสนอตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* และแสดงให้เห็นว่า *MADM* เป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีขอบเขตแคบที่สุด (Sharpest Bound Estimator) เมื่อเทียบกับตัวประมาณค่าบอกสเกลอื่น ๆ ต่อมา Huber (1981, p. 107) ให้ข้อสรุปว่า *MADM* เป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกลอื่น ๆ

ดังนั้นกรอบแนวคิดของการปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey คือ การนำตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* มาใช้แทนตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* ในการหาขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างดังสมการที่ 1 และสมการที่ 3 ตามลำดับ โดยจะเรียกแผนภูมิควบคุมนี้ว่า “แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ (Adjusted Tukey’s Control Chart: *ATCC*)” หรือ “แผนภูมิควบคุม *ATCC* (*ATCC* Control Chart)” ดังสมการที่ 4 สมการที่ 5 และสมการที่ 6 ตามลำดับ

$$UCL = F^{-1}(3/4) + (k \times MADM) \quad (4)$$

$$CL = F^{-1}(1/2) \quad (5)$$

$$LCL = F^{-1}(1/4) - (k \times MADM) \quad (6)$$

จากนั้นทำการตรวจสอบสมรรถนะแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ภายใต้การจำลอง 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข เมื่อพัฒนาแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว แผนภูมิควบคุมดังกล่าวจึงพร้อมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบกระบวนการว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมหรือไม่ ซึ่งแผนภูมิควบคุมจะส่งสัญญาณเตือน (Signal) หากกระบวนการออกนอกการควบคุมหรือกระบวนการมีความผิดปกติเกิดขึ้นตามกฎการแปลความหมาย 7 ข้อ (7 Interpretation Rules) (Western, 1956) เมื่อนำแผนภูมิควบคุมมาประยุกต์กับการวางแผนควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออก แผนภูมิควบคุมจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำหรับเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออก แผนภูมิควบคุมจึงเป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้สำหรับเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออกเท่านั้น แต่ไม่สามารถทำนายได้ว่าโรคไข้เลือดออกจะเกิดการระบาดขึ้นเมื่อใดในอนาคต เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมนั้นเป็นข้อมูลตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน จากข้อจำกัดนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการใช้แผนภูมิควบคุมให้สามารถทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่เกิดขึ้นในอนาคต

ได้ ซึ่งต้องอาศัยค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเข้ามาช่วย จากการทบทวนงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ตัวแบบที่นิยมใช้สำหรับการพยากรณ์คือ ตัวแบบ ARIMA เมื่อนำจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันรวมกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่ได้จากตัวแบบ ARIMA มาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ นอกจากจะทำให้แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้สามารถทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้แล้ว ยังช่วยในการวางแผนควบคุมป้องกันไม่ให้เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งกรอบแนวคิดในการวิจัยทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ (ATCC) ที่มีสมรรถนะสำหรับการตรวจสอบกระบวนการดีกว่าแผนภูมิควบคุม Tukey (TCC) เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม
2. ได้ทราบว่าแผนภูมิควบคุม ATCC ปรับแก้มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC ภายใต้การจำลองสถานการณ์ต่อไปนี้
 - 2.1 การแจกแจงของคุณลักษณะเชิงคุณภาพจำนวน 15 ลักษณะ ได้แก่ การแจกแจงสมมาตร 7 ลักษณะ และการแจกแจงไม่สมมาตร 8 ลักษณะ
 - 2.2 ขนาดตัวอย่าง 6 กลุ่ม ได้แก่ขนาดตัวอย่างเป็น 10, 20, 30, 100, 1,000 และ 10,000 ตัวอย่าง
3. ได้เครื่องมือสำหรับตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้และทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA
4. หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการเฝ้าระวังโรคไข้เลือดออกสามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้ในการวางแผนควบคุมการป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกให้มีประสิทธิภาพดีมากยิ่งขึ้น อาทิเช่น สำนักโรคติดต่อ สำนักโรคติดต่อหน้าโดยแมลง เป็นต้น
5. สามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไปประยุกต์กับการตรวจสอบการระบาดของโรคอื่นที่มีลักษณะการระบาดตามฤดูกาลคล้ายกับโรคไข้เลือดออก อาทิเช่น โรคไข้หวัดใหญ่ เป็นต้น

ขอบเขตของการวิจัย

การปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey ในที่นี้ อยู่ในขอบเขตดังนี้

1. ศึกษาเฉพาะขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยเท่ากับหนึ่ง หรือขนาดของกลุ่มตัวอย่างเดียว (Individual subgroup size)
2. ศึกษาเฉพาะจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม (Average Run Length: ARL) เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมหรือ ARL_0
3. ศึกษาการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยการทดลองซ้ำจำนวน 300,000 ครั้ง
4. ศึกษาภายใต้การจำลองข้อมูล 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข (15 x 6) ดังนี้

4.1 การแจกแจงของคุณลักษณะเชิงคุณภาพจำนวน 15 ลักษณะ ดังนี้

4.1.1 การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim N(0, 1)$

4.1.2 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim t_{(4)}$

4.1.3 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 หรือ $X \sim t_{(10)}$

4.1.4 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 หรือ $X \sim t_{(20)}$

4.1.5 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 หรือ $X \sim t_{(30)}$

4.1.6 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Logis}(0, 1)$

4.1.7 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Lap}(0, 1)$

4.1.8 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(1, 1)$

4.1.9 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(2, 1)$

4.1.10 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(3, 1)$

4.1.11 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(4, 1)$

4.1.12 การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \chi^2_{(1)}$

4.1.13 การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 หรือ $X \sim \chi^2_{(2)}$

4.1.14 การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 หรือ $X \sim \chi^2_{(3)}$

4.1.15 การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim \chi^2_{(4)}$

4.2 ขนาดตัวอย่าง 6 กลุ่ม ดังนี้

4.2.1 จำนวน 10 ตัวอย่าง หรือ $n = 10$

4.2.2 จำนวน 20 ตัวอย่าง หรือ $n = 20$

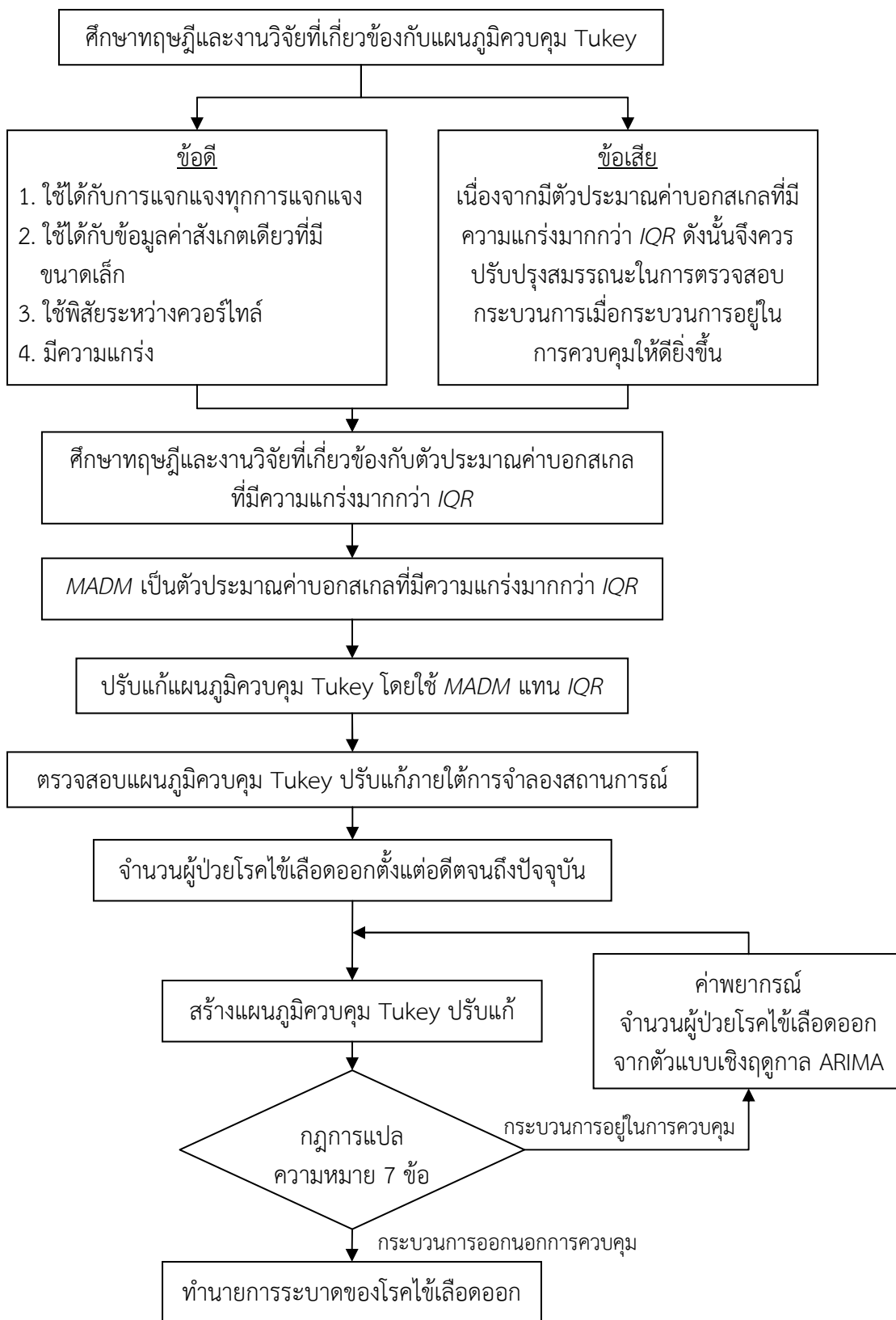
4.2.3 จำนวน 30 ตัวอย่าง หรือ $n = 30$

4.3.4 จำนวน 100 ตัวอย่าง หรือ $n = 100$

4.3.5 จำนวน 1,000 ตัวอย่าง หรือ $n = 1,000$

4.3.6 จำนวน 10,000 ตัวอย่าง หรือ $n = 10,000$

5. ศึกษาตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA โดยจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลหุติยภูมิได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักระบาดวิทยา กองควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

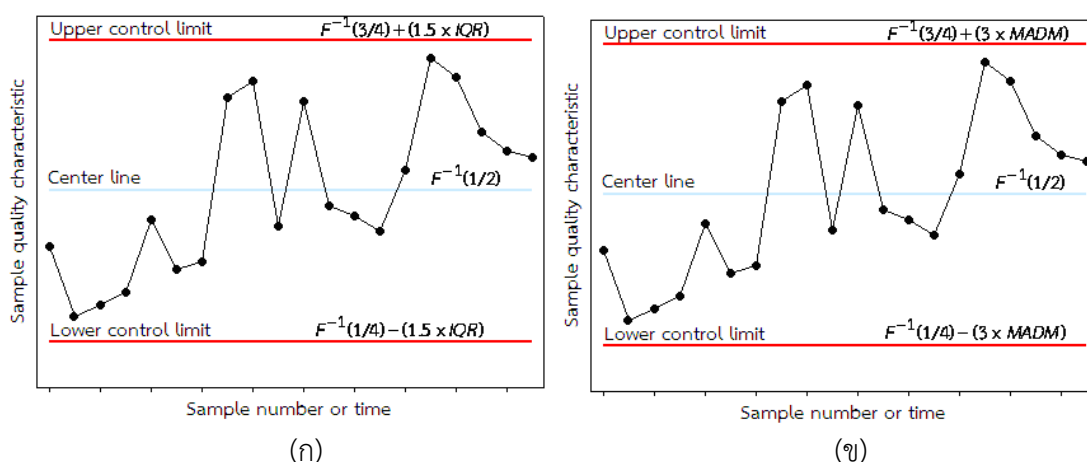


ภาพที่ 3 กรอบแนวทางการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

คุณลักษณะเชิงคุณภาพ หมายถึง ค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพ ประกอบด้วย 2 ประเภท ได้แก่ ตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variables) เช่น ความยาว ความสูง ความหนา ความกว้าง เป็นต้น และตัวแปรเชิงคุณภาพ (Quality Variables) เช่น มีรอยตำหนิหรือไม่มีรอยตำหนิ สวยหรือไม่สวย ดีหรือไม่ดี เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้คุณลักษณะเชิงคุณภาพที่ต้องการควบคุมคือ จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก หมายถึง จำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสเดงกีที่มีอาการไข้เดงกี (DF) มีอาการไข้เลือดออก (DHF) และมีอาการช็อก (DSS)



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของแผนภูมิควบคุม (ก) แผนภูมิควบคุม TCC (ข) แผนภูมิควบคุม ATCC

แผนภูมิควบคุม Tukey หรือแผนภูมิควบคุม TCC หมายถึง แผนภูมิควบคุมที่มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ เนื่องจากใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่ง (Robust Scale Estimator) ดังภาพที่ 4(ก) แผนภูมิควบคุม TCC ประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบนคือ $F^{-1}(3/4) + (1.5 \times IQR)$ และขีดจำกัดควบคุมล่างคือ

$F^{-1}(1/4) - (1.5 \times IQR)$ สำหรับเส้นกลางหาได้จากค่าควอร์ไทล์ที่ 2 คือ $F^{-1}(1/2)$

แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้หรือแผนภูมิควบคุม ATCC หมายถึง แผนภูมิควบคุมที่ปรับแก้จากแผนภูมิควบคุม Tukey เพื่อให้มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้น โดยใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR แผนภูมิควบคุม ATCC ประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบนคือ

$F^{-1}(3/4) + (3 \times MADM)$ และขีดจำกัดควบคุมล่างคือ $F^{-1}(1/4) - (3 \times MADM)$ สำหรับเส้นกลางหาได้จากค่าควอร์ไทล์ที่ 2 คือ $F^{-1}(1/2)$ ดังภาพ 4(ข)

ขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ หมายถึง กระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเฉลี่ยเดิมของกระบวนการโดยอาจมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง วัดขนาดการเปลี่ยนแปลงในเทอมของพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลาง (Noncentrality) และเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “ δ ” คำนวณได้จากสมการ $\delta = (\mu_1 - \mu_0) / \sigma$ เมื่อ μ_0 แทนค่าเฉลี่ยเดิมของกระบวนการ μ_1 แทนค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปของกระบวนการ และ σ แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ

Montgomery (2005, pp. 237) นิยามพารามิเตอร์ไม่ศูนย์กลางไว้ว่า 1) ถ้า $\delta = 0$ หมายความว่า กระบวนการอยู่ในการควบคุม 2) ถ้า $\delta = 1$ หมายความว่า กระบวนการออกนอกการควบคุม โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นขนาดเล็ก 3) ถ้า $\delta = 2$ หมายความว่า กระบวนการออกนอกการควบคุม โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นขนาดปานกลาง และ 4) ถ้า $\delta = 3$ หมายความว่า กระบวนการออกนอกการควบคุม โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นขนาดใหญ่

จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม หรือค่า ARL (Average Run Length) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดตัวอย่างที่พล็อตระหว่างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิการควบคุมก่อนที่จะมีจุดใดจุดหนึ่งออกนอกขีดจำกัดควบคุม ถ้าค่าสังเกตของจุดตัวอย่างที่นำมาพล็อตไม่มีความสัมพันธ์กันแล้วจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมของแผนภูมิควบคุมใด ๆ โดยที่ ARL คำนวณได้จาก $ARL = 1/p$ เมื่อ p แทนความน่าจะเป็นที่จุดใดจุดหนึ่งจะออกนอกขีดจำกัดควบคุม

จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุม หรือค่า ARL_0 (Average Run Length When the Process is in Control) หมายถึง ค่าที่ใช้วัดสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุม โดยที่ ARL_0 คำนวณได้จาก $ARL_0 = 1/\alpha$ เมื่อ α แทนความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตของจุดตัวอย่างตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมจะมีค่าเท่ากับ ความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I Error) ถ้ากระบวนการอยู่ในการควบคุมแล้วแผนภูมิควบคุมจะมีสมรรถนะที่ดีเมื่อ ARL_0 มีค่ามากแสดงว่าเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 น้อย สำหรับแผนภูมิควบคุม Tukey เมื่อกำหนดสัมประสิทธิ์ของขีดจำกัดควบคุมให้มีค่าเท่ากับ 1.5 จะทำให้ครอบคลุมพื้นที่ 99.3% ของประชากรทั้งหมด (Frigge, Hoaglin, & Iglewicz, 1989; Wheeler, 2004; Torng, Liao, Lee, & Wu, 2009; Ryan, 2011) ทำให้ ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม Tukey มีค่าเท่ากับ 143.34 และสำหรับแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้เมื่อกำหนดสัมประสิทธิ์ของขีดจำกัดควบคุมให้มีค่าเท่ากับ 3 ทำให้ ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม Tukey มีค่าเท่ากับ 143.34

ตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอินทิเกรทของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีการแปรผันตามฤดูกาล (Autoregressive Integrated Moving Average Model with Seasonal) หรือตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA หมายถึง ตัวแบบที่ใช้พยากรณ์ข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลาที่มีการแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal Variation) โดยจะพิจารณาจากลักษณะของอัตตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) และอัตตสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) สำหรับงานวิจัยนี้ นำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรค

ใช้เลือดออกมาสร้างตัวแบบ เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะการเกิดข้อมูลเป็นฤดูกาล (Seasonal) จึงมีความเหมาะสมมากกว่าที่จะใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA แทนตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอินทิเกรทของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ไม่มีฤดูกาลหรือตัวแบบ ARIMA

การตรวจสอบการระบาด หมายถึง การตรวจสอบแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนผู้ป่วยในเขตพื้นที่เดียวกันมากกว่าปกติเมื่อเทียบกับระยะเวลาเดียวกันในปีก่อนหน้านี้ หรือการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนผู้ป่วยตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไปในระยะเวลาอันสั้นหลังจากอยู่ในเขตพื้นที่เดียวกัน หรือการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนผู้ป่วยเพียงรายเดียวแต่ป่วยเป็นโรคที่ไม่เคยพบมาก่อน สำหรับการพิจารณาว่ามีจำนวนผู้ป่วยมากกว่าปกติหรือไม่ โดยทั่วไปพิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าสถิติของจำนวนผู้ป่วยในเขตพื้นที่เดียวกันในช่วงระยะเวลาเดียวกันย้อนหลังไปประมาณ 3 ถึง 5 ปี สำหรับค่าสถิติที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตบวกสองเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยนี้ ค่าสถิติที่นำมาใช้เปรียบเทียบคือ ซีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC โดยซีดจำกัดควบคุมจะทำหน้าที่ตรวจสอบว่าเกิดการระบาดหรือไม่ ถ้าจำนวนผู้ป่วยอยู่ภายใต้ซีดจำกัดควบคุมจะตรวจสอบได้ว่า “ไม่เกิดการระบาด” แต่ถ้าจำนวนผู้ป่วยอยู่นอกซีดจำกัดควบคุมจะตรวจสอบได้ว่า “เกิดการระบาด” เมื่อนำแผนภูมิควบคุม ATCC ใช้ร่วมกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่ได้จากตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA จะสามารถบอกได้ว่าจะเกิดการระบาดเมื่อใดในอนาคต

กฎที่ใช้ในการแปลความหมาย หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้สำหรับตรวจสอบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเมื่อกระบวนการออกนอกการควบคุมหรือกระบวนการมีความผิดปกติเกิดขึ้น (Western, 1956) จากการทบทวนงานวิจัยพบว่า กฎที่ใช้ในการแปลความหมายที่ใช้ในงานวิจัยส่วนใหญ่คือ กฎที่ใช้ในการแปลความหมาย 7 ข้อ (Champ & Woodall, 1987; Nelson, 1984; Wheeler, 1983; Champ & Woodall, 1990; Davis & Woodall, 1988) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้กฎที่ใช้ในการแปลความหมาย 7 ข้อ ได้แก่ กฎข้อที่ 1) มีจุดตัวอย่างใด ๆ ตกนอก $\mu - 3\sigma$ หรือ $\mu + 3\sigma$ กฎข้อที่ 2) มี 2 ใน 3 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu - 2\sigma$ กับ $\mu - 3\sigma$ หรือระหว่าง $\mu + 2\sigma$ กับ $\mu + 3\sigma$ กฎข้อที่ 3) มี 4 ใน 5 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu - 3\sigma$ หรือระหว่าง $\mu + 1\sigma$ กับ $\mu + 3\sigma$ กฎข้อที่ 4) มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ระหว่าง μ กับ $\mu - 3\sigma$ หรือระหว่าง μ กับ $\mu + 3\sigma$ กฎข้อที่ 5) มี 15 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu + 1\sigma$ กฎข้อที่ 6) มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่เหนือหรือใต้เส้นกลาง โดยไม่มีจุดตัวอย่างใดเลยตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu + 1\sigma$ และกฎข้อที่ 7) มี 7 จุดตัวอย่างติดกันต่อเนื่องทำให้เกิดแนวโน้ม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey และตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ด้วยจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมเมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมหรือ ARL_0 ภายใต้การจำลองสถานการณ์ 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข และนำแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ไปทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออก ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 แผนภูมิควบคุม Tukey และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 2 ค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 3 จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมเมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 4 การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล
- ตอนที่ 5 การพยากรณ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 6 การตรวจสอบการแจกแจงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ตอนที่ 7 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 แผนภูมิควบคุม Tukey และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปีค.ศ. 1970 Tukey เป็นนักสถิติที่มีชื่อเสียงได้นำเสนอแผนภาพกล่อง (Box Plots) ขึ้นเป็นครั้งแรกในหนังสือ “การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจ (Exploratory Data Analysis)” (Tukey, 1970) ต่อมาหนังสือนี้ได้รับการพิมพ์ซ้ำในปีค.ศ. 1977 (Tukey, 1977) จากนั้น Valleman and Hoaglin (1981) กล่าวถึงรายละเอียดของการใช้แผนภาพกล่องในงานวิจัย ต่อมา Iglewicz and Hoaglin (1987) นำค่าเฉลี่ยของ F แทนค่าของมัธยฐานตัวอย่างในการสร้างแผนภาพกล่องซึ่งค่า F นี้คำนวณได้จากค่าควอร์ไทล์ที่ 1 ค่าควอร์ไทล์ที่ 2 และค่าควอร์ไทล์ที่ 3 ในปีเดียวกัน White and Schroeder (1987) นำเสนอแผนภูมิที่สร้างด้วยแผนภาพกล่อง ต่อมา Frigge, Hoaglin, and Iglewicz (1989) ประเมินทางเลือกในการสร้างแผนภาพกล่องและนำเสนอรูปแบบมาตรฐานของแผนภูมิดังกล่าว ในปีค.ศ. 2000 Hoaglin, Mosteller, and Tukey (2000) นำแนวคิดของ Tukey (1970) มาสร้างช่วงความเชื่อมั่นสำหรับมัธยฐานซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่ามัธยฐานมีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (Outliers) และ Alemi (2004) ใช้รูปแบบมาตรฐานของแผนภาพกล่องดังกล่าวสร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับขนาดของกลุ่มตัวอย่างเดี่ยวที่ค่าสังเกตมีการแจกแจงเหมือนกันและเป็นอิสระกัน (Independent And Identically Distribution: *iid*) และเรียกแผนภูมิควบคุมดังกล่าวว่า “แผนภูมิควบคุม Tukey” ซึ่งเป็นแผนภูมิสำหรับตรวจสอบกระบวนการที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงปกติ และมีขนาดตัวอย่างเล็ก

กำหนดให้ x แทนค่าสังเกตและ $f(x)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function: pdf) ของกระบวนการจะได้ว่าฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability Density function: cdf) หรือ $F(x)$ คำนวณได้ดังนี้

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt = p$$

เมื่อ p แทน ความน่าจะเป็นเมื่อกำหนดค่า x จะได้ว่าค่าผกผันของฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นสะสม (Inverse of cumulative probability density function) ของ p หรือ $F^{-1}(p)$ คำนวณได้ดังนี้

$$F^{-1}(p) = x$$

เมื่อกำหนดค่า $p=1/4$ จะได้ว่า $F^{-1}(1/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 1 และเมื่อกำหนดค่า $p=3/4$ จะได้ว่า $F^{-1}(3/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 3 และสามารถคำนวณหาพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (Interquartile Range: IQR) ได้ดังนี้

$$IQR = F^{-1}(3/4) - F^{-1}(1/4)$$

Alemi (2004) นิยามขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุม Tukey ไว้ดังนี้

$$UCL = F^{-1}(3/4) + (k \times IQR)$$

$$CL = F^{-1}(1/2)$$

$$LCL = F^{-1}(1/4) - (k \times IQR)$$

เมื่อ LCL แทน ขีดจำกัดควบคุมล่าง

UCL แทน ขีดจำกัดควบคุมบน

k แทน พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม

การสร้างแผนภูมิควบคุม Tukey ต้องคำนวณค่าควอร์ไทล์ที่ 1 ค่าควอร์ไทล์ที่ 2 ค่าควอร์ไทล์ที่ 3 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ Frigge, Hoaglin, and Iglewicz (1989) Wheeler (2004) Torng, Liao, Lee, and Wu (2009) และ Ryan (2011) เสนอว่าควรกำหนดค่าพารามิเตอร์ k ของแผนภูมิควบคุมให้มีค่าเท่ากับ 1.5 จึงจะทำให้ครอบคลุมพื้นที่ 99.3% ของประชากรทั้งหมด ข้อดีของแผนภูมิควบคุม Tukey มีหลายประการ คือ

1) ไม่จำเป็นต้องมีข้อสมมุติเกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูลซึ่งแตกต่างจากแผนภูมิควบคุมของชิวฮาร์ท (Shewhart's Control Chart) ที่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้ข้อสมมุติที่ว่า ข้อมูลต้องมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นแผนภูมิควบคุม Tukey จึงสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการแจกแจงทุกประเภท

2) สามารถใช้ได้กับข้อมูลค่าสังเกตเดี่ยวที่มีขนาดตัวอย่างเล็ก

Borckardt et al. (2005) Torng and Lee (2008) และ Torng et al. (2009) สร้างแผนภูมิควบคุม Tukey ซ้ำและให้การยืนยันตามข้อสรุปของ Alemi (2004) Borckardt et al. (2005) ที่ว่าแผนภูมิควบคุม Tukey มีสมรรถนะไม่ดีเมื่อค่าคลาดเคลื่อน (Error) มีความสัมพันธ์กับอนุกรมเวลาที่เพิ่มขึ้นหรือมีอัตราสัมพันธ์ ทำให้ค่าความผิดพลาดแบบที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยแต่ถ้าค่าคลาดเคลื่อนกับอนุกรมเวลาไม่มีอัตราสัมพันธ์แล้วจะได้ว่าแผนภูมิควบคุม Tukey จะมีสมรรถนะดีถึงแม้ว่าขนาดตัวอย่างของค่าสังเกตเท่ากับ 12

3) เป็นแผนภูมิที่มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ

4) ไม่ต้องใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในการสร้างแผนภูมิควบคุม เพียงแต่ใช้แค่ค่าควอร์ไทล์ที่ 1 ค่าควอร์ไทล์ที่ 2 ค่าควอร์ไทล์ที่ 3 และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ซึ่งคำนวณได้ไม่ยุ่งยาก

ตอนที่ 2 ค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วิธีการที่แกร่ง (Robust Method)

วิธีการที่แกร่งเป็นหนึ่งในวิธีการเชิงสถิติที่ใช้บ่อยที่สุดเมื่อข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีค่าผิดปกติ ซึ่งค่าผิดปกติในข้อมูลอาจส่งผลต่อค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเป็นที่ทราบกันดีว่าค่าเฉลี่ยเป็นพารามิเตอร์บอกตำแหน่ง (Location Parameter) และความแปรปรวนเป็นพารามิเตอร์บอกสเกล (Scale Parameter) ภายใต้ข้อสมมุติเกี่ยวกับการแจกแจงปกติซึ่งมีความไวต่อค่าสังเกตที่มีค่าผิดปกติ วิธีการที่แกร่งได้รับการพัฒนาให้มีความทนทานต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ ตัวแบบทางสถิติใช้ $\{F_\theta \mid \theta \in \Theta\}$ ประมาณพารามิเตอร์ไม่ทราบค่า θ เมื่อ F แทนการแจกแจงที่แท้จริง จะได้ว่า x_i แทนค่าสังเกตที่ i สามารถเขียนได้ในรูปของพารามิเตอร์บอกตำแหน่ง (μ) และพารามิเตอร์บอกสเกล (σ)

$$x_i = \mu + \sigma \varepsilon_i$$

เมื่อ ε_i แทน ค่าคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเดียวกันและเป็นอิสระกันด้วยฟังก์ชันการแจกแจง F_0 สำหรับ $1 \leq i \leq n$ และเรียก F_0 ว่า “การแจกแจงอ้างอิง” ขณะที่การแจกแจงของค่าสังเกตเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $F_{\mu, \sigma}$ ในกรณีทั่วไป μ แทนพารามิเตอร์บอกตำแหน่งของการแจกแจงและ σ แทนพารามิเตอร์บอกการกระจายของการแจกแจง (Bickel, & Lehmann, 1975; Bickel, & Lehmann, 1976) อาทิเช่น ถ้า F_0 มีการแจกแจงปกติมาตรฐานแล้ว จะได้ว่า μ แทนค่าคาดหวังของการแจกแจง $F_{\mu, \sigma}$ และ σ แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจง $F_{\mu, \sigma}$ แต่ถ้า F_0 มีการแจกแจงโคชีแล้ว จะได้ว่าไม่มีค่าคาดหวังของการแจกแจง $F_{\mu, \sigma}$ แต่ μ จะแทนค่ากลางของการแจกแจง $F_{\mu, \sigma}$ และ σ แทนการวัดการกระจายของการแจกแจง $F_{\mu, \sigma}$

เนื่องจากมีตัวประมาณค่าบอกตำแหน่ง (Location Estimator) และตัวประมาณค่าบอกสเกล (Scale Estimator) เป็นจำนวนมาก เมื่อกำหนดให้ T_n เป็นตัวประมาณค่าบอกตำแหน่งของพารามิเตอร์ μ และ S_n เป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลของพารามิเตอร์ σ และเรียก S_n ว่า “ตัวประมาณค่าบอกการกระจาย” ดังสมการที่ 7 และสมการที่ 8 ตามลำดับ

$$T_n(ax_1 + b, ax_2 + b, \dots, ax_n + b) = aT_n(x_1, x_2, \dots, x_n) + b \quad (7)$$

$$S_n(ax_1 + b, ax_2 + b, \dots, ax_n + b) = |a|S_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (8)$$

เมื่อ a และ b แทน จำนวนจริง

ความแม่นยำของตัวประมาณค่าสามารถวัดได้ด้วยประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency: RE) ภายใต้การแจกแจงของใด ๆ ถ้า $\hat{\theta}_1$ และ $\hat{\theta}_2$ เป็นตัวประมาณค่าใด ๆ ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_1$ เทียบกับตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_2$ เขียนแทนด้วย $RE(\hat{\theta}_1 | \hat{\theta}_2)$ สามารถหาได้ดังสมการที่ 9

$$RE(\hat{\theta}_1 | \hat{\theta}_2) = \frac{Var(\hat{\theta}_2)}{Var(\hat{\theta}_1)} \quad (9)$$

ถ้า $RE(\hat{\theta}_1 | \hat{\theta}_2) > 1$ หมายความว่าตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_1$ ดีกว่าตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_2$

ถ้า $RE(\hat{\theta}_1 | \hat{\theta}_2) < 1$ หมายความว่าตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_2$ ดีกว่าตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_1$

ถ้า $RE(\hat{\theta}_1 | \hat{\theta}_2) = 1$ หมายความว่าตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_1$ ดีเท่ากับตัวประมาณค่า $\hat{\theta}_2$

การตรวจสอบความแม่นยำของตัวประมาณค่าอีกวิธีหนึ่งคือ ใช้ประสิทธิภาพสัมพัทธ์เชิงเส้นกำกับ (Asymptotic Relative Efficiency: ARE) ซึ่งหาได้จากลิมิตของ RE เมื่อขนาดตัวอย่างเข้าใกล้อนันต์ ($n \rightarrow \infty$) หรืออาจเรียกว่า “ความแปรปรวนเชิงเส้นกำกับ (Asymptotic Variances)” สามารถหาได้ดังสมการที่ 10

$$\lim_{n \rightarrow \infty} RE(\hat{\theta}_1 | \hat{\theta}_2) \quad (10)$$

หากไม่ทราบค่า $\hat{\theta}_1$ จะกล่าวได้ว่าตัวประมาณค่าที่ได้เป็นตัวประมาณค่าที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับตัวประมาณค่าเอนเอียง (Biased Estimators) ที่มีความแปรปรวนขนาดเล็กหรือเท่ากับศูนย์ วิธีการแก้ปัญหาคือ ใช้ค่าเฉลี่ยของคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error) ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความแกร่ง (Unrobust Estimator) และหาได้จากสมการที่ 11 ซึ่งจะ

แตกต่างจากค่ามัธยฐานของคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Median Square Error) ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าที่มีความแข็งแกร่ง (Robust Estimator) และหาได้จากสมการที่ 12 ดังนี้

$$e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f(x_i) - y_i)^2 \quad (11)$$

$$e = \text{median}_i (f(x_i) - y_i)^2 \quad (12)$$

Iglewicz (1983) เสนอให้ใช้ $\text{Var}(\log \hat{\theta})$ สำหรับตัวประมาณค่าบอกสเกลโดยเป็นการลดสเกลด้วย $\theta/E(\hat{\theta})$ จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำ ARE มาใช้กับค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่ามัธยฐาน (\tilde{X}) ตัวอย่างเช่น

การแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ย θ และความแปรปรวน σ^2 จะได้

$$\text{ARE}(\tilde{X}, \bar{X}, \text{Normal}) = 2/\pi \approx 0.6363 \approx 64\%$$

การแจกแจงลาปลาซ (Laplace Distribution) ที่มีความแปรปรวน $2/\lambda^2$ จะได้

$$\text{ARE}(\tilde{X}, \bar{X}, \text{Laplace}) = 2$$

การแจกแจงที (t Distribution) ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 5 จะได้

$$\text{ARE}(\tilde{X}, \bar{X}, t) \approx 96\%$$

Tukey (1960) แสดงตัวอย่างไว้โดยกำหนดขนาดค่าสังเกตเท่ากับ n เมื่อ

$Y_i \sim N(\mu, \sigma^2), i = 1, 2, \dots, n$ เนื่องจากไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ σ^2 จึงประมาณด้วยตัวประมาณ

ค่า $\hat{\sigma}_1^2 = d^2 \pi / 2$ และ $\hat{\sigma}_2^2 = S^2$ เมื่อ $d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \bar{Y}|$ จะได้ว่า $d \rightarrow \sigma \sqrt{2/\pi}$ และ

$$\text{ARE}(\hat{\sigma}_1^2 | \hat{\sigma}_2^2) = 0.876$$

เมื่อกำหนดให้ $Y_i \sim N(\mu, \sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น $1-\varepsilon$ และ $Y_i \sim N(\mu, 9\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็นด้วยระดับการปนเปื้อน (Level of Contamination) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ε จะได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เชิงเส้นกำกับที่ระดับการปนเปื้อนต่าง ๆ

ε (%)	$\text{ARE}(\hat{\sigma}_1^2 \hat{\sigma}_2^2)$
0	0.876
0.1	0.948
0.2	1.016
1	1.440
5	2.040

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าการแจกแจงมีการปนเปื้อนด้วย $\varepsilon = 1\%$ จะเห็นได้ว่าไม่มีความเหมาะสมที่จะใช้ตัวประมาณค่า S^2 แทนพารามิเตอร์ σ^2 หรือกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพเชิงเส้นกำกับไม่ดี ในกรณีเช่นนี้ตัวประมาณค่าสำหรับพารามิเตอร์ σ^2 ที่ดีกว่า $d^2\pi/2$ มีสองตัว ได้แก่ พิสัยระหว่างควอร์ไทล์หรือ IQR และ $MADM$ โดยตัวประมาณค่า $MADM$ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 13 (Hampel, 1974, p. 388)

$$MADM = \text{median}_i \{ |X_i - \text{median}_i X_{ij}| \} \quad (13)$$

เมื่อ $X_{ij} \stackrel{iid}{\sim} N(\mu, \sigma^2)$ โดยที่ i แทนขนาดตัวอย่าง (Sample size); $i=1, 2, \dots, m$ และ j แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อย (Subgroup Size); $j=1, 2, \dots, n$
เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติด้วยค่าเฉลี่ย μ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ พิจารณาค่าควอร์ไทล์ที่ 3 หรือ Q_3 ได้จากความสัมพันธ์

$$\int_{-\infty}^{Q_3} f(x)dx = P(X \leq Q_3) = P\left(Z \leq \frac{Q_3 - \mu}{\sigma}\right) = 0.75$$

และเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติมาตรฐานจะได้ว่า

$$\int_{-\infty}^{0.6745} f(z)dz = P(Z \leq 0.67449) = 0.75$$

ดังนั้นจึงหาค่า Q_3 ได้ดังนี้

$$\frac{Q_3 - \mu}{\sigma} = 0.67449 \rightarrow Q_3 = 0.67449\sigma + \mu$$

ในทำนองเดียวกันเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติด้วยค่าเฉลี่ย μ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ พิจารณาค่าควอร์ไทล์ที่ 1 หรือ Q_1 ได้จากความสัมพันธ์

$$\int_{-\infty}^{Q_1} f(x)dx = P(X \leq Q_1) = P\left(Z \leq \frac{Q_1 - \mu}{\sigma}\right) = 0.25$$

และเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติมาตรฐานจะได้ว่า

$$\int_{-\infty}^{-0.6745} f(z)dz = P(Z \leq -0.67449) = 0.25$$

ดังนั้นจึงหาค่า Q_1 ได้ดังนี้

$$\frac{Q_1 - \mu}{\sigma} = -0.67449 \rightarrow Q_1 = -0.67449\sigma + \mu$$

ดังนั้นจึงหาค่า IQR ได้จากผลต่างระหว่าง Q_3 กับ Q_1 ดังสมการที่ 14

$$IQR = 1.34898\sigma \quad (14)$$

เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติด้วยค่าเฉลี่ย μ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ สำหรับ $MADM$ หาได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} &= P(|X - \mu| \leq MADM) = P\left(\left|\frac{X - \mu}{\sigma}\right| \leq \frac{MADM}{\sigma}\right) \\ &= P\left(|Z| \leq \frac{MADM}{\sigma}\right) \\ &= P\left(Z \leq \frac{MADM}{\sigma}\right) - P\left(Z \leq -\frac{MADM}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

เมื่อ $\frac{MADM}{\sigma} = F^{-1}(3/4) = 0.67449$ และ $-\frac{MADM}{\sigma} = F^{-1}(1/4) = -0.67449$ จึงสามารถหา $MADM$ ได้ดังสมการที่ 15

$$MADM = 0.674494\sigma \quad (15)$$

เมื่อต้องการประมาณค่าพารามิเตอร์ σ ด้วยตัวประมาณค่า IQR จะต้องหารด้วย 1.34898 และเมื่อต้องการประมาณค่าพารามิเตอร์ σ ด้วยตัวประมาณค่า $MADM$ จะต้องหารด้วย 0.674494 จึงจะทำให้ตัวประมาณค่า IQR และตัวประมาณค่า $MADM$ เป็นตัวประมาณค่าไม่เอนเอียงของพารามิเตอร์ σ สำหรับการแจกแจงปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับหนึ่งจะได้ค่าปรับแก้ของตัวประมาณค่า IQR มีค่าเท่ากับ $1/1.34898 = 0.7413$ และค่าปรับแก้ของตัวประมาณค่า $MADM$ มีค่าเท่ากับ $1/0.674494 = 1.4826$ โดยที่ตัวประมาณค่า IQR มีค่า $ARE = 0.86$ หรือ 86% และตัวประมาณค่า $MADM$ มีค่า $ARE = 0.37$ หรือ 37% ถึงแม้ว่าตัวประมาณค่า $MADM$ จะมีประสิทธิภาพสัมพัทธ์เชิงเส้นกำกับไม่สูงมากแต่มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (Stuadte & Sheather, 1990, p. 123)

2. ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่ง (Robust Scale Estimation)

ตัวประมาณค่าบอกสเกลหมายถึง ตัวประมาณค่าที่ใช้กำหนดรูปร่างหรือรูปแบบของการแจกแจงที่สนใจ แต่บางการแจกแจงอาจไม่มีตัวประมาณค่าบอกสเกล เช่น การแจกแจงเลขชี้กำลัง (Exponential Distribution) การแจกแจงปกติ เป็นต้น ขณะที่บางการแจกแจงมีตัวประมาณค่าบอกสเกลสองตัว เช่น การแจกแจงเบตา (Beta Distribution) เป็นต้น

ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งหมายถึง ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่ไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายใต้การแจกแจงต่าง ๆ (Simonoff, 1984; Lax, 1985) การวัดความแกร่งของตัวประมาณค่าโดยทั่วไปสามารถวัดได้ดังนี้

วิธีที่ 1 ฟังก์ชันเพียงพอ (Influence Function: IF) หรือเส้นโค้งเพียงพอ (Influence Curve: IC) เป็นฟังก์ชันที่ใช้อธิบายผลกระทบของค่าผิดปกติที่มีต่อตัวประมาณค่าที่ใช้ Hampel (1971) เป็นผู้แนะนำเสนอฟังก์ชันเพียงพอเพื่อใช้ตรวจสอบความแกร่งของตัวประมาณค่า เมื่อกำหนดสถิติ $T_n = T(F_n)$ สำหรับประมาณฟังก์ชันการแจกแจงที่ขึ้นกับขนาดตัวอย่าง $T(F)$ จากนั้นพิจารณาการแจกแจง F กับการแจกแจง F_ε ที่มีระดับการปนเปื้อน ε จะได้ว่า $F_\varepsilon = (1-\varepsilon)F + \varepsilon\delta_x$ เมื่อ δ_x แทนความน่าจะเป็นมวลจุด (Point Mass Probability) ของ x และเมื่อพิจารณาฟังก์ชัน $T(F)$ กับฟังก์ชัน $T(F_\varepsilon)$ จะได้ว่า $T(F_\varepsilon) \rightarrow T(F)$ เมื่อ $\varepsilon \rightarrow 0$ ดังนั้นจึงหาฟังก์ชันเพียงพอได้ดังสมการที่ 16

$$\begin{aligned} IF(x; T, F) &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{T((1-\varepsilon)F + \varepsilon\delta_x) - T(F)}{\varepsilon} \\ &= \left. \frac{d}{d\varepsilon} T((1-\varepsilon)F + \varepsilon\delta_x) \right|_{\varepsilon=0} \end{aligned} \quad (16)$$

เมื่อ T แทน ฟังก์ชันของตัวประมาณค่า T_n

$T(F)$ แทน ฟังก์ชันการแจกแจงที่ขึ้นกับขนาดตัวอย่าง

$T(F_\varepsilon)$ แทน ฟังก์ชันการแจกแจงที่ขึ้นกับขนาดตัวอย่างที่มีระดับการปนเปื้อน ε

δ_x แทน ความน่าจะเป็นมวลจุด โดยที่ $\delta_x = \begin{cases} 0; & \forall x < 0 \\ 1; & \forall x \geq 0 \end{cases}$

ε แทน ระดับการปนเปื้อน โดยที่ $0 < \varepsilon < 1$

เมื่อ $T(F_\varepsilon) \equiv (1-\varepsilon)F + \varepsilon\delta_x$ จะสามารถหาฟังก์ชันเพียงพอของตัวประมาณค่า T ได้ดังสมการที่ 17

$$IF(x; T, F) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{T(F_\varepsilon) - T(F)}{\varepsilon} = \left. \frac{d}{d\varepsilon} T(F_\varepsilon) \right|_{\varepsilon=0} \quad (17)$$

ตัวอย่างเช่น ฟังก์ชันเพียงพอของค่าเฉลี่ยหาค่าได้ โดยพิจารณา

$$T(F) = E_F[X] = \int x dF(x) = \mu$$

และ $T(F_\varepsilon) = E_{F_\varepsilon}[X] = (1-\varepsilon)E_F[X] + \varepsilon E[\delta_x] = (1-\varepsilon)T(F) + \varepsilon x$

ดังนั้น $IF(x; T, F) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{(1-\varepsilon)T(F) + \varepsilon x - T(F)}{\varepsilon} = x - T(F) = x - \mu$

ฟังก์ชันเพียงพอของค่าความแปรปรวนหาค่าได้ โดยพิจารณา

$$T(F) = V_F[X] = \int (x - \mu)^2 dF(x) = \sigma^2$$

และ $T(F_\varepsilon) = V_{F_\varepsilon}[X] = (1-\varepsilon)V_F[X] + \varepsilon V[\delta_x] = (1-\varepsilon)\sigma^2 + \varepsilon E[X - \mu]^2$
 $= (1-\varepsilon)\sigma^2 + \varepsilon(x - \mu)^2$

ดังนั้น $IF(x; T, F) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{(1-\varepsilon)\sigma^2 + \varepsilon(x - \mu)^2 - T(F)}{\varepsilon} = (x - \mu)^2 - T(F)$
 $= (x - \mu)^2 - \sigma^2$

ฟังก์ชันเพียงพอของค่ามัธยฐานหาค่าได้ โดยพิจารณา

$$T(F) = F^{-1}(p) \text{ เมื่อ } p = 1/2$$

ดังนั้น $IF(x; T, F) = \frac{\text{sign}(x)}{2f(0)} = \text{sign}(x)\sqrt{2\pi}$

ฟังก์ชันเพียงพอของค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์หาค่าได้ โดยพิจารณา

$$T(F) = F^{-1}(1-p) - F^{-1}(p) \text{ เมื่อ } p = 1/4$$

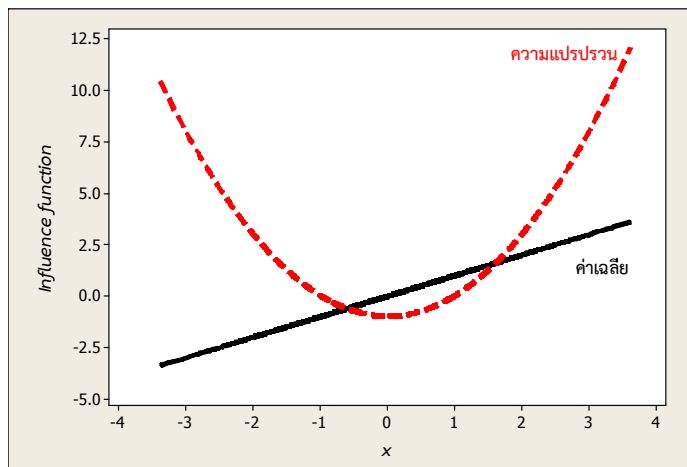
ดังนั้น $IF(x; T, F) = \begin{cases} \frac{1}{f(F^{-1}(1/4))} - \frac{1}{4} \left\{ \frac{1}{f(F^{-1}(1/4))} + \frac{1}{f(F^{-1}(3/4))} \right\}; & x < F^{-1}(1/4) \\ -\frac{1}{4} \left\{ \frac{1}{f(F^{-1}(1/4))} + \frac{1}{f(F^{-1}(3/4))} \right\}; & F^{-1}(1/4) < x < F^{-1}(3/4) \\ \frac{1}{f(F^{-1}(1/4))} - \frac{1}{4} \left\{ \frac{1}{f(F^{-1}(1/4))} + \frac{1}{f(F^{-1}(3/4))} \right\}; & x > F^{-1}(3/4) \end{cases}$

ฟังก์ชันเพียงพอของค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานหาค่าได้
โดยพิจารณา

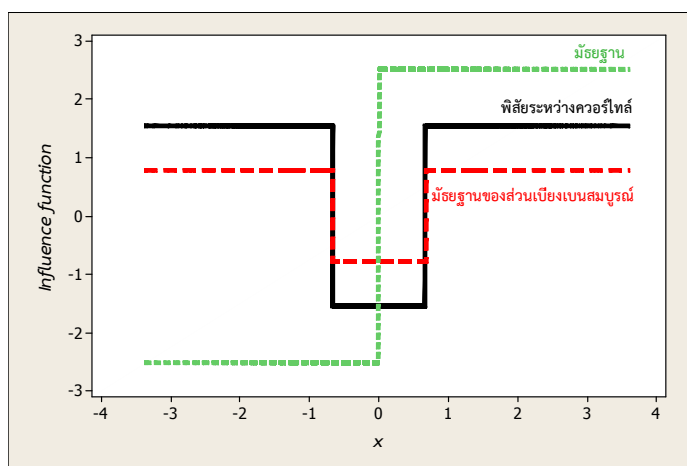
$$T(F) = P(|X - F^{-1}(1/2)| \leq \text{Median}) = 1/2$$

ดังนั้น
$$IF(x; T, F) = \frac{\text{sign}(|a| - \text{MADM}) - \text{sign}(a) \left[\frac{b - c}{f(F^{-1}(1/2))} \right]}{2[b + c]}$$

เมื่อ $a = x - F^{-1}(1/2)$ $b = f(F^{-1}(1/2) + \text{MADM})$ และ $c = f(F^{-1}(1/2) - \text{MADM})$



ภาพที่ 5 ฟังก์ชันเพียงพอของค่าเฉลี่ย และฟังก์ชันเพียงพอของค่าความแปรปรวน



ภาพที่ 6 ฟังก์ชันเพียงพอของค่ามัธยฐาน ฟังก์ชันเพียงพอของค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ และฟังก์ชัน
เพียงพอของค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน

เมื่อนำฟังก์ชันเพียงพอของค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนมาสร้างแผนภาพ จะได้ดังภาพที่ 5 และฟังก์ชันเพียงพอของค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ และค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐาน สัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานมาสร้างแผนภาพ จะได้ดังภาพที่ 6

Hampel (1971) กล่าวว่าตัวประมาณค่าที่มีความแกร่งควรจะมีขอบเขตของฟังก์ชันเพียงพอ จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าฟังก์ชันเพียงพอของค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนไม่มีขอบเขตหมายความว่าค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนไม่เป็นตัวประมาณค่าที่มีความแกร่ง ในขณะที่ภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่าฟังก์ชันเพียงพอของค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ และค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานมีขอบเขตซึ่งหมายความว่าค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ และค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานเป็นตัวประมาณค่าที่มีความแกร่ง (Hampel, Ronchetti, Rousseeuw, & Stahel, 1986) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าขอบเขตของฟังก์ชันเพียงพอของค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานแคบกว่าขอบเขตฟังก์ชันเพียงพอของค่ามัธยฐานและฟังก์ชันเพียงพอของค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ ถึงแม้ว่าฟังก์ชันเพียงพอของตัวประมาณค่าทั้งสามจะมีขอบเขต แต่ฟังก์ชันเพียงพอไม่เรียงจึงแสดงให้เห็นว่าหากข้อมูลมีขนาดเล็กจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากต่อค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ และค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน

วิธีที่ 2 จุดแบ่งข้อมูล (Breakdown Point: BDP) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ใช้วัดความแกร่งของตัวประมาณค่าซึ่งนำเสนอโดย Hodges (1967) จุดแบ่งข้อมูลเป็นสัดส่วนที่เล็กที่สุดหรือร้อยละที่น้อยที่สุดของข้อมูลที่มีค่าผิดปกติซึ่งทำให้ตัวประมาณค่าเกิดการเปลี่ยนแปลง (Hampel, 1974; Huber, Loan, Chantha, & Failloux, 2004)

กำหนดให้ตัวอย่าง Z มีค่าสังเกตจำนวน n ค่า นั่นคือ Z_1, Z_2, \dots, Z_n มีตัวประมาณค่าคือ $T_n(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) = T(Z)$ และสำหรับตัวอย่าง Z' มีค่าสังเกตจำนวน m ค่า นั่นคือ Y_1, Y_2, \dots, Y_m มีตัวประมาณค่าคือ $T_m(Y_1, Y_2, \dots, Y_m) = T(Z')$ สามารถหาจุดแบ่งข้อมูลได้จากสมการที่ 18

$$BDP(T, Z) = \lim_{n \rightarrow \infty} \min \left\{ \frac{m}{n}; \sup_{Z'} \|T(Z') - T(Z)\| = \infty \right\} \quad (18)$$

ค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของจุดแบ่งข้อมูลคือ 0.5 หรือ 50% (Huber, 1964) สำหรับตัวประมาณค่าที่มีความแกร่ง Hampel et al. (1986) เสนอว่าจุดแบ่งข้อมูลควรมีค่ามากกว่า 0.1 หรือ 10% เช่น ค่าเฉลี่ยคำนวณได้จาก $\frac{Z_1, Z_2, \dots, Z_n}{n}$ ถ้ากำหนด Z_1, Z_2, \dots, Z_{n-1} ให้มีค่าคงตัว และให้ Z_n มีค่านันต์จะได้ว่าค่าเฉลี่ยจะมีค่านันต์ ดังนั้นจุดแบ่งข้อมูลของค่าเฉลี่ยคือ

$$BDP(T, Z) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$$

ในการทำงานเดียวกันจะได้ว่าจุดแบ่งข้อมูลของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0 จุดแบ่งข้อมูลของมัธยฐานมีค่าเท่ากับ $1/2$ จุดแบ่งข้อมูลของพิสัยระหว่างควอร์ไทล์มีค่าเท่ากับ $1/4$ และจุดแบ่งข้อมูลค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานมีค่าเท่ากับ $1/2$ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จุดแบ่งข้อมูลสำหรับตัวประมาณค่า

ตัวประมาณค่า	จุดแบ่งข้อมูล (BDP)
ค่าเฉลี่ย	0%
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0%
มัธยฐาน	50%
พิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR)	25%
มูลค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน (MADM)	50%

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า MADM มีค่าจุดแบ่งข้อมูลเป็นสองเท่าของ IQR ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ (Andrews et al., 1972) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าฟังก์ชันเพียงพอของตัวประมาณค่าทั้งสองเป็นฟังก์ชันเพียงพอที่มีขอบเขตทั้งคู่ จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมตัวประมาณค่าบอกสเกล MADM จึงมีความแกร่งกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR

สรุปได้ว่า MADM เป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR (Huber, 1981, p. 107) เนื่องจาก 1) ฟังก์ชันเพียงพอมีขอบเขตและยังมีขอบเขตที่แคบกว่าขอบเขตของตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR และ 2) มีจุดแบ่งข้อมูลมากกว่าจุดแบ่งข้อมูลของ IQR อีกทั้งยังเป็นจุดแบ่งข้อมูลที่ค่าสูงสุด จากคุณสมบัติดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจจะนำตัวประมาณค่าบอกสเกล MADM มาใช้แทนตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR ในแผนภูมิควบคุม Tukey เพื่อปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey ให้มีความแกร่งมากยิ่งขึ้น

ตอนที่ 3 จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการออกนอกการควบคุมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมหรือค่า ARL เป็นดัชนีที่ใช้ตรวจสอบสมรรถนะหรือความสามารถของแผนภูมิควบคุม (Prabhu, Runger, & Keats, 1993; Quesenberry, 1993; Borror, Montgomery, & Runger, 1999; Montgomery, & Woodall, 1999; Davis, 2004; Torng, & Lee, 2008; Torng et al., 2009) สำหรับค่าสังเกตที่อยู่ในแผนภูมิควบคุมสามารถจำแนกได้เป็นสองกลุ่มคือ ค่าสังเกตที่อยู่ในขีดจำกัดควบคุม (Inside Control Limit) และค่าสังเกตที่อยู่นอกขีดจำกัดควบคุม (Outside Control Limit) ซึ่งตรงกับนิยามของการแจกแจงเรขาคณิต

$$f(x; p) = p(1-p)^{x-1}; x = 1, 2, \dots; 0 < p \leq 1$$

เมื่อ p แทนความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม ดังนั้นจึงคำนวณค่า ARL ได้ดังนี้ (Montgomery, 2005, pp. 287)

$$ARL = \frac{1}{p}$$

ถ้ากำหนดให้ x แทนค่าสังเกตและ $f(x)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function: PDF) ของกระบวนการแล้ว ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกระบวนการเขียนแทนด้วย μ_0 และ σ^2 ตามลำดับ เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไป δ เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการเดิม จะได้ว่าค่าเฉลี่ยใหม่ของกระบวนการจะมีค่าเท่ากับ $\mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma$ เมื่อ δ แทนขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ นั่นคือ $\delta = (\mu_1 - \mu_0)/\sigma$ ถ้าให้ $P(\delta)$ แทนความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมด้วยขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการเท่ากับ δ แล้วค่า ARL สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 19

$$\begin{aligned} ARL &= \frac{1}{P(\delta)} = \frac{1}{1 - P(LCL \leq X \leq UCL \mid \mu = \mu_1 = \mu_0 + \delta\sigma)} \\ &= \frac{1}{1 - P(LCL - \delta\sigma \leq X \leq UCL - \delta\sigma \mid \mu = \mu_1 = \mu_0)} \\ &= \frac{1}{1 - \int_{LCL - \delta\sigma}^{UCL - \delta\sigma} f(x) dx} \end{aligned} \quad (19)$$

จึงได้ว่า $P(\delta) = 1 - \int_{LCL - \delta\sigma}^{UCL - \delta\sigma} f(x) dx$ และเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่มีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือ $\delta = 0$ จะได้ว่าความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมจะมีค่าเท่ากับความผิดพลาดแบบที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ α (Torng et al., 2009) เมื่อแทนค่า α ในสมการที่ 19 จะสามารถคำนวณหาจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมหรือค่า ARL_0 ได้ดังสมการที่ 20

$$ARL_0 = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{1 - \int_{LCL}^{UCL} f(x) dx} \quad (20)$$

จึงได้ว่า $\alpha = 1 - \int_{LCL}^{UCL} f(x)dx$ ถ้ากระบวนการอยู่ในการควบคุมแล้ว α ควรจะมีค่าน้อย เมื่อแทนค่า α ในสมการที่ 20 จะทำให้ ARL_0 มีค่ามาก แต่ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือ $\delta \neq 0$ จะได้ว่าความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการออกนอกการควบคุมจะมีค่าเท่ากับ $1 - \beta$ ซึ่งเป็นกำลัง (Power) ของการตรวจสอบ โดยที่ β คือความผิดพลาดแบบที่ 2 เมื่อแทนค่า β ในสมการที่ 19 จะสามารถคำนวณหาจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการออกนอกการควบคุมหรือค่า ARL_1 ได้ดังสมการที่ 21

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta} = \frac{1}{1 - \int_{LCL - \delta\sigma}^{UCL - \delta\sigma} f(x)dx} \quad (21)$$

ถ้า $1 - \beta$ มีค่ามากแสดงว่ากำลังของการตรวจสอบมีมาก เมื่อแทนค่า β ซึ่งมีค่าน้อยในสมการที่ 21 จะได้ค่า ARL_1 มีค่าน้อย นั่นคือ $1 - \beta$ มีค่าแปรผกผันกับค่า ARL_1 แต่อย่างไรก็ตามเป็นเรื่องยากที่จะกำหนดได้ว่าค่า ARL_1 ควรจะมีค่าน้อยเท่าไรจึงจะดี

1. จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมของแผนภูมิควบคุม Tukey หรือแผนภูมิควบคุม TCC

กำหนดให้ $F^{-1}(1/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 1, $F^{-1}(3/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 3 และ IQR แทนพิสัยระหว่างควอร์ไทล์จะได้ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างดังสมการที่ 1 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อแทนค่าในสมการที่ 19 จะได้ว่าสามารถคำนวณค่า ARL ได้ดังสมการที่ 22

$$ARL = \frac{1}{P(\delta)} = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times IQR) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times IQR) - \delta\sigma} f(x)dx} \quad (22)$$

$$\text{จึงได้ว่า } P(\delta) = 1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times IQR) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times IQR) - \delta\sigma} f(x)dx$$

เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่มีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือ $\delta = 0$ จึงสามารถคำนวณหาค่า ARL_0 ได้ดังสมการที่ 23

$$ARL_0 = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times IQR)}^{F^{-1}(3/4) + (k \times IQR)} f(x)dx} \quad (23)$$

$$\text{จึงได้ว่า } \alpha = 1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times IQR)}^{F^{-1}(3/4) + (k \times IQR)} f(x)dx$$

และนิยาม $ARL_0(TCC, n)$ แทนจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมของแผนภูมิควบคุม Tukey เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่มีการเปลี่ยนแปลง และจำนวนค่าสังเกตเท่ากับ n

แต่ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือ $\delta \neq 0$ จะสามารถคำนวณหาค่า ARL_1 ได้ดังสมการที่ 24

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta} = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times IQR) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times IQR) - \delta\sigma} f(x) dx} \quad (24)$$

$$\text{จึงได้ว่า } \beta = \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times IQR) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times IQR) - \delta\sigma} f(x) dx$$

และนิยาม $ARL_1(TCC, \delta, n)$ แทนจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการออกนอกการควบคุมของแผนภูมิควบคุม Tukey เมื่อกำหนดขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการเท่ากับ δ และจำนวนค่าสังเกตเท่ากับ n

Tornig, & Lee (2008) แสดงให้เห็นว่าแผนภูมิควบคุม Tukey มีสมรรถนะไม่ดีเมื่อกระบวนการมีการแจกแจงปรกติโดยที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ ($\delta = 3$) Tornig et al. (2009) ให้ข้อสรุปที่คล้ายกันจากค่าสังเกตตัวอย่างที่สุ่มได้จากการแจกแจงที่เบ้ (Skewed Distribution) และแนะนำว่าควรปรับค่าพารามิเตอร์ k ให้มีค่าเพิ่มขึ้นเพื่อให้ขีดจำกัดควบคุมกว้างขึ้นซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดแบบที่ 1 ให้มีค่าลดลง

สำหรับการคำนวณค่า ARL_0 ภายใต้การแจกแจงต่าง ๆ ของแผนภูมิควบคุม TCC พิจารณาดังต่อไปนี้

1.1 การแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim N(0,1)$

เมื่อค่าสังเกตมีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ μ และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ σ^2 มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}; -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0$$

โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ μ และความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ σ^2 ภายใต้การแจกแจงดังกล่าว เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.67449$, $F^{-1}(3/4) = 0.67449$ และ $IQR = 1.34898$ จึงสามารถคำนวณหาค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.67449 - (k \times 1.34898)}^{0.67449 + (k \times 1.34898)} f(x) dx}$$

สำหรับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ k เมื่อค่าสังเกตมีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เพื่อให้ได้ขีดจำกัดควบคุมครอบคลุมพื้นที่ 99.3% ของข้อมูลทั้งหมด (Ryan, 2011) จึงกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ ซึ่งจะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 143.34 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.2 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim t_{(4)}$

เมื่อค่าสังเกตมีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ n มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{\Gamma([n-1]/2)}{\Gamma(n/2)} \frac{1}{\sqrt{n\pi}} \left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{-(n+1)/2}; -\infty < x < \infty, n > 0$$

โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0 และความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ $n/(n-2)$ ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อกำหนดค่าองศาเสรีเท่ากับ 4 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.74070$, $F^{-1}(3/4) = 0.74070$ และ $IQR = 1.48139$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.74070 - (k \times 1.48139)}^{0.74070 + (k \times 1.48139)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 24.13 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.3 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 หรือ $X \sim t_{(10)}$

ภายใต้การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.69981$, $F^{-1}(3/4) = 0.69981$ และ $IQR = 1.39962$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.69981 - (k \times 1.39962)}^{0.69981 + (k \times 1.39962)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 53.14 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.4 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 หรือ $X \sim t_{(20)}$

ภายใต้การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.68695$, $F^{-1}(3/4) = 0.68695$ และ $IQR = 1.37391$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.68695 - (k \times 1.37391)}^{0.68695 + (k \times 1.37391)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 80.61 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.5 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 หรือ $X \sim t_{(30)}$

ภายใต้การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.68276$, $F^{-1}(3/4) = 0.68276$ และ $IQR = 1.36551$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.68276 - (k \times 1.36551)}^{0.68276 + (k \times 1.36551)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 95.51 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.6 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Logis}(0,1)$

เมื่อค่าสังเกตมีการแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ a และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ b มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{e^{-((x-a)/b)}}{b \left[1 + e^{-((x-a)/b)} \right]^2}; -\infty < x < \infty, b > 0$$

โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ a และความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ $(b^2\pi^2)/3$ ภายใต้การแจกแจงดังกล่าว เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -1.09861$, $F^{-1}(3/4) = 1.09861$ และ $IQR = 2.19722$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-1.09861 - (k \times 2.19722)}^{1.09861 + (k \times 2.19722)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่า $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 48.51 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.7 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim Lap(0,1)$

เมื่อค่าสังเกตมีการแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ a และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ b มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{e^{-|x-a|/b}}{2b}; -\infty < x < \infty, b > 0$$

โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ a และความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ $2b^2$ ภายใต้การแจกแจงดังกล่าว เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.69315$, $F^{-1}(3/4) = 0.69315$ และ $IQR = 1.38629$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.69315 - (k \times 1.38629)}^{0.69315 + (k \times 1.38629)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 21.96
 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และ
 พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.8 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์ บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(1,1)$

เมื่อกำหนดค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ a และ
 พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ b มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{x^{a-1}e^{-(x/b)}}{b^a\Gamma(a)}; x > 0, a > 0, b > 0$$

โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ ab และความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ ab^2 ภายใต้การ
 แจกแจงดังกล่าวเมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1
 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.28768$, $F^{-1}(3/4) = 1.38629$ และ $IQR = 1.09861$ จึงสามารถคำนวณ
 ค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.28768 - (k \times 1.09861)}^{1.38629 + (k \times 1.09861)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 20.78
 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และ
 พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.9 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์ บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(2,1)$

ภายใต้การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอก
 สเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.96128$, $F^{-1}(3/4) = 2.69263$ และ $IQR = 1.73136$ จึง
 สามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.96128 - (k \times 1.73136)}^{2.69263 + (k \times 1.73136)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 31.52
 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และ
 พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.10 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(3,1)$

ภายใต้การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 1.72730$, $F^{-1}(3/4) = 3.92040$ และ $IQR = 2.19310$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{1.72730 - (k \times 2.19310)}^{3.92040 + (k \times 2.19310)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 39.56 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.11 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(4,1)$

ภายใต้การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 2.53532$, $F^{-1}(3/4) = 5.10943$ และ $IQR = 2.57411$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{2.53532 - (k \times 2.57411)}^{5.10943 + (k \times 2.57411)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 46.14 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.12 การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \chi^2(1)$

เมื่อค่าสังเกตมีการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ n ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{2^{n/2} \Gamma(n/2)} x^{(n/2)-1} e^{-x/2}; x \geq 0, n > 0$$

โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ n และความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ $2n$ ภายใต้การแจกแจงดังกล่าว เมื่อกำหนดค่าองศาเสรีเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.10153$, $F^{-1}(3/4) = 1.32330$ และ $IQR = 1.22177$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.10153 - (k \times 1.22177)}^{1.32330 + (k \times 1.22177)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 13.22 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.13 การแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 หรือ $X \sim \chi^2_{(2)}$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อองศาเสรีเท่ากับ 2 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.57536$, $F^{-1}(3/4) = 2.77259$ และ $IQR = 2.19722$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.57536 - (k \times 2.19722)}^{2.77259 + (k \times 2.19722)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 20.78 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.14 การแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 หรือ $X \sim \chi^2_{(3)}$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อองศาเสรีเท่ากับ 3 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 1.21253$, $F^{-1}(3/4) = 4.10834$ และ $IQR = 2.89581$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{1.21253 - (k \times 2.89581)}^{4.10834 + (k \times 2.89581)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 26.64 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

1.15 การแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim \chi^2_{(4)}$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อองศาเสรีเท่ากับ 4 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 1.92256$, $F^{-1}(3/4) = 5.38527$ และ $IQR = 3.46271$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{1.92256 - (k \times 3.46271)}^{5.38527 + (k \times 3.46271)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 31.52 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 1.5$

	การแจกแจง	ค่า ARL_0
สมมาตร	$N(0,1)$	143.34
	$t_{(4)}$	24.13
	$t_{(10)}$	53.14
	$t_{(20)}$	80.61
	$t_{(30)}$	95.51
	$Logis(0,1)$	48.51
	$Lap(0,1)$	21.96
ไม่สมมาตร	$Gam(1,1)$	20.78
	$Gam(2,1)$	31.52
	$Gam(3,1)$	39.56
	$Gam(4,1)$	46.14
	$\chi^2_{(1)}$	13.22
	$\chi^2_{(2)}$	20.78
	$\chi^2_{(3)}$	26.64
	$\chi^2_{(4)}$	31.52

เมื่อต้องการสร้างแผนภูมิควบคุม TCC ให้มีขีดจำกัดควบคุมเท่ากับ $\pm 3\sigma$ เหมือนกับแผนภูมิควบคุมของซีวฮาร์ทสามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ k ดังตารางที่ 9

2. จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้หรือแผนภูมิควบคุม $ATCC$

กำหนดให้ $F^{-1}(1/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 1, $F^{-1}(3/4)$ แทนควอร์ไทล์ที่ 3 และ $MADM$ แทนมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานจะได้ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างดังสมการที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อแทนค่าในสมการที่ 19 จะได้ว่าสามารถคำนวณหาค่า ARL ได้ดังสมการที่ 25

$$ARL = \frac{1}{P(\delta)} = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times MADM) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times MADM) - \delta\sigma} f(x) dx} \quad (25)$$

จึงได้ว่า $P(\delta) = 1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times MADM) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times MADM) - \delta\sigma} f(x) dx$ เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการ
ไม่มีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือ $\delta = 0$ เมื่อแทนค่าในสมการ 25 จะสามารถคำนวณหาค่า ARL_0 ได้ดัง
สมการที่ 26

$$ARL_0 = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times MADM)}^{F^{-1}(3/4) + (k \times MADM)} f(x) dx} \quad (26)$$

จึงได้ว่า $\alpha = 1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times MADM)}^{F^{-1}(3/4) + (k \times MADM)} f(x) dx$ และนิยาม $ARL_0(ATCC, n)$ แทน
จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่า
กระบวนการอยู่ในการควบคุมของแผนภูมิควบคุมปรับแก้ของ Tukey เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการ
ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และจำนวนค่าสังเกตเท่ากับ n

แต่ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลง นั่นคือ $\delta \neq 0$ จะสามารถคำนวณหาค่า
 ARL_1 ได้ดังสมการที่ 27

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta} = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times MADM) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times MADM) - \delta\sigma} f(x) dx} \quad (27)$$

จึงได้ว่า $\beta = \int_{F^{-1}(1/4) - (k \times MADM) - \delta\sigma}^{F^{-1}(3/4) + (k \times MADM) - \delta\sigma} f(x) dx$ และนิยาม $ARL_1(ATCC, \delta, n)$ แทน
จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่า
กระบวนการออกนอกการควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อกำหนดขนาดการเปลี่ยนแปลง
ค่าเฉลี่ยของกระบวนการมีค่าเท่ากับ δ และจำนวนค่าสังเกตเท่ากับ n

สำหรับการคำนวณค่า ARL_0 ภายใต้การแจกแจงต่าง ๆ ของแผนภูมิควบคุม ATCC
พิจารณาดังต่อไปนี้

2.1 การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์ บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim N(0,1)$

ภายใต้การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอก
สเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.67449$, $F^{-1}(3/4) = 0.67449$ และ $MADM = 0.67449$ จึง
สามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.67449 - (k \times 0.67449)}^{0.67449 + (k \times 0.67449)} f(x) dx}$$

ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ k เพื่อให้ $ARL_0(ATCC, n) = ARL_0(TCC, n) = 143.34$ จะได้ค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.2 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim t_{(4)}$

ภายใต้การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.74070$, $F^{-1}(3/4) = 0.74070$ และ $MADM = 0.95387$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.74070 - (k \times 0.95387)}^{0.74070 + (k \times 0.95387)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 44.03 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.3 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 หรือ $X \sim t_{(10)}$

ภายใต้การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.69981$, $F^{-1}(3/4) = 0.69981$ และ $MADM = 0.75410$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.69981 - (k \times 0.75410)}^{0.69981 + (k \times 0.75410)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 70.24 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.4 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 หรือ $X \sim t_{(20)}$

ภายใต้การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.68695$, $F^{-1}(3/4) = 0.68695$ และ $MADM = 0.71097$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.68695 - (k \times 0.71097)}^{0.68695 + (k \times 0.71097)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 94.51 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.5 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 หรือ $X \sim t_{(30)}$

ภายใต้การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.68276$, $F^{-1}(3/4) = 0.68276$ และ $MDAM = 0.69816$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.68276 - (k \times 0.69816)}^{0.68276 + (k \times 0.69816)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 106.85 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.6 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim Logis(0,1)$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -1.09861$, $F^{-1}(3/4) = 1.09861$ และ $MADM = 1.22339$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-1.09861 - (k \times 1.22339)}^{1.09861 + (k \times 1.22339)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 59.39 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.7 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim Lap(0,1)$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.69315$, $F^{-1}(3/4) = 0.69315$ และ $MADM = 0.95387$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{-0.69315 - (k \times 0.95387)}^{0.69315 + (k \times 0.95387)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 34.98 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.8 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(1,1)$

ภายใต้การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.28768$, $F^{-1}(3/4) = 1.38629$ และ $MADM = 0.67449$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.28768 - (k \times 0.67449)}^{1.38629 + (k \times 0.67449)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 30.26 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.9 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(2,1)$

ภายใต้การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.96128$, $F^{-1}(3/4) = 2.69263$ และ $MADM = 0.95387$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.96128 - (k \times 0.95387)}^{2.69263 + (k \times 0.95387)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 39.41 ดังนั้นค่า ARL ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.10 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(3,1)$

ภายใต้การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 1.72730$, $F^{-1}(3/4) = 3.92040$ และ $MADM = 1.16825$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{1.72730 - (k \times 1.16825)}^{3.92040 + (k \times 1.16825)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 46.61 ดังนั้นค่า ARL ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.11 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \text{Gam}(4,1)$

ภายใต้การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 2.53532$, $F^{-1}(3/4) = 5.10943$ และ $MADM = 1.34898$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{2.53532 - (k \times 1.34898)}^{5.10943 + (k \times 1.34898)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 52.63 ดังนั้นค่า ARL ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.12 การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \chi^2_{(1)}$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อองศาเสรีเท่ากับ 1 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.10153$, $F^{-1}(3/4) = 1.32330$ และ $MADM = 0.95387$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.10153 - (k \times 0.95387)}^{1.32330 + (k \times 0.95387)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 24.52 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.13 การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 หรือ $X \sim \chi^2_{(2)}$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อองศาเสรีเท่ากับ 2 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 0.57536$, $F^{-1}(3/4) = 2.77259$ และ $MADM = 1.34898$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{0.57536 - (k \times 1.34898)}^{2.77259 + (k \times 1.34898)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 30.26 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.14 การแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 หรือ $X \sim \chi^2_{(3)}$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อองศาเสรีเท่ากับ 3 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 1.21253$, $F^{-1}(3/4) = 4.10834$ และ $MADM = 1.65216$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{1.21253 - (k \times 1.65216)}^{4.10834 + (k \times 1.65216)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 35.16 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

2.15 การแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim \chi^2_{(4)}$

ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวเมื่อองศาเสรีเท่ากับ 4 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = 1.92256$, $F^{-1}(3/4) = 5.38527$ และ $MADM = 1.90775$ จึงสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้ดังนี้

$$ARL_0 = \frac{1}{1 - \int_{1.92256 - (k \times 1.90775)}^{5.38527 + (k \times 1.90775)} f(x) dx}$$

เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ จะสามารถคำนวณค่า ARL_0 ได้เท่ากับ 39.41 ดังนั้นค่า ARL_0 ของค่าสังเกตที่มีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$ แสดงดังตารางที่ 4

เมื่อต้องการสร้างแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ให้มีขีดจำกัดควบคุมเท่ากับ $\pm 3\sigma$ เหมือนกับแผนภูมิควบคุมของชีวฮาร์ทสามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ k ดังตารางที่ 9

สำหรับการตรวจสอบสมรรถนะระหว่างแผนภูมิควบคุม TCC กับแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ทำได้โดยการเปรียบเทียบค่า ARL_0 ระหว่าง $ARL_0(TCC, n)$ กับ $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้การจำลองสถานการณ์ 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

แผนภูมิควบคุม TCC มีสมรรถนะดีกว่าเมื่อ $ARL_0(TCC,n) > ARL_0(ATCC,n)$
 แผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีสมรรถนะดีกว่าเมื่อ $ARL_0(ATCC,n) > ARL_0(TCC,n)$

ตารางที่ 4 ค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $k = 3$

	การแจกแจง	ค่า ARL_0
สมมาตร	$N(0,1)$	143.34
	$t_{(4)}$	44.03
	$t_{(10)}$	70.24
	$t_{(20)}$	94.51
	$t_{(30)}$	106.85
	$Logis(0,1)$	59.39
	$Lap(0,1)$	34.98
ไม่สมมาตร	$Gam(1,1)$	30.26
	$Gam(2,1)$	39.41
	$Gam(3,1)$	46.61
	$Gam(4,1)$	52.63
	$\chi^2_{(1)}$	24.52
	$\chi^2_{(2)}$	30.26
	$\chi^2_{(4)}$	39.41

ตอนที่ 4 การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล

1. ความหมายของวิธีมอนติคาร์โล

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) หมายถึง การสร้างตัวแบบเสมือนจริงโดยใช้สัญลักษณ์ในการอธิบายเหตุการณ์ ปัญหา หรือปัจจัยต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย เทคนิควิธีการจำลองสถานการณ์มีด้วยกันสามวิธีได้แก่ 1) วิธีการใช้กราฟหรือตาราง 2) วิธีการใช้สมการ และ 3) วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Methods)

วิธีมอนติคาร์โลเป็นเทคนิคสโตนอสติก (Stochastic Techniques) ที่มีวัตถุประสงค์สอง

ข้อคือ 1) ใช้สร้างตัวอย่าง $\{x^{(r)}\}_{r=1}^R$ จากฟังก์ชันความน่าจะเป็นหรือการแจกแจงความน่าจะเป็น

$f(x)$ และ 2) เพื่อประมาณค่าคาดหวังของฟังก์ชันภายใต้การแจกแจง (Robert & Casella, 1999, Rubinstein & Kroese, 2011)

2. ความเป็นมาของวิธีมอนติคาร์โล

มอนติคาร์โลเป็นชื่อตามเมืองในประเทศโมนาโกซึ่งเป็นเมืองที่มีชื่อเสียงในด้านบ่อนการพนัน ผู้คิดค้นคือ Stanislaw Ulam ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ชาวโปแลนด์ที่มีส่วนร่วมในโครงการแมนฮัตตันของอเมริกา Stanislaw มีแนวคิดว่ามีโอกาสในการชนะเกมซึ่งเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน นอกจากนี้เขายังนำเสนอเทคนิคเชิงทฤษฎี Nuclear Pulse Propulsion ที่ใช้ในการพัฒนาระเบิดนิวเคลียร์ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 (Hammersley, & Handscomb, 1964; Halton, 1970; Fishman, 1996) จากนั้นเขานำเสนอวิธีมอนติคาร์โลในปีค.ศ. 1946 หลังจากพยายามที่จะแก้ปัญหาการเล่นเกม Solitaire

3. ขั้นตอนของวิธีมอนติคาร์โล

การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เป็นการสร้างเลขสุ่มที่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยที่โอกาสในการเกิดเลขสุ่มแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน ดังนั้นในการนำเลขสุ่มไปประยุกต์กับระบบต่าง ๆ จึงต้องแปลงเลขสุ่มให้เป็นตัวเลขในช่วงที่ต้องการ เช่น สิ่งที่เราสนใจศึกษามีการแจกแจงความน่าจะเป็น $h(x)$ ซึ่งหาค่าความน่าจะเป็นในช่วง a ถึง x ได้จาก $R = \int_a^x h(t)dt$ เมื่อทำการสุ่มตัวเลขที่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 $R \in [0,1]$ ไปสู่การแจกแจงความน่าจะเป็น $h(x)$ ของตัวแปรสุ่ม X ที่มีค่าอยู่ในช่วง a ถึง b จากนิยามข้างต้น จะได้ว่าตัวแปรสุ่มเป็นตัวแปรสุ่มเอกรูปต่อเนื่อง (Continuous Uniform Variable) ที่มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & \text{อื่น ๆ} \end{cases}$$

จะได้ว่า $Y = (b-a)h(x)$ และค่าคาดหวังของ Y หาค่าได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} E[Y] &= E[(b-a)h(x)] = (b-a)E[h(x)] = (b-a) \int_a^b h(x) f(x) dx \\ &= (b-a) \int_a^b h(x) \left(\frac{1}{b-a} \right) dx \\ &= \int_a^b h(x) dx \\ &= R \end{aligned}$$

ดังนั้นขั้นตอนของวิธีมอนติคาร์โลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 3 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number) เพื่อหาคำตอบของปัญหาซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี แต่วิธีที่ดีนั้นลักษณะของตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นต้องเป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงเอกรูปต่อเนื่องในช่วง 0 ถึง 1

2. การประยุกต์ตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นสำหรับแก้ปัญหา ในขั้นตอนที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่ต้องการศึกษาว่า สามารถนำเลขสุ่มที่สร้างขึ้นไปใช้ได้โดยตรงหรือไม่ เพราะบางปัญหาอาจไม่สามารถใช้เลขสุ่มที่สร้างขึ้นได้โดยตรง จึงต้องทำการแปลงเลขสุ่มที่สร้างขึ้นให้เหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการศึกษา

3. การทดลองทำซ้ำจากตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นตามลักษณะที่ต้องการ ขั้นตอนนี้จะทำการทดลองโดยใช้กระบวนการสุ่มในลักษณะที่ทำซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง จนกว่าจะได้คำตอบของปัญหาที่ศึกษา

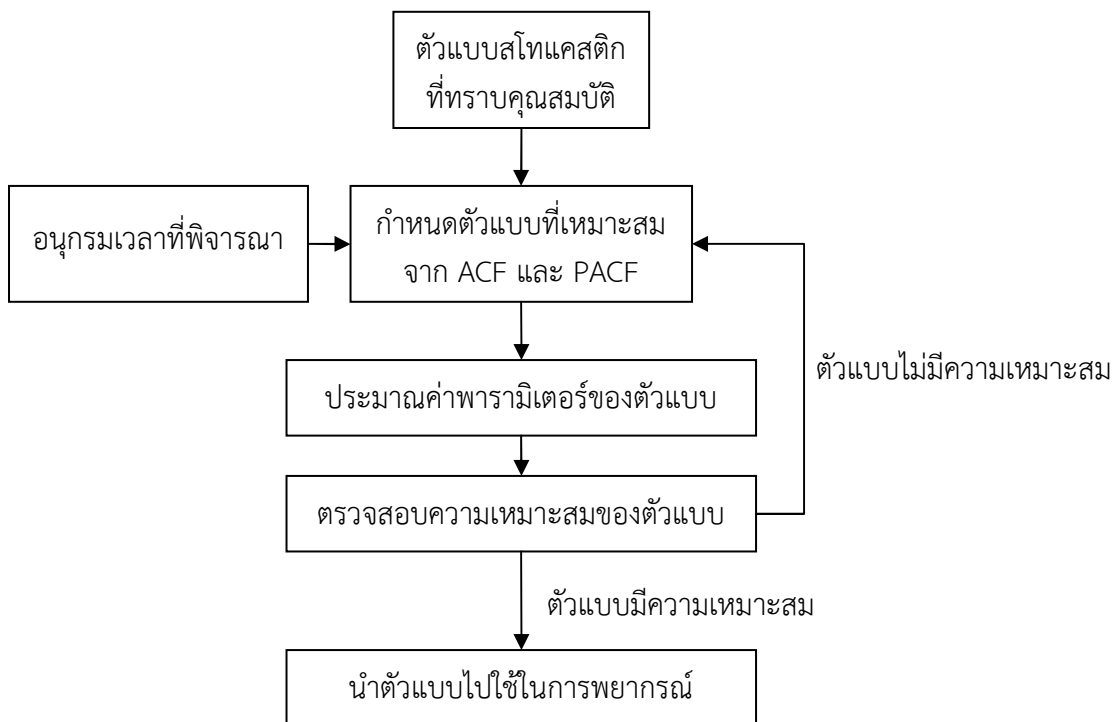
ตอนที่ 5 การพยากรณ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพยากรณ์เป็นการทำนายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลในอดีตที่เป็นอนุกรมเวลา (Time Series) ซึ่งเป็นค่าสังเกตตามหน่วยเวลาและเกิดขึ้นเป็นลำดับ เมื่อกำหนดให้ Z_t แทนค่าสังเกต ณ เวลาที่ t ใด ๆ ดังนั้นอนุกรมเวลาของกลุ่มค่าสังเกต n ค่าเขียนแทนด้วย $Z_1, Z_2, \dots, Z_{t-1}, Z_t, Z_{t+1}, \dots, Z_{n-1}, Z_n$ โดยทั่วไปความห่างของช่วงเวลาของแต่ละค่าสังเกตจะมีค่าเท่ากัน เช่น รายวัน รายเดือน หรือรายปี เป็นต้น และจะเรียกกลุ่มค่าสังเกตเหล่านี้ว่า “อนุกรมเวลา” การพยากรณ์จะใช้ข้อมูลในอดีตที่เป็นอนุกรมเวลาเพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ของข้อมูลในอดีตที่เหมาะสม จากนั้นใช้ตัวแบบที่ได้ทำการประมาณค่าข้อมูลนอกช่วงเวลา ดังนั้นค่าประมาณนอกช่วงเวลาที่ได้นี้จะเรียกว่า “ค่าพยากรณ์” การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาจะเริ่มจากการวิเคราะห์คุณลักษณะของอนุกรมเวลาซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ 1) แนวโน้ม (Trend) 2) วัฏจักร (Cycle) 3) การแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal Variations) และ 4) การแปรผันที่ผิดปกติ (Irregular Variations)

วิธีการพยากรณ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Quality Forecasting Methods) เป็นวิธีการพยากรณ์จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต และ 2) วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Qualitative Forecasting Methods) เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยตัวแบบที่วิเคราะห์ได้จากอนุกรมเวลาซึ่งเป็นข้อมูลในอดีตเพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคต สำหรับการสร้างตัวแบบนั้นสามารถทำได้หลายวิธีได้แก่ 1) วิธีธรรมดา (Native Method) 2) วิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบธรรมดา (Simple Arithmetic Method) 3) วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Method) 4) วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) 5) วิธีการพยากรณ์แบบปรับได้ (Adaptive Forecasting Method) 6) วิธีการวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis Method) 7) วิธีการแยกส่วนประกอบแบบดั้งเดิม (Classical Decomposition Method) และ 8) วิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ในที่นี้ผู้วิจัยสนใจสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

วิชิต หล่อจิระชุมท์กุล และจิราวัลย์ จิตรถเวช (2548, หน้า 203) นิยามการพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ว่าเป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณวิธีหนึ่งที่มีแนวคิดที่ว่าพฤติกรรมในอดีตของสิ่งที่ต้องการพยากรณ์นั้นเพียงพอที่จะพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคตของตัวเองได้ โดยการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์นี้จะแตกต่างจากการพยากรณ์ด้วยวิธีอื่นซึ่งผู้ที่สร้างตัวแบบพยากรณ์นั้นต้องกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไป โดยเฉพาะเมื่อ

อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม วัฏจักร หรือการแปรผันตามฤดูกาลที่ชัดเจน ทำให้ยากในการกำหนดรูปแบบหรือการวิเคราะห์การถดถอยที่เหมาะสมได้ จึงต้องกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามก่อน แต่วิธีพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนกินส์สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เพราะวิธีพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนกินส์นั้นไม่มีการกำหนดรูปแบบที่แน่นอนก่อนทำการวิเคราะห์ โดยในระหว่างการวิเคราะห์รูปแบบจะถูกกำหนดขึ้นเอง การกำหนดตัวแบบสำหรับอนุกรมเวลาในการพยากรณ์เชิงปริมาณโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภทได้แก่ 1) ตัวแบบที่อธิบายอนุกรมเวลาเป็นฟังก์ชันของเวลาและการรบกวนสุ่ม (White Noise) คือ $Z_t = (\beta_0 - \beta_1 t)S_t + \varepsilon_t$ และ 2) ตัวแบบที่อธิบายอนุกรมเวลาเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าสังเกตในอดีตและการรบกวนสุ่มทั้งในอดีตและปัจจุบันคือ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA การพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ซึ่งเลือกตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์จากลักษณะฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ของอนุกรมเวลาที่พิจารณาแล้วกำหนดตัวแบบสโตแคสติก (Stochastic Model) ที่เป็นไปได้ให้มีลักษณะของฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์และฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์บางส่วนเหมือนกัน จะเห็นได้ว่าจากวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์อาจได้ตัวแบบที่เหมาะสมมากกว่าหนึ่งตัวแบบ จึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนการพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์ต่อไปดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์

การพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์กระบวนการนิ่ง (Stationary Process Analysis)

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์และฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์บางส่วน จะต้องทราบก่อนว่าอนุกรมเวลาเป็นกระบวนการนิ่งหรือไม่ ซึ่งคุณสมบัติของกระบวนการนิ่งคือ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกระบวนการมีค่าคงที่ทุกหน่วยเวลา t ใด ๆ

กำหนดให้ $Z_{t_1}, Z_{t_2}, \dots, Z_{t_s}$ แทนตัวแปร ณ เวลา t_1, t_2, \dots, t_s

$Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}, \dots, Z_{t_s+k}$ แทนตัวแปร ณ เวลา $t_1+k, t_2+k, \dots, t_s+k$

กระบวนการนิ่งคือ กระบวนการที่มีการแจกแจงร่วมของตัวแปร $Z_{t_1}, Z_{t_2}, \dots, Z_{t_s}$ เป็นการแจกแจงเดียวกับการแจกแจงร่วมของตัวแปร $Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}, \dots, Z_{t_s+k}$ จะได้ว่าค่าเฉลี่ยของ

ตัวแปร Z_t คือ $E(Z_t) = \mu$ และความแปรปรวนของตัวแปร Z_t คือ $Var(Z_t) = \sigma^2$ สำหรับทุกหน่วยเวลา t ที่มีค่าคงที่ และความแปรปรวนร่วมเกี่ยว (Covariance) ระหว่างตัวแปร Z_{t_1} กับ

ตัวแปร Z_{t_2} มีค่าเท่ากับความแปรปรวนร่วมเกี่ยวระหว่างตัวแปร Z_{t_1+k} กับตัวแปร Z_{t_2+k} นั่นคือ

$$Cov(Z_{t_1}, Z_{t_2}) = Cov(Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}) \text{ ณ เวลา } t_1, t_2 \text{ ที่ } k \text{ ใด ๆ}$$

เมื่อพิจารณาความแปรปรวนร่วมเกี่ยวระหว่างสองคาบเวลาใด ๆ จะได้ว่า

$$Cov(Z_t, Z_{t+k}) = \dots = Cov(Z_{t-k}, Z_{t-k}) \text{ ณ เวลา } t, s \text{ และ } k \text{ ใด ๆ}$$

หมายความว่าเมื่อกระบวนการมีคุณสมบัตินิ่งแล้วการแจกแจงร่วมเกี่ยวระหว่าง Z_{t_s} กับ Z_{t_s+k} จึงขึ้นอยู่กับคาบเวลา t และขึ้นอยู่กับระยะห่างของช่วงเวลา k หน่วย (Lag k) ดังนั้นอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัตินิ่งหรืออนุกรมเวลานิ่งจึงเป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงมากบ้างน้อยบ้างรอบระดับค่าเฉลี่ยในลักษณะที่มีความแปรปรวนคงที่ แต่ถ้าค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของอนุกรมเวลาไม่คงที่จะเรียกอนุกรมเวลาชุดนั้นว่า “อนุกรมเวลาที่ไม่มีความนิ่ง (Nonstationary) หรืออนุกรมเวลาไม่นิ่ง”

1.1 การวิเคราะห์ฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์หรือ ACF

อัตโนมัติสหสัมพันธ์เป็นการวัดสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่าง Z_t กับ Z_{t-k} ซึ่งหาได้จากสมการที่ 28 ดังนี้

$$\rho_k = \frac{Cov(Z_t, Z_{t-k})}{\sqrt{Var(Z_t)}\sqrt{Var(Z_{t-k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (28)$$

เมื่อ γ_k แทน ความแปรปรวนร่วมเกี่ยวในตัวเอง (Auto-Covariance) ระหว่าง Z_t กับ Z_{t-k} หาได้จาก $\gamma_0 = \sqrt{E(Z_t - \mu)^2} \sqrt{E(Z_{t-k} - \mu)^2} = Var(Z_t)Var(Z_{t-k})$

ρ_k แทน อัตตสหสัมพันธ์เมื่อเวลาย้อนหลังไป k หน่วย หรือ lag k

จากนิยามของ γ_k และ ρ_k สำหรับกระบวนการนิ่งจะได้คุณสมบัติของ γ_k ดังนี้

- 1) $\gamma_0 = \text{Var}(Z_t)$ และ $\rho_0 = 1$
- 2) $|\gamma_k| \leq \gamma_0$ และ $|\rho_k| \leq 1$
- 3) $\gamma_k = \gamma_{-k}$ และ $\rho_k = \rho_{-k}$ สำหรับทุกค่า k
- 4) $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_i \alpha_j \gamma_{|t_i - t_j|} \geq 0$ และ $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_i \alpha_j \rho_{|t_i - t_j|} \geq 0$ ทุกเซตของ

t_1, t_2, \dots, t_n และจำนวนจริง $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ ใด ๆ

การพิจารณาว่าอนุกรมเวลานิ่งหรือไม่นั้นจะพิจารณาได้จากกราฟของ ACF เมื่อกราฟของ ACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าสู่ศูนย์หรือกราฟมีค่าเป็นศูนย์ทุกค่าเมื่อ $k > q$ ($\rho_k = 0$ เมื่อ $k > q$) แต่ถ้ากราฟของ ACF มีลักษณะลดลงอย่างช้า ๆ อาจกล่าวได้ว่าอนุกรมเวลาไม่นิ่ง

ในทางปฏิบัติ ρ_k เป็นพารามิเตอร์ไม่ทราบค่า ดังนั้นจึงต้องหาค่าประมาณของ ρ_k โดยใช้ค่าสังเกตจำนวน n ค่าจากตัวอย่างและเรียกค่าประมาณของ ρ_k ว่า “ฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ของตัวอย่างเมื่อเวลาย้อนหลังไป k หน่วย หรือ lag k (Sample Autocorrelation Function: SACF)” เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ r_k ซึ่งหาได้จากสมการที่ 29 ดังนี้

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Z_t - \bar{Z})(Z_{t-k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (29)$$

$$\text{เมื่อ } \bar{Z} = \frac{\sum_{t=1}^n Z_t}{n} \text{ โดยที่ } k = 0, 1, 2, \dots$$

Box and Jenkins (1976) เสนอว่าควรใช้ค่าสังเกตอย่างน้อย 50 จำนวนในการหาค่า r_k เพื่อให้ได้ตัวประมาณค่าที่ดี และไม่ควรรหา SACF สำหรับระยะห่างของช่วงเวลาที่ยาวกว่า $n/4$

โดยทั่วไปกราฟ SACF ของอนุกรมเวลานิ่งจะมีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าสู่ศูนย์อย่างรวดเร็วเหมือนกราฟ ACF หรือกราฟ SACF มีค่าเป็นศูนย์ที่ระยะห่างของช่วงเวลาเท่ากับ q เป็นต้นไป หรือกราฟ SACF ลดลงแบบเลขชี้กำลัง แต่ถ้ากราฟ SACF มีลักษณะลดลงช้าหรือลดลงแบบเชิงเส้นแล้วจะเป็นอนุกรมเวลาไม่นิ่ง ดังนั้นการพิจารณากราฟ SACF จะช่วยให้ทราบคุณสมบัติของกระบวนการนิ่งอีกทางหนึ่งด้วย

1.2 การวิเคราะห์ฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วนหรือ PACF

อัตสหสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง Z_t กับ Z_{t-k} คือ การหาสหสัมพันธ์ระหว่าง $(Z_t - \widehat{Z}_t)$ กับ $(Z_{t-k} - \widehat{Z}_{t-k})$ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ϕ_{kk} หาได้จากสมการที่ 30 ดังนี้

$$\phi_{kk} = \frac{\text{Cov}[(Z_t - \widehat{Z}_t), (Z_{t-k} - \widehat{Z}_{t-k})]}{\sqrt{\text{Var}(Z_t - \widehat{Z}_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t-k} - \widehat{Z}_{t-k})}} \quad (30)$$

ในทางปฏิบัติ ϕ_{kk} เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ดังนั้นจึงต้องหาค่าประมาณของ ϕ_{kk} โดยใช้ค่าสังเกตจำนวน n ค่าจากตัวอย่างและเรียกค่าประมาณของ ϕ_{kk} ว่า “ฟังก์ชันสหสัมพันธ์บางส่วนของตัวอย่างเมื่อเวลาย้อนหลังไป k หน่วยหรือ lag k (Sample Partial Autocorrelation Function: SPACF)” เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\widehat{\phi}_{kk}$ ซึ่งหาได้จากสมการที่ 31 ดังนี้

$$\widehat{\phi}_{kk} = \begin{cases} r_1; k=1 \\ r_k - \sum_{j=1}^{k-1} \widehat{\phi}_{(k-1)j} r_{k-j} \\ \frac{\quad}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \widehat{\phi}_{(k-1)j} r_j}; k=2, 3, \dots \end{cases} \quad (31)$$

$$\text{เมื่อ } \widehat{\phi}_{kj} = \widehat{\phi}_{(k-1)j} - \widehat{\phi}_{kk} \widehat{\phi}_{(k-1)(k-j)}; j=1, 2, \dots, k-1$$

การพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นจะพิจารณาจากกราฟของ SPACF เหมือนกราฟของ SACF นั่นคือเมื่อกราฟของ SPACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าสู่ศูนย์หรือกราฟมีค่าเป็นศูนย์ทุกค่าเมื่อ $k > q$ แต่ถ้ากราฟของ SPACF มีลักษณะลดลงอย่างช้า ๆ อาจกล่าวได้ว่าอนุกรมเวลาไม่นิ่ง

2. การกำหนดตัวแบบสำหรับการพยากรณ์

เป็นขั้นตอนพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากกราฟ SACF และกราฟ SPACF โดยตัวแบบสำหรับการพยากรณ์พิจารณาจากตัวแบบดังต่อไปนี้

2.1 ตัวแบบออโตรีเกรสซีฟลำดับที่ p (p^{th} -Order Autoregressive) หรือ AR (p) หาได้จากสมการที่ 32 ดังนี้

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t \quad (32)$$

เมื่อ Z_t แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ เวลาที่ t

δ แทน ค่าคงตัวของกระบวนการหาได้จาก $\delta = (1 - \phi_1 - \dots - \phi_p)\mu$

a_t แทน ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาที่ t

ϕ_i แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยที่ i โดยที่ $i=1, 2, \dots, p$

Z_k แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ lag k โดยที่ $k=t-1, t-2, \dots, t-p$

2.2 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ q (q^{th} -Order Moving Average) หรือ MA (q) หาได้จากสมการที่ 33 ดังนี้

$$Z_t = \mu + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} + a_t \quad (33)$$

เมื่อ Z_t แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ เวลาที่ t

μ แทน ค่าเฉลี่ย

a_t แทน ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาที่ t

θ_j แทน สัมประสิทธิ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ณ เวลาที่ j

a_k แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ lag k โดยที่ $k=t-1, t-2, \dots, t-q$

2.3 ตัวแบบออโตรีเกรสซีฟของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ p และลำดับที่ q (p^{th} -Order and q^{th} -Order Autoregressive Moving Average) หรือ ARMA (p, q) หาได้จากสมการที่ 34 ดังนี้

$$Z_t = \delta + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \quad (34)$$

เมื่อ Z_t แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ เวลาที่ t

δ แทน ค่าคงตัวของกระบวนการหาได้จาก $\delta = (1 - \phi_1 - \dots - \phi_p)\mu$

ϕ_i แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยที่ i โดยที่ $i=1, 2, \dots, p$

θ_j แทน สัมประสิทธิ์ของเทอมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ณ เวลาที่ j

Z_k แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ lag k โดยที่ $k=t-1, t-2, \dots, t-p$

a_t แทน ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาที่ t

a_l แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ lag l โดยที่ $l=t-1, t-2, \dots, t-q$

สำหรับตัวแบบ ARMA (p, q) ที่ใช้กันมากคือตัวแบบ ARMA (p, q) ที่มีค่า $p=1$ และค่า $q=1$ จะได้ตัวแบบ ARMA (1, 1) ดังสมการที่ 35 ดังนี้

$$Z_t = \delta + \phi Z_{t-1} - \theta a_{t-1} + a_t \quad (35)$$

เมื่อ Z_t แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ เวลาที่ t

δ แทน ค่าคงตัวของกระบวนการหาได้จาก $\delta = (1 - \phi)\mu$

ϕ แทน สัมประสิทธิ์การถดถอย

θ แทน สัมประสิทธิ์ของเทอมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

Z_{t-1} แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ lag $t-1$

a_t แทน ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาที่ t

a_{t-1} แทน ตัวแปรตอบสนอง ณ lag $t-1$

การพิจารณาตัวแบบ AR(p), MA(q) และ ARMA(p,q) ว่าตัวแบบใดจะมีความเหมาะสมสำหรับข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ สามารถพิจารณาได้จากกราฟ SACF และกราฟ SPACF ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การพิจารณาค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบ AR (p) ตัวแบบ MA (q) และตัวแบบ ARMA (p, q)

ตัวแบบ	กราฟ SACF	กราฟ SPACF
AR (p)	ลดลงเข้าหาศูนย์อย่างรวดเร็ว แบบเลขชี้กำลัง	ϕ_{tt} มีค่าเท่ากับศูนย์หลัง lag p
MA (q)	ρ_t มีค่าเท่ากับศูนย์หลัง lag q	ลดลงเข้าหาศูนย์อย่างรวดเร็ว แบบเลขชี้กำลัง
ARMA (p, q)	ลดลงเข้าหาศูนย์อย่างรวดเร็ว แบบเลขชี้กำลังหลัง lag p	ลดลงเข้าหาศูนย์อย่างรวดเร็ว แบบเลขชี้กำลังหลัง lag q

2.4 ตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอินทิเกรทของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ p ลำดับที่ d และลำดับที่ q (p^{th} -Order d^{th} -Order and q^{th} -Order Autoregressive Integrated Moving Average) หรือ ARIMA (p, d, q) หาได้จากสมการที่ 36 ดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d Z_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) a_t \quad (36)$$

ถ้าตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ไม่มีออโตรีเกรสซีฟลำดับที่ p จะเรียกตัวแบบนี้ว่า “ตัวแบบอินทิเกรทของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ d ลำดับที่ q (d^{th} -Order and q^{th} -Order Integrated Moving Average) หรือ IMA (d, q)” และถ้าตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ไม่มีส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ลำดับที่ q จะเรียกตัวแบบนี้ว่า “ตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอินทิเกรทลำดับที่ p และลำดับที่ d (p^{th} -Order and d^{th} -Order Autoregressive Integrate) หรือ ARI (p, d)”

ในกรณีที่ตัวแบบ ARIMA (p, d, q) มีค่า $d = 1$ จะได้ตัวแบบ ARIMA ($p, 1, q$) ดังสมการที่ 37 ดังนี้

$$Z_t = (1 + \phi_1)Z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)Z_{t-2} + \dots + (\phi_p - \phi_{p-1})Z_{t-p} - \theta_p Z_{t-p-1} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \quad (37)$$

และในกรณีที่ตัวแบบ ARIMA (p, d, q) มีค่า $d = 2$ จะได้ตัวแบบ ARIMA ($p, 2, q$) ดังสมการที่ 38 ดังนี้

$$Z_t = (2 + \phi_1)Z_{t-1} + (\phi_2 - 2\phi_1 - 1)Z_{t-2} + \dots + (\phi_p - 2\phi_{p-1} + \phi_{p-2})Z_{t-p} - (2\phi_p - \phi_{p-1})Z_{t-p-1} + \phi_p Z_{t-p-1} + \theta(B)a_t \quad (38)$$

จะสังเกตเห็นได้ว่าตัวแบบ ARIMA (2, 1, 2) หมายถึง ตัวแบบที่มีผลต่างอันดับที่ 1 ($d=1$) ซึ่งทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลานิ่ง มีการถดถอยเท่ากับ 2 และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เท่ากับ 2 สำหรับตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ที่มีค่า $d=0$ หมายถึงตัวแบบ ARMA (p, q) ตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ที่มีค่า $d=0$ และค่า $q=0$ หมายถึงตัวแบบ AR (p) และตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ที่มีค่า $p=0$ และค่า $d=0$ หมายถึงตัวแบบ MA (q) สำหรับตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ที่ใช้กันมากแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA (p, d, q)

ค่าพารามิเตอร์			ตัวแบบ ARIMA (p, d, q)	สมการ
p	d	q		
0	1	1	ARIMA (0, 1, 1) หรือ IMA (1, 1)	$Z_t = Z_{t-1} - \theta a_{t-1} + a_t$
0	2	2	ARIMA (0, 2, 2) หรือ IMA (2, 2)	$Z_t = 2Z_{t-1} - Z_{t-2} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + a_t$
1	1	1	ARIMA(1, 1, 1)	$Z_t = (1 - \phi)Z_{t-1} - \phi Z_{t-2} - \theta a_{t-1} + a_t$

สำหรับตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ไม่มีการแปรผันตามฤดูกาล (Non-Seasonal Variation) แต่สำหรับตัวแบบ ARIMA ที่ใช้สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีการแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal Variation) Box and Jenkins (1976) เรียกตัวแบบนี้ว่า “Multiplicative Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model of Order (p, d, q) (P, D, Q)_s หรือ ARIMA (p, d, q) (P, D, Q)_s” หรืออาจเรียกว่า “ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (p, d, q) (P, D, Q)_s” หาได้จากสมการที่ 39 สำหรับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (p, d, q) (P, D, Q)_s ที่นิยมใช้แสดงดังตารางที่ 7

$$\begin{aligned}
& (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_P B^{Ps})(1-B)^d(1-L)^D Z_t \\
& = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)(1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}) a_t
\end{aligned} \tag{39}$$

ตารางที่ 7 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (p, d, q) (P, D, Q)_s

ค่าพารามิเตอร์						ตัวแบบเชิงฤดูกาล	สมการ
ไม่มีฤดูกาล			มีฤดูกาล				
p	d	q	P	D	Q	ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) _s	
0	0	1	0	0	1	ARIMA (0, 0, 1) (0, 0, 1) _s	$(1-B)^P(1-L)^D Z_t = (1-\theta B)(1-\theta B^s) a_t$
0	d	2	0	D	1	ARIMA (0, d , 2) (0, D , 1) _s (มี MA (2) และ MA (1))	$(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = (1-\theta_1 B - \theta_2 B^2)(1-\theta B^s) a_t$
0	d	1	0	D	2	ARIMA (0, d , 1) (0, D , 2) _s (มี MA (1) และ MA (2))	$(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = (1-\theta B)(1-\Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s}) a_t$

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบสำหรับการพยากรณ์

การประมาณค่าพารามิเตอร์สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

3.1 วิธีโมเมนต์ (Moment Method)

วิธีโมเมนต์เป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดที่ง่ายที่สุดแต่ไม่ใช่วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด การหาค่าประมาณด้วยวิธีนี้ทำโดยหาค่าพารามิเตอร์ไม่ทราบค่าจากสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง r_k กับพารามิเตอร์ของตัวแบบ

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ AR (p) หรือตัวแบบ ARIMA ($p, 0, 0$) ซึ่งมีพารามิเตอร์ทั้งหมดคือ $\mu, \sigma^2, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \sigma_a^2$ ดังนั้นตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์มีดังนี้

ตัวประมาณค่าของ μ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง $\hat{\mu} = \bar{Z}$

ตัวประมาณค่าของ σ^2 คือ ความแปรปรวนของตัวอย่าง $\hat{\sigma}^2 = \hat{\gamma}_0$

ตัวประมาณค่าของ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ หาได้จากการแทนค่า $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_p$ ด้วย r_1, r_2, \dots, r_p โดยที่ $r_t = r_{t-1}\phi_t + r_{t-2}\phi_{t+1} + \dots + r_{p-t}\phi_p; r_0 = 1$

ตัวประมาณค่าของ σ_a^2 คือ $\hat{\sigma}_a^2 = \hat{\gamma}_0(1 - \hat{\phi}_1 r_1 - \dots - \hat{\phi}_p r_p)$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ MA (q) หรือตัวแบบ ARIMA (0, 0, q) ซึ่งมีพารามิเตอร์ทั้งหมดคือ $\mu, \sigma^2, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q, \sigma_a^2$ ดังนั้นตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์มีดังนี้

ตัวประมาณค่าของ μ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง $\hat{\mu} = \bar{Z}$

ตัวประมาณค่าของ σ^2 คือ ความแปรปรวนของตัวอย่าง $\hat{\sigma}^2 = \hat{\gamma}_0$

ตัวประมาณค่าของ σ_a^2 คือ $\widehat{\sigma}_a^2 = \widehat{\gamma}_0(1 - \widehat{\theta}_1 r_1 - \dots - \widehat{\theta}_q r_q)$

ตัวประมาณค่าของ $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ หาได้จากการแทนค่า $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_q$ ด้วย

$$r_1, r_2, \dots, r_q \text{ โดยที่ } r_t = \begin{cases} \frac{-\theta_t + \theta_1 \theta_{t+1} + \dots + \theta_{q-t} \theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2}; & k=1, 2, \dots, q \\ 0; & k > q \end{cases}$$

3.2 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบมีเงื่อนไข (Conditional Least Square Method)

จากตัวแบบ ARMA (p, q) ในสมการที่ 35 สามารถเขียนในเทอมของ a_t ได้ดังนี้

$$a_t = (Z_t - \mu) - \phi_1(Z_{t-1} - \mu) - \dots - \phi_p(Z_{t-p} - \mu) + \theta_1 a_{t-1} + \theta_q a_{t-q} \text{ ถ้ากำหนดให้}$$

$\Phi = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p)$ และ $\Theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q)$ การหาค่าประมาณของพารามิเตอร์ของ

ตัวแบบ ARMA (p, q) ทำได้โดยการหาค่า $\widehat{\phi}_1, \widehat{\phi}_2, \dots, \widehat{\phi}_p$ และหาค่า $\widehat{\theta}_1, \widehat{\theta}_2, \dots, \widehat{\theta}_q$ ทำให้ได้

$\sum_{t=1}^n a_t^2$ มีค่าน้อยที่สุดเมื่อกำหนดค่า $Z_{1-p}, \dots, Z_{-1}, Z_0$ และค่า $a_{1-q}, \dots, a_{-1}, a_0$ ดังนั้น

การประมาณค่าพารามิเตอร์ตามเงื่อนไขดังกล่าวอาจทำได้โดยการหาค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่

ทำให้ $\sum_{t=p+1}^n a_t^2$ มีค่าน้อยที่สุด เมื่อกำหนดให้ $a_p = a_{p-1} = \dots = a_{p+1-q} = 0$

3.3 วิธีความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีอยู่ในตัวแบบอนุกรมเวลาโดยใช้การประมาณ

ค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุดของฟังก์ชันความควรจะเป็น $L(\Phi, \delta, \Theta, \sigma_a^2)$ ซึ่งมี

พารามิเตอร์คือ Φ, δ, Θ และ σ_a^2 สามารถหาค่าประมาณได้จากการหาผลรวมต่ำสุดของความ

คลาดเคลื่อนกำลังสองนั้นคือ $\text{minimize} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2$ (Box & Jenkins, 1976) โดยที่

$\varepsilon_t = Z_t - \widehat{\phi}_1 Z_t - \dots - \widehat{\phi}_p Z_{t-p} - \widehat{\delta} + \widehat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \widehat{\theta}_q \varepsilon_{t-q}$ เป็นค่าประมาณของ a_t ซึ่งพิจารณา

จาก $a_t = Z_t - \widehat{\phi}_1 Z_t - \dots - \widehat{\phi}_p Z_{t-p} - \widehat{\delta} + \widehat{\theta}_1 a_{t-1} + \dots + \widehat{\theta}_q a_{t-q}$ เมื่อหาค่าประมาณของ Φ, δ

และ Θ จะได้ว่าตัวประมาณค่าของ σ_a^2 คือ $\widehat{\sigma}_a^2 = \frac{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2}{n}$

4. การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์

เมื่อทำการเลือกตัวแบบที่เหมาะสมและประมาณค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบที่เลือก ซึ่งหลักในการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจะตรวจสอบจากคุณสมบัติของ \hat{a}_t โดยใช้ตัวสถิติทดสอบ Q ดังสมการที่ 40 ดังนี้

$$Q = \{(n-d)[(n-d)+2]\} \sum_{j=1}^k \frac{r_j^2}{[(n-d)-j]} \quad (40)$$

เมื่อ k แทน ระยะห่างของช่วงเวลาของข้อมูล k (lag k)

n แทน จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดของค่าอนุกรมเวลา

d แทน อันดับของผลต่างของอนุกรมเวลา

r_j แทน ค่าอัตโนมัติสัมพันธ์ที่ lag j

โดยที่ตัวสถิติทดสอบ Q มีการแจกแจงไคกำลังสองด้วยองศาเสรีเท่ากับ $k-p-q$ เมื่อจำนวนค่าสังเกตมีขนาดใหญ่ ($n \rightarrow \infty$) และ Ljung and Box (1979) แสดงให้เห็นว่าเมื่อจำนวนค่าสังเกตเท่ากับ 100 ($n=100$) การแจกแจงของ $Q(k)$ จะประมาณด้วยการแจกแจงไคกำลังสองได้ไม่ดี

5. การพยากรณ์

งานวิจัยสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกมีอยู่เป็นจำนวนมากทั้งในประเทศและต่างประเทศที่นำเทคนิคการพยากรณ์มาใช้ อาทิเช่น Promprou, Jaroensutasinee, and Jaroensutasinee (2006) ใช้ตัวแบบ ARIMA (1, 0, 1) ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DHF) รายเดือนของภาคใต้ในประเทศไทย Wongkoon, Jaroensutasinee, and Jaroensutasinee (2012) ใช้ตัวแบบ ARIMA (3, 1, 4) พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย Silawan, Singhasivanon, Kaewkungwal, Nimmanitya, and Suwonkerd (2008) ใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (2, 1, 0) (0, 1, 1)₁₂ ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย Luz, Mendes, Codeço, Struchiner, and Galvani, (2008) ใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (2, 0, 0) (1, 0, 0)₁₂ เพื่อคาดการณ์ระบาดของโรคไข้เลือดออกของเมืองริโอเดอจาเนโรในประเทศบราซิล Choudhury, Banu, and Islam (2008) ใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (1, 0, 0) (1, 1, 1)₁₂ สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DF) รายเดือนของเมืองธากาในประเทศบังคลาเทศ Martinez, Silva, and Fabbro (2011) ใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (2, 1, 2) (1, 1, 1)₁₂ ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกของเมืองเซาเปาโลในประเทศบราซิล Bhatnagar, Lal, Gupta, and Gupta (2012) ใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (0, 0, 1) (0, 1, 1)₁₂ พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DF) และ DHF) รายเดือนของรัฐราชสถานในประเทศอินเดีย Earnest, Tan, Wilder-Smith, and Machin (2012) ใช้ตัวแบบ ARIMA (3, 1, 1) และตัวแบบ K-H พยากรณ์โรคติดเชื้อเพื่อแจ้งเตือนโรคไข้เลือดออก (DF) ในประเทศสิงคโปร์ เป็นต้น

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสนใจใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (p, d, q) $(P, D, Q)_s$ ดังสมการที่ 39 สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยใช้จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงปีเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

ตอนที่ 6 การตรวจสอบการแจกแจงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมื่อกำหนดให้ X_1, X_2, \dots, X_n เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n จากประชากรที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น $f(x)$ และ $F(x)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของประชากร สมมติฐานการทดสอบคือ $H_0: F(x) = F(x_0)$ โดย $F(x_0)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของประชากรที่ทราบว่าเป็นการแจกแจงไม่ต่อเนื่องหรือการแจกแจงต่อเนื่อง สมมติฐานการทดสอบมีดังต่อไปนี้

$H_0: F(x) = F(x_0)$ โดย $F(x_0)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของประชากรที่ทราบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของการทดสอบเช่น H_0 : ประชากรมีการแจกแจงปกติด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2 ที่ทราบค่า

หรือ $H_0: F(x) = F(x_0)$ โดย $F(x_0)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของประชากรที่ทราบการแจกแจงแต่ไม่ทราบค่าพารามิเตอร์บางตัว เช่น H_0 : ประชากรมีการแจกแจงปกติด้วยค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2 (โดยอาจทราบค่า μ หรือ σ^2 เพียงค่าใดค่าหนึ่งหรืออาจไม่ทราบค่าทั้งสองก็ได้)

หรือ H_0 : ตัวแปรสุ่ม X มีพารามิเตอร์ θ มีการแจกแจงแบบเดียวกับข้อมูลจริง และ H_1 : ตัวแปรสุ่ม X มีพารามิเตอร์ θ ไม่มีการแจกแจงแบบเดียวกับข้อมูลจริง

สำหรับการตรวจสอบการแจกแจงทางสถิติมี 3 วิธีได้แก่

1) การทดสอบภาวะสารูปดี (Goodness of Fit Test) จะใช้ตัวสถิติไคกำลังสองในการทดสอบ โดยคาร์ล เพียร์สัน (Lancaster and Seneta, 1969) ได้เสนอวิธีการทดสอบภาวะสารูปดี โดยใช้สถิติที่สร้างจากฟังก์ชันของความแตกต่างระหว่างจำนวนค่าสังเกตที่เกิดขึ้นในตัวอย่างสุ่มกับจำนวนค่าสังเกตที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายใต้การทดสอบ $H_0: F(x) = F(x_0)$ ที่กำหนดไว้ สถิติที่ใช้ในการทดสอบหาได้จากสมการที่ 41

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_{0i})^2}{np_{0i}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \frac{n_i^2}{p_{0i}} - n \quad (41)$$

เมื่อ n แทน ขนาดของตัวอย่างสุ่ม

n_i แทน จำนวนค่าสังเกตของกลุ่มที่ i ซึ่งลักษณะที่สนใจศึกษา

โดยที่ $i=1, 2, \dots, k$ และ $\sum_{i=1}^k n_i = n$

p_{0i} แทน ความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตซึ่งมีค่าของ X อยู่ในกลุ่มที่ i

เมื่อ H_0 เป็นจริง โดยที่ $\sum_{i=1}^k p_{0i} = 1$

p_{1i} แทน ความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตซึ่งมีค่าของ X อยู่ในกลุ่มที่ i

เมื่อ H_0 ไม่เป็นจริง โดยที่ $\sum_{i=1}^k p_{1i} = 1$

โดยที่ χ^2 มีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงไคกำลังสองด้วยองศาเสรี $k-1$ นั่นคือ $\chi^2 \sim \chi_{(k-1)}^2$ และจะปฏิเสธสมมุติฐานหลักเมื่อ $\chi^2 > \chi_{\alpha; (k-1)}^2$

2) การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) หรือการทดสอบ K-S (Massey Jr, 1951) มีขั้นตอนการทดสอบคือ 1) เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมากและให้ $X_{(i)}$ แทนค่าสังเกตที่น้อยที่สุดในลำดับที่ i นั่นคือ $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)}$ 2) กำหนดให้ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของ $X_{(i)}$ เขียนแทนด้วย $F_n(X_{(i)}) = i/n$ และฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมที่ต้องการทดสอบเขียนแทนด้วย $\widehat{F}_n(X_{(i)})$ จากนั้นคำนวณหาค่า

$D = \max(D^+, D^-)$ โดยที่ $D^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{i}{n} - \widehat{F}_n(X_{(i)}) \right\}$ และ $D^- = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \widehat{F}_n(X_{(i)}) - \frac{i-1}{n} \right\}$ 3)

ปฏิเสธสมมุติฐานหลักเมื่อ $D > D_\alpha$

3) การทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling Test) Anderson and Darling (1954) นำเสนอวิธีการทดสอบโดยใช้ตัวสถิติตั้งสมการที่ 42 ซึ่งจะปฏิเสธสมมุติฐานหลักเมื่อ $AD > a_{n,1-\alpha}$ (Stephens, 1974; Stephens, 1976; Stephens, 1977; Stephens, 1979)

$$AD = -n - \sum_{i=1}^n \frac{2i-1}{n} [\ln F(X_{(i)}) + \ln(1 - F(X_{(n+1-i)}))] \quad (42)$$

Law (2007) ได้สรุปค่าวิกฤตของการแจกแจงต่าง ๆ เอาไว้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าวิกฤตของการแจกแจงต่าง ๆ

กรณี	$1-\alpha$			
	0.900	0.950	0.975	0.990
ทราบค่าพารามิเตอร์	1.933	2.492	3.070	3.857
การแจกแจงปกติ	0.632	0.751	0.870	1.029
การแจกแจงเลขชี้กำลัง	1.062	1.321	1.591	1.959
การแจกแจงไวบูล	0.637	0.757	0.877	1.038
การแจกแจงล็อกโลจิสติก	0.563	0.660	0.769	0.906

ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงปกติสามารถทำการแปลงข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติมากยิ่งขึ้น การแปลงข้อมูลที่นิยมใช้ในทางสถิติมี 2 วิธีได้แก่

1) การแปลงบ็อกซ์-คอกซ์ (Box-Cox Transformations)

นักสถิติ George Box และ David Cox พัฒนาการแปลงบ็อกซ์คอกซ์ขึ้นเพื่อระบุตัวแทนที่เหมาะสมที่ใช้ในการแปลงข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ กระบวนการจะทำการเลือกค่าแลมดา (λ) ที่มีอยู่ระหว่าง $[-5, +5]$ จนกระทั่งได้ค่าที่ดีที่สุด อาทิเช่น ถ้า $\lambda = \pm 2$ จะทำการแปลงข้อมูลด้วย $y^{\pm 2}$ ถ้า $\lambda = \pm 1$ จะทำการแปลงข้อมูลด้วย $y^{\pm 1}$ ถ้า $\lambda = \pm 0.5$ จะทำการแปลงข้อมูลด้วย $y^{\pm 0.5}$ ถ้า $\lambda = 0$ จะทำการแปลงข้อมูลด้วย $\log(y)$ เป็นต้น (Box & Cox, 1964)

$$y' = y^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda y^{\lambda-1}} & ; \lambda \neq 0 \\ y \ln y & ; \lambda = 0 \end{cases}$$

โดยที่ $\dot{y} = \exp\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln y_i\right) = \sqrt[n]{y_1 y_2 \dots y_n}$ และ y' แทนข้อมูลที่แปลงค่าแล้ว

2) การแปลงจอห์นสัน (Johnson Transformations)

วิธีการแปลงจอห์นสันประกอบด้วย 3 ฟังก์ชัน ได้แก่ ฟังก์ชัน BS (Bounded System)

$y' = \gamma + \eta \ln\left(\frac{y - \varepsilon}{\lambda + \varepsilon - \chi}\right)$ ฟังก์ชัน LS (Log-Normal System)

$y' = \gamma + \eta \ln\left(\frac{y - \varepsilon}{\lambda}\right)$ และฟังก์ชัน US (Unbounded System) $y' = \gamma + \eta \sinh^{-1}\left(\frac{y - \varepsilon}{\lambda}\right)$ เมื่อ

$\sinh^{-1}(x) = \ln(x + \sqrt{1+x^2})$ โดยที่ γ แทนพารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 1 η แทนพารามิเตอร์บอกรูปร่างตัวที่ 2 ε แทนพารามิเตอร์บอกตำแหน่ง และ λ แทนพารามิเตอร์บอกสเกล การแปลงจอห์นสันจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 4 ค่า จนกระทั่งข้อมูลที่แปลงค่าแล้วมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติมากที่สุด

สำหรับการตรวจสอบการแจกแจงและพารามิเตอร์ของข้อมูลนั้นผู้วิจัยใช้คำสั่ง Individual Distribution Identification ในเมนูที่เขียนไว้บนแถบเครื่องมือ (Toolbar) ของโปรแกรม Minitab เวอร์ชัน 16 ที่สามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์บอกตำแหน่ง ค่าพารามิเตอร์บอกสเกล และค่าพารามิเตอร์บอกรูปร่างพร้อมทั้งแสดงค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบของแต่ละการแจกแจง

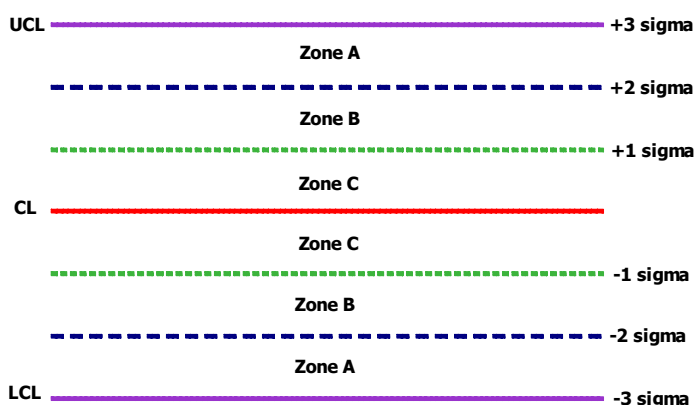
ตอนที่ 7 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมื่อได้ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจากตอนที่ 5 แล้วจากนั้นจะทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยอาศัยหลักการของการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC) ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักคือ ควบคุมให้กระบวนการคงที่ ลดความแปรผันของกระบวนการ และมีความไว (Sensitivity) ต่อการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ เมื่อกระบวนการออกนอกการควบคุมหรือกระบวนการมีความผิดปกติเกิดขึ้นด้วยเครื่องมือคือ แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ซึ่งมีกฎที่ใช้ในการแปลความหมาย (Interpretation Rules) สำหรับตรวจสอบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเมื่อกระบวนการออกนอกการควบคุมหรือกระบวนการมีความผิดปกติเกิดขึ้น (Western, 1956)

กฎที่ใช้ในการแปลความหมายจะแบ่งแผนภูมิควบคุมออกเป็น 3 ส่วน (Zone) ดังนี้

1. ส่วน A (Zone A) มีค่าอยู่ระหว่าง $\mu - 2\sigma$ กับ $\mu - 3\sigma$ หรือมีค่าอยู่ระหว่าง $\mu + 2\sigma$ กับ $\mu + 3\sigma$
2. ส่วน B (Zone B) มีค่าอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu - 2\sigma$ หรือ มีค่าอยู่ระหว่าง $\mu + 1\sigma$ กับ $\mu + 2\sigma$
3. ส่วน C (Zone C) มีค่าอยู่ระหว่าง μ กับ $\mu - 1\sigma$ หรือมีค่าอยู่ระหว่าง μ กับ $\mu + 1\sigma$

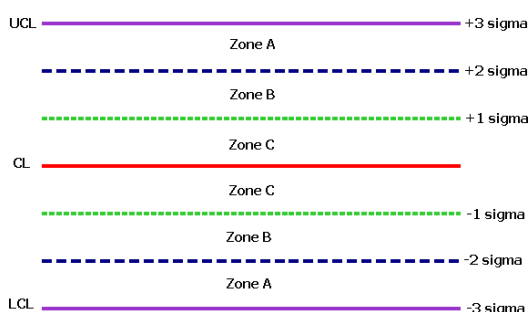
ส่วนต่าง ๆ ของแผนภูมิควบคุมที่ถูกแบ่งให้สอดคล้องกับกฎการแปลความหมายแสดงดังภาพที่ 8



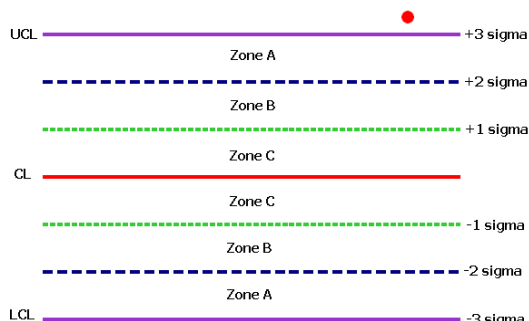
ภาพที่ 8 การแบ่งส่วนของแผนภูมิควบคุม

กฎการแปลความหมายสำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ
เมื่อกระบวนการออกนอกการควบคุมมีทั้งหมด 7 ข้อ ดังนี้

- กฎข้อที่ 1 มีจุดตัวอย่างใด ๆ ตกนอก $\mu - 3\sigma$ หรือ $\mu + 3\sigma$ ดังภาพที่ 9
- กฎข้อที่ 2 มี 2 ใน 3 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu - 2\sigma$ กับ $\mu - 3\sigma$ หรือระหว่าง $\mu + 2\sigma$ กับ $\mu + 3\sigma$ หรือตกอยู่ในส่วน A ดังภาพที่ 10
- กฎข้อที่ 3 มี 4 ใน 5 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu - 3\sigma$ หรือระหว่าง $\mu + 1\sigma$ กับ $\mu + 3\sigma$ หรือตกอยู่ในส่วน A และส่วน B ดังภาพที่ 11
- กฎข้อที่ 4 มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ระหว่าง μ กับ $\mu - 3\sigma$ หรือระหว่าง μ กับ $\mu + 3\sigma$ หรือตกอยู่ในส่วน A ส่วน B และส่วน C ดังภาพที่ 12
- กฎข้อที่ 5 มี 15 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu + 1\sigma$ หรือตกอยู่ในส่วน C ดังภาพที่ 13
- กฎข้อที่ 6 มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่เหนือหรือใต้เส้นกลาง โดยไม่มีจุดตัวอย่างใดเลยตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu + 1\sigma$ หรือตกอยู่ในส่วน C ดังภาพที่ 14
- กฎข้อที่ 7 มี 7 จุดตัวอย่างติดกันต่อเนื่องทำให้เกิดแนวโน้ม ดังภาพที่ 15

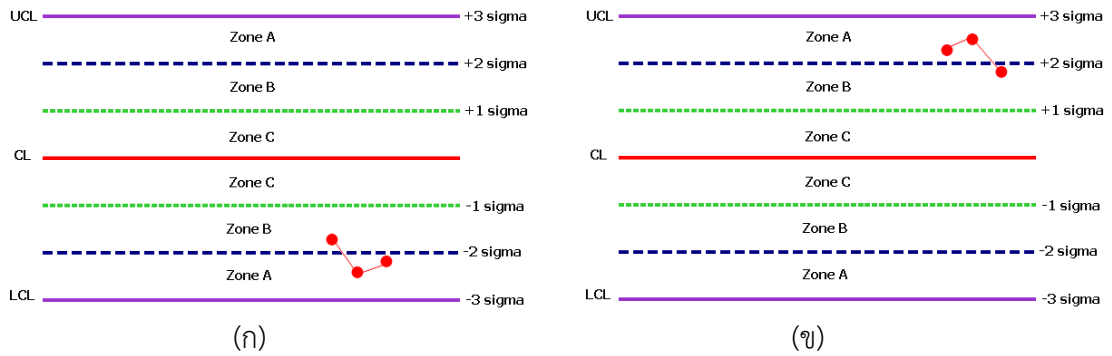


(ก)

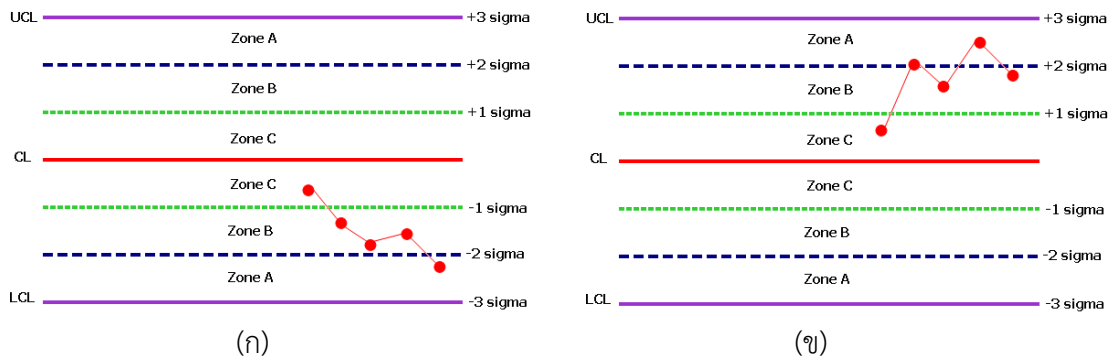


(ข)

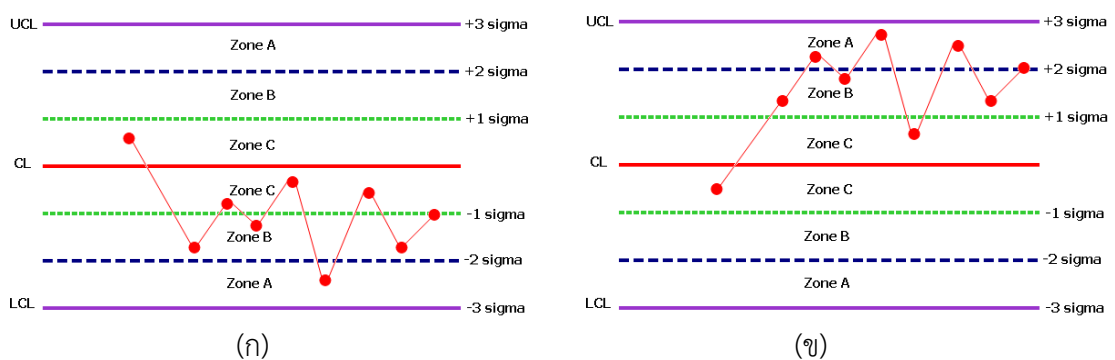
ภาพที่ 9 กฎการแปลความหมายข้อที่ 1 (ก) มีจุดตัวอย่างตกนอก $\mu - 3\sigma$ (ข) มีจุดตัวอย่างตกนอก $\mu + 3\sigma$



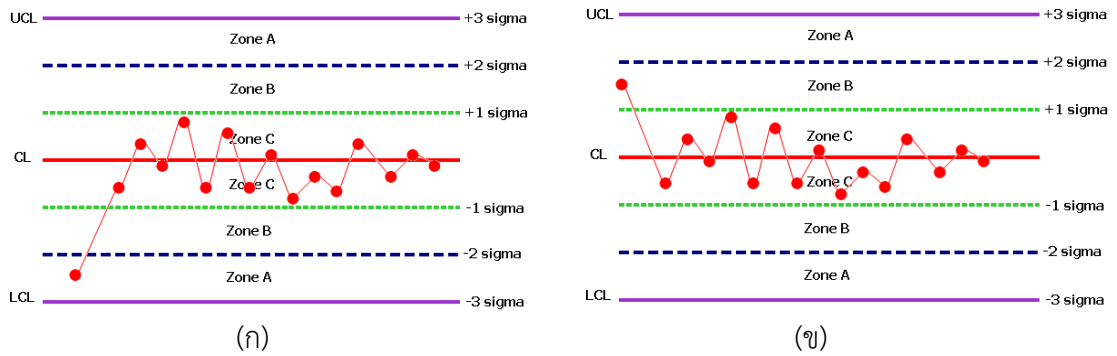
ภาพที่ 10 กฎการแปลความหมายข้อที่ 2 (ก) มี 2 ใน 3 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu - 2\sigma$ กับ $\mu - 3\sigma$ (ข) มี 2 ใน 3 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu + 2\sigma$ กับ $\mu + 3\sigma$



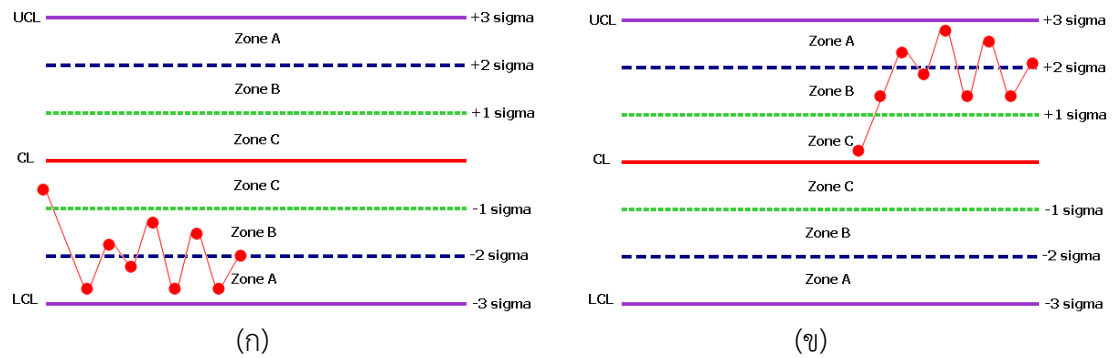
ภาพที่ 11 กฎการแปลความหมายข้อที่ 3 (ก) มี 4 ใน 5 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu - 3\sigma$ (ข) มี 4 ใน 5 จุดตัวอย่างตกอยู่ระหว่าง $\mu + 1\sigma$ กับ $\mu + 3\sigma$



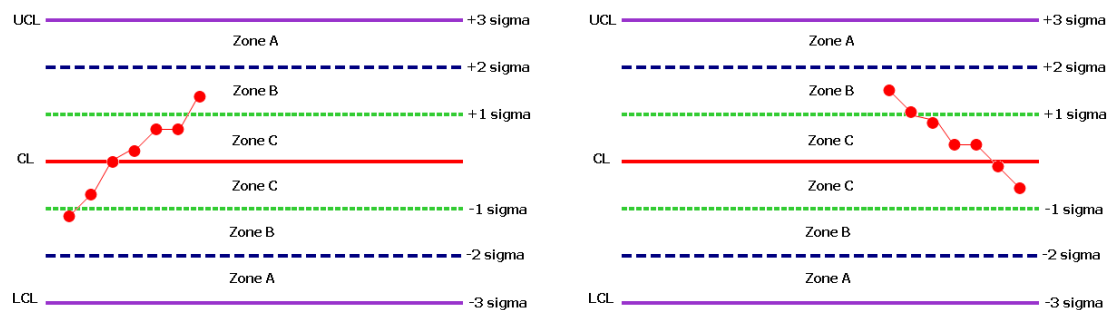
ภาพที่ 12 กฎการแปลความหมายข้อที่ 4 (ก) มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ระหว่าง μ กับ $\mu - 3\sigma$ (ข) มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ระหว่าง μ กับ $\mu + 3\sigma$



ภาพที่ 13 กฎการแปลความหมายข้อที่ 5 มี 15 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu + 1\sigma$



ภาพที่ 14 กฎการแปลความหมายข้อที่ 6 (ก) มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่ใต้เส้นกลาง โดยไม่มีจุดตัวอย่างใดเลยตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu + 1\sigma$ (ข) มี 8 จุดตัวอย่างติดกันตกอยู่เหนือเส้นกลาง โดยไม่มีจุดตัวอย่างใดเลยตกอยู่ระหว่าง $\mu - 1\sigma$ กับ $\mu + 1\sigma$



ภาพที่ 15 กฎการแปลความหมายข้อที่ 7 มี 7 จุดตัวอย่างติดกันต่อเนื่องทำให้เกิดแนวโน้ม

มีงานวิจัยจำนวนมากที่นำกฎการแปลความหมาย 7 ข้อ ไปใช้ในการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม เช่น Champ and Woodal (1987, 1990) Chang and Bai (2001) Khoo (2003) และ Jamali, Jinlin, and Durad (2006) สำหรับการตรวจสอบการระบาดของโรคใช้เลือดออกผู้วิจัยนำกฎการแปลความหมาย 7 ข้อ ไปใช้ตรวจสอบการระบาดของโรคใช้เลือดออกเมื่อตรวจสอบแล้วเห็นว่ากระบวนการออกนอกการควบคุม การใช้แผนภูมิควบคุม ATCC เพื่อตรวจสอบการระบาดของโรคใช้เลือดออกนั้นต้องปรับแผนภูมิควบคุมให้มีขีดจำกัดควบคุมเท่ากับ $\pm 3\sigma$ เหมือนแผนภูมิของซีวฮาร์ทก่อนจึงจะสามารถนำกฎการแปลความหมาย 7 ข้อ ไปใช้ตรวจสอบการระบาดของโรคใช้เลือดออกได้ ดังนั้นการปรับค่าพารามิเตอร์ k ของแผนภูมิควบคุม ATCC ทำได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ k ของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC

การแจกแจง	ค่าพารามิเตอร์ k						
	แผนภูมิควบคุม TCC			แผนภูมิควบคุม ATCC			
	$\pm 1\sigma$	$\pm 2\sigma$	$\pm 3\sigma$	$\pm 1\sigma$	$\pm 2\sigma$	$\pm 3\sigma$	
สมมาตร	$N(0,1)$	0.2413	0.9826	1.7239	0.4826	1.9652	3.4478
	$t_{(4)}$	0.2706	1.4369	3.9689	0.4203	2.2316	6.1638
	$t_{(10)}$	0.2520	1.1316	2.3271	0.4677	2.1003	4.3192
	$t_{(20)}$	0.2465	1.0525	1.9908	0.4763	2.0339	3.8471
	$t_{(30)}$	0.2447	1.0283	1.8950	0.4786	2.0111	3.7063
	$Logis(0,1)$	0.2592	1.2113	2.5067	0.4656	2.1756	4.5021
	$Lap(0,1)$	0.3280	1.7290	3.7665	0.4767	2.5128	5.4739
ไม่สมมาตร	$Gam(1,1)$	0.1586	1.5508	4.1218	0.2583	2.5260	6.7136
	$Gam(2,1)$	0.2036	1.2506	3.1380	0.3695	2.2699	5.6958
	$Gam(3,1)$	0.2171	1.1418	2.7863	0.4076	2.1434	5.2306
	$Gam(4,1)$	0.2236	1.0820	2.5942	0.4266	2.0646	4.9503
	$\chi^2_{(1)}$	0.0742	2.1908	6.2832	0.0951	2.8061	8.0479
	$\chi^2_{(2)}$	0.1586	1.5508	4.1218	0.2583	2.5260	6.7136
	$\chi^2_{(3)}$	0.1892	1.3525	3.4699	0.3126	2.3706	6.0818
	$\chi^2_{(4)}$	0.2036	1.2506	3.1380	0.3695	2.2699	5.6958

- ข้อมูลมีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 หรือ $\chi^2_{(3)}$ ขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ k เท่ากับ 0.3126 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ k เท่ากับ 2.3706 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ k เท่ากับ 6.0818

- ข้อมูลมีการแจกแจงโคกกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $\chi^2_{(4)}$ ขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ k เท่ากับ 0.3695 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ k เท่ากับ 2.2699 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ k เท่ากับ 5.6958

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey หรือแผนภูมิควบคุม TCC โดยใช้การศึกษาการจำลองข้อมูล (Simulation study) และนำแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ หรือแผนภูมิควบคุม ATCC ไปทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออก ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

ขั้นตอนที่ 1 การปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey

สำหรับขั้นตอนที่ 1 เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 คือ การปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey ให้มีสมรรถนะในการตรวจสอบกระบวนการที่ยิ่งขึ้น เมื่อกระบวนการอยู่ในการควบคุม มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแผนภูมิควบคุม TCC รวมถึงแนวทางการแก้ปัญหา
2. วิเคราะห์ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งที่จะนำมาใช้ในแผนภูมิควบคุม ATCC ให้มีความแกร่งมากยิ่งขึ้น
3. วิเคราะห์ตัวประมาณค่าบอกสเกลค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐานที่มีความแกร่งหรือตัวประมาณค่าบอกสเกล MADM
4. สังเคราะห์แผนภูมิควบคุม ATCC

$$UCL = F^{-1}(3/4) + (k \times MADM)$$

$$CL = F^{-1}(1/2)$$

$$LCL = F^{-1}(1/4) - (k \times MADM)$$

เมื่อ $F^{-1}(1/4)$ แทน ควอร์ไทล์ที่ 1 ของ $F(x)$

$F^{-1}(1/2)$ แทน ควอร์ไทล์ที่ 2 ของ $F(x)$

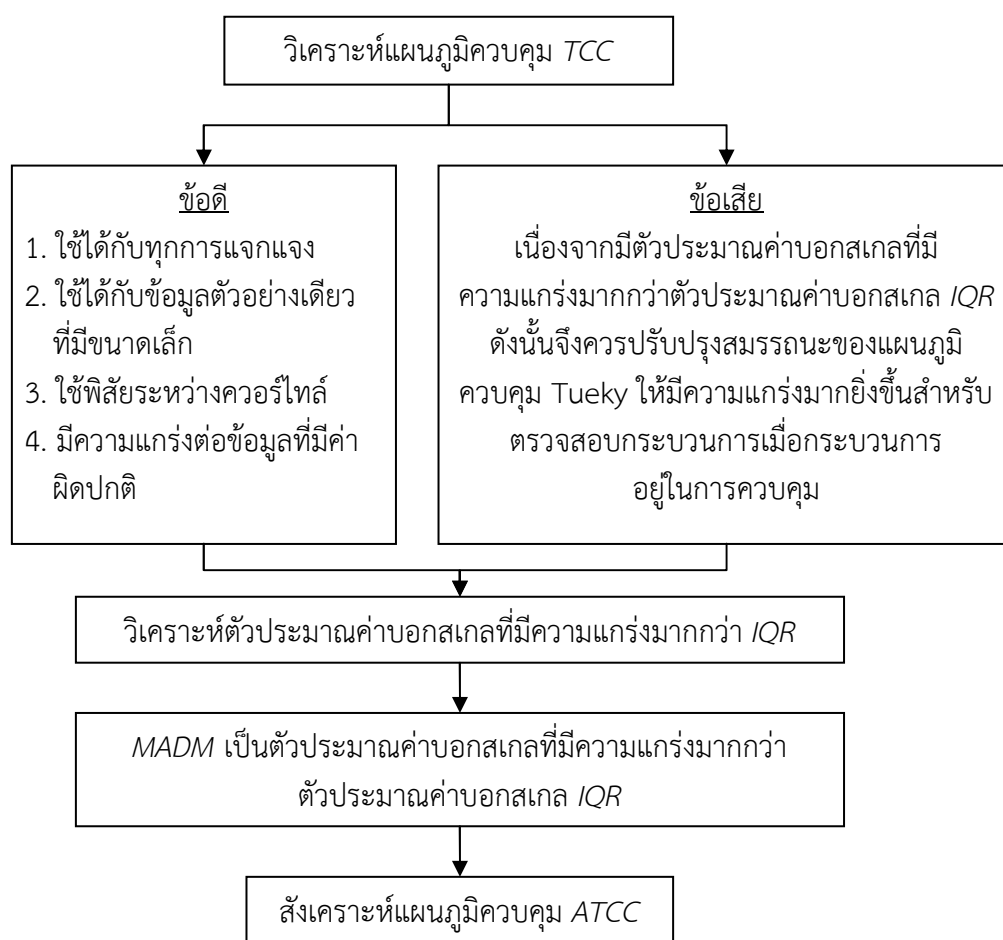
$F^{-1}(3/4)$ แทน ควอร์ไทล์ที่ 3 ของ $F(x)$

MADM แทน ค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน

k แทน พารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมมีค่าเท่ากับ 3

โดยการปรับแก้แผนภูมิควบคุม TCC นำตัวประมาณค่าบอกสเกล MADM มาใช้แทนตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR เนื่องจากตัวประมาณค่าบอกสเกล MADM มีคุณสมบัติที่ดีกว่า

ตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* คือ 1) มีขอบเขตของฟังก์ชันเพียงพอที่แคบกว่าขอบเขตของฟังก์ชันเพียงพอของตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* (Hampel, 1971) และ 2) มีจุดแบ่งข้อมูลมากกว่าจุดแบ่งข้อมูลของตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* อีกทั้งยังมีจุดแบ่งข้อมูลที่มีค่าสูงสุด (Andrews et al., 1972) จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* มีความแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* (Huber, 1981; Hampel, Ronchetti, Rousseeuw, & Stahel, 1986) สรุปการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้อยู่ที่ภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการปรับแก้แผนภูมิควบคุม *TCC*

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้

สำหรับขั้นตอนที่ 2 เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ ตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้หรือแผนภูมิควบคุม *ATCC* การดำเนินการในขั้นตอนนี้พิจารณา ดังนี้

1. การจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลด้วยโปรแกรม R เวอร์ชัน 3.0.1 (Zuur, Ieno, & Meesters, 2009) โดยทำการจำลองข้อมูลภายใต้ 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข โดยที่แต่ละเงื่อนไขทำการทดลองซ้ำ 300,000 ครั้ง เนื่องจากรอบการทำการซ้ำที่น้อยเกินไปอาจทำให้การ

คำนวณหาค่า ARL_0 มีความคลาดเคลื่อน จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาสมรรถนะของ แผนภูมิควบคุม Tukey ในอดีตพบว่า ภายใต้การจำลองข้อมูลงานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้เวลาทำซ้ำ 300,000 ครั้ง (Borckardt, Nash, Hardesty, Herbert, Cooney, & Pelic, 2005; Torng & Lee, 2008; Torng, Liao, Lee, & Wu, 2009; Tercero-Gomez, Ramirez-Galindo, Cordero-Franco, Smith, & Beruvides, 2012) ซึ่งมีเงื่อนไขเป็นดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 การแจกแจงคุณลักษณะเชิงคุณภาพจำนวน 15 ลักษณะ ได้แก่

1) การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกล เท่ากับ 1 หรือ $X \sim N(0, 1)$

2) การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim t_{(4)}$

3) การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 หรือ $X \sim t_{(10)}$

4) การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 หรือ $X \sim t_{(20)}$

5) การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 หรือ $X \sim t_{(30)}$

6) การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim Logis(0, 1)$

7) การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $X \sim Lap(0, 1)$

8) การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกล เท่ากับ 1 หรือ $X \sim Gam(1, 1)$

9) การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอกสเกล เท่ากับ 1 หรือ $X \sim Gam(2, 1)$

10) การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกล เท่ากับ 1 หรือ $X \sim Gam(3, 1)$

11) การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกล เท่ากับ 1 หรือ $X \sim Gam(4, 1)$

12) การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 หรือ $X \sim \chi^2_{(1)}$

13) การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 หรือ $X \sim \chi^2_{(2)}$

14) การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 หรือ $X \sim \chi^2_{(3)}$

15) การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $X \sim \chi^2_{(4)}$

สถานการณ์ที่ 2 ขนาดตัวอย่าง 6 กลุ่ม ได้แก่

1) จำนวน 10 ตัวอย่าง หรือ $n = 10$

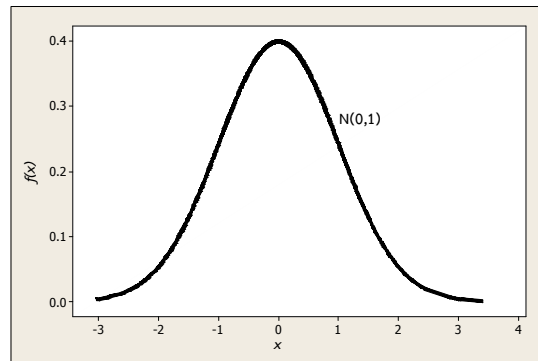
2) จำนวน 20 ตัวอย่าง หรือ $n = 20$

3) จำนวน 30 ตัวอย่าง หรือ $n = 30$

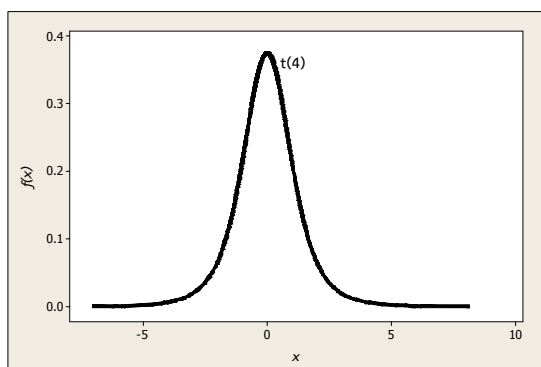
4) จำนวน 100 ตัวอย่าง หรือ $n = 100$

5) จำนวน 1,000 ตัวอย่าง หรือ $n = 1,000$

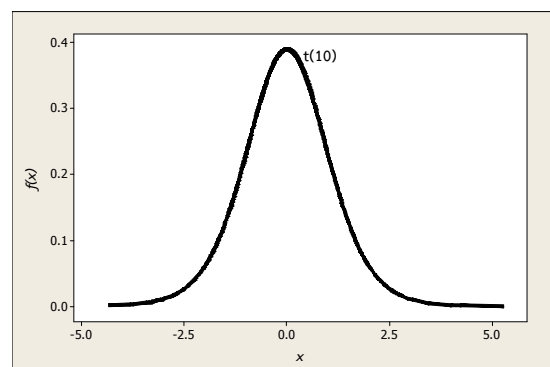
6) จำนวน 10,000 ตัวอย่าง หรือ $n = 10,000$



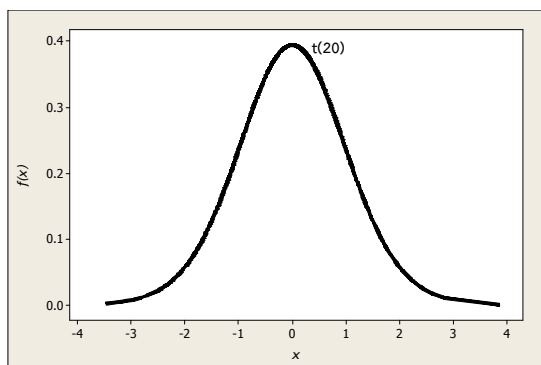
ภาพที่ 17 การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1



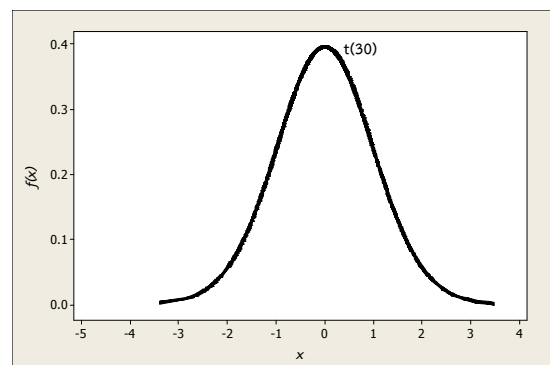
(ก)



(ข)

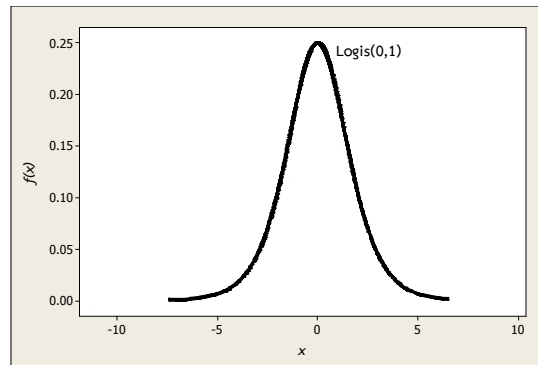


(ค)

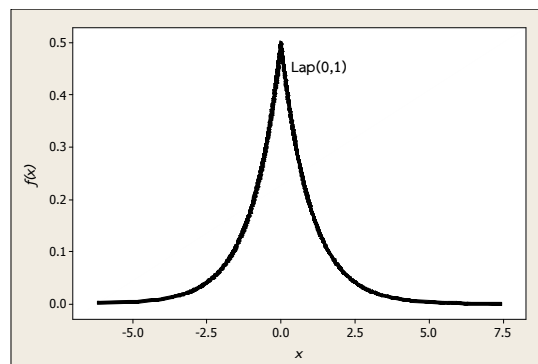


(ง)

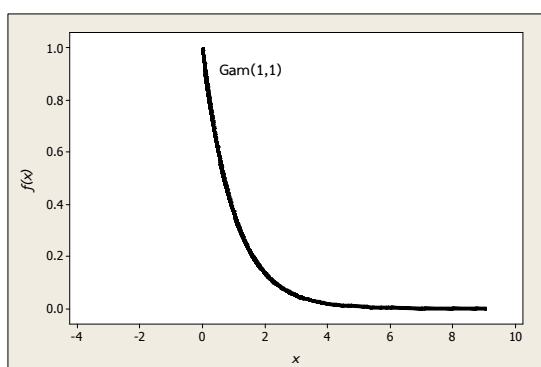
ภาพที่ 18 การแจกแจงที่ (ก) $X \sim t_{(4)}$ (ข) $X \sim t_{(10)}$ (ค) $X \sim t_{(20)}$ และ (ง) $X \sim t_{(30)}$



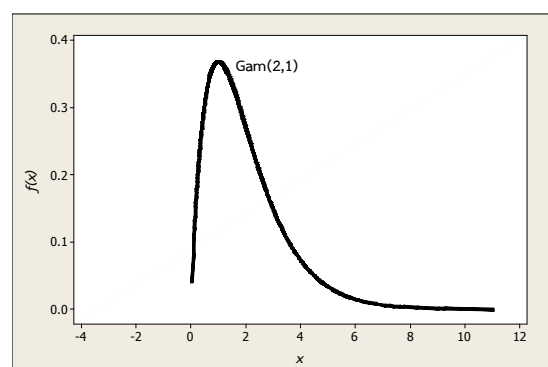
ภาพที่ 19 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1



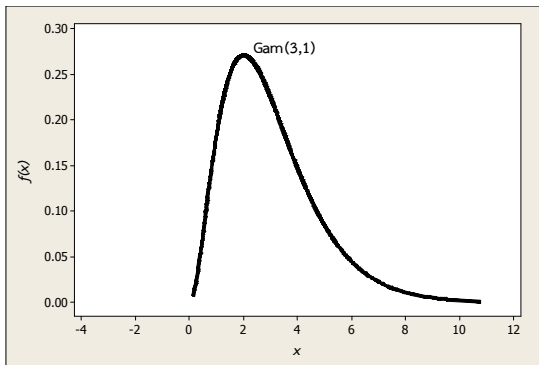
ภาพที่ 20 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1



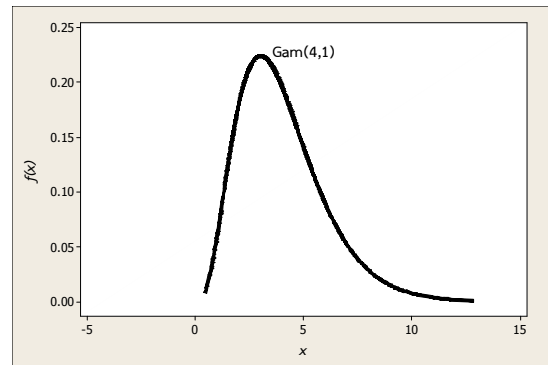
(ก)



(ข)

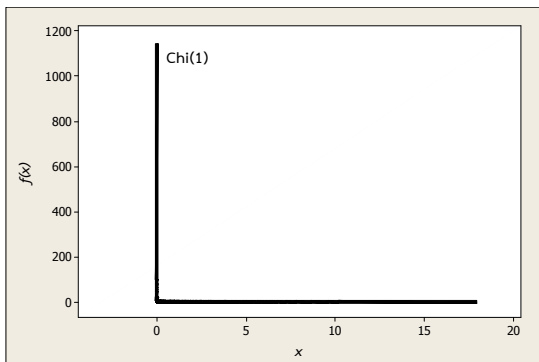


(ค)

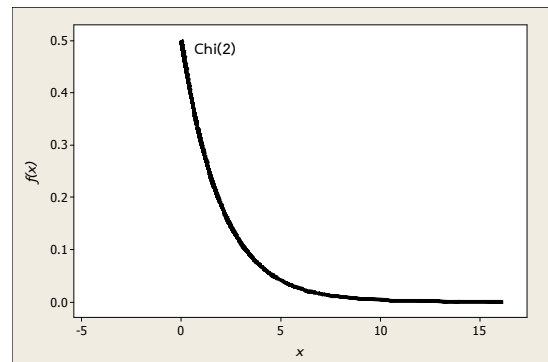


(ง)

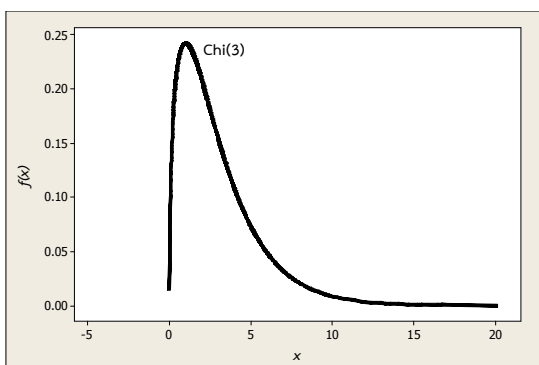
ภาพที่ 21 การแจกแจงแกมมา (ก) $X \sim \text{Gam}(1, 1)$ (ข) $X \sim \text{Gam}(2, 1)$ (ค) $X \sim \text{Gam}(3, 1)$ และ (ง) $X \sim \text{Gam}(4, 1)$



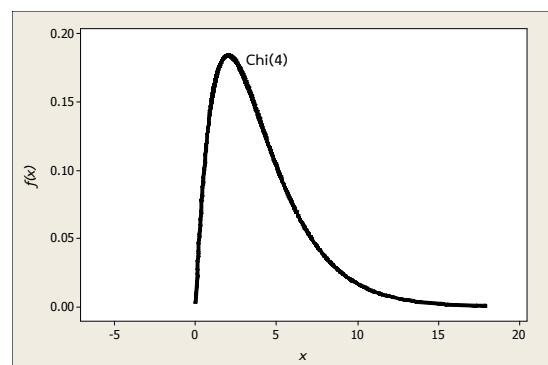
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 22 การแจกแจงไคกำลังสอง (ก) $X \sim \chi^2_1$ (ข) $X \sim \chi^2_2$ (ค) $X \sim \chi^2_3$ และ (ง) $X \sim \chi^2_4$

2. การสร้างแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ โดยใช้ขีดจำกัดควบคุมแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$

ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม $ATCC$
ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)	$F^{-1}(3/4)-(1.5 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4)-(3 \times MADM)$
เส้นกลาง (CL)	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(1/2)$
ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)	$F^{-1}(1/4)-(1.5 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4)-(3 \times MADM)$

3. การคำนวณจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมเมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมหรือค่า ARL_0

3.1 การคำนวณค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ n เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $ARL_0(TCC, n)$ พิจารณาดังสมการที่ 43 ดังนี้

$$ARL_0(TCC, n) = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4)-(1.5 \times IQR)}^{F^{-1}(3/4)+(1.5 \times IQR)} f(x) dx} \quad (43)$$

3.2 การคำนวณค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ n เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $ARL_0(ATCC, n)$ พิจารณาดังสมการที่ 44 ดังนี้

$$ARL_0(ATCC, n) = \frac{1}{1 - \int_{F^{-1}(1/4)-(3 \times MADM)}^{F^{-1}(3/4)+(3 \times MADM)} f(x) dx} \quad (44)$$

4. การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างแผนภูมิควบคุม TCC กับแผนภูมิควบคุม $ATCC$

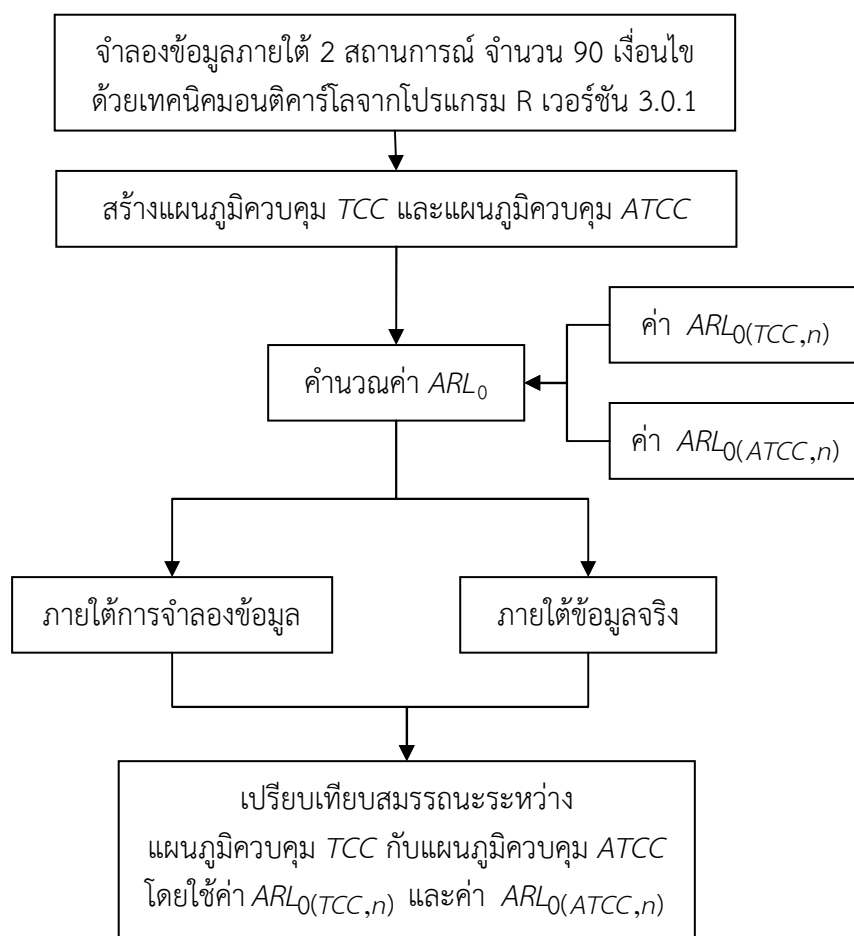
4.1 ภายใต้การจำลองข้อมูล 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข

4.2 ภายใต้ข้อมูลจริง จำนวน 4 เงื่อนไข

โดยเกณฑ์พิจารณาเป็นดังนี้

แผนภูมิควบคุม TCC มีสมรรถนะดีกว่าถ้า $ARL_0(TCC, n) > ARL_0(ATCC, n)$
 แผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีสมรรถนะดีกว่าถ้า $ARL_0(ATCC, n) > ARL_0(TCC, n)$

สรุปการดำเนินการในขั้นตอนนี้ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ขั้นตอนการตรวจสอบแผนภูมิควบคุม ATCC

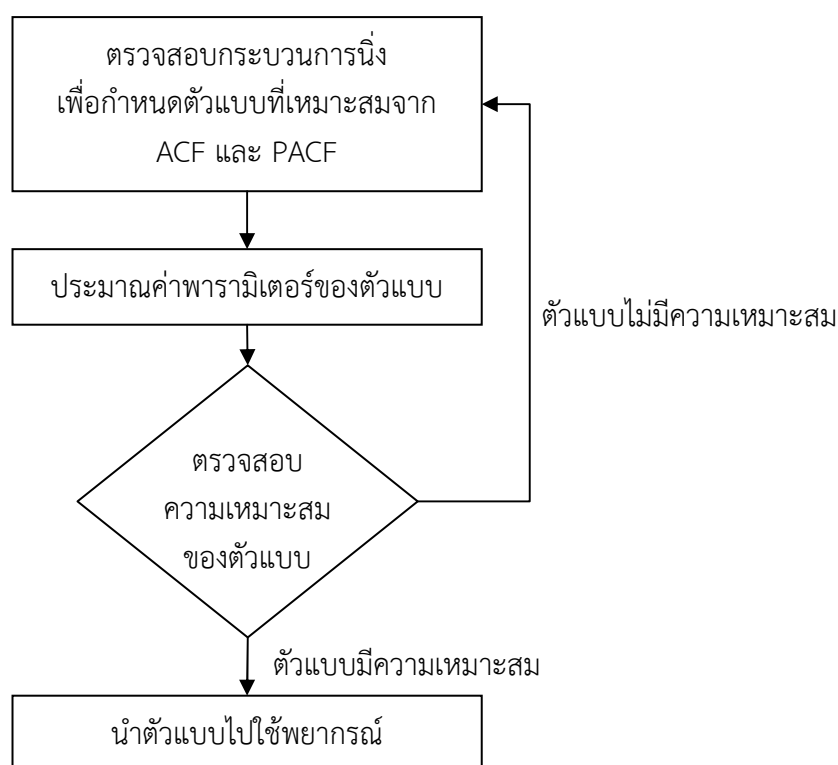
ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

สำหรับขั้นตอนที่ 3 เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 คือ การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ดำเนินการดังนี้

1. การสร้างตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

การสร้างตัวแบบออโตรีเกรสซีฟอินทิเกรทของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีการแปรผันตามฤดูกาล (Autoregressive integrated moving average: ARIMA) หรือตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 มีขั้นตอนดังนี้

- 1.1 การตรวจสอบกระบวนการนิ่งของอนุกรมเวลาโดยพิจารณาจากฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ ((Autocorrelation function: ACF) และฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial autocorrelation function: PACF) เพื่อกำหนดตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่เหมาะสม
- 1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA
- 1.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA โดยพิจารณาจากกราฟ ACF ของค่าตกค้างและค่าสถิติทดสอบ Q
- 1.4 การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 สรุปการดำเนินการในขั้นตอนนี้อย่างภาพที่ 27



ภาพที่ 24 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

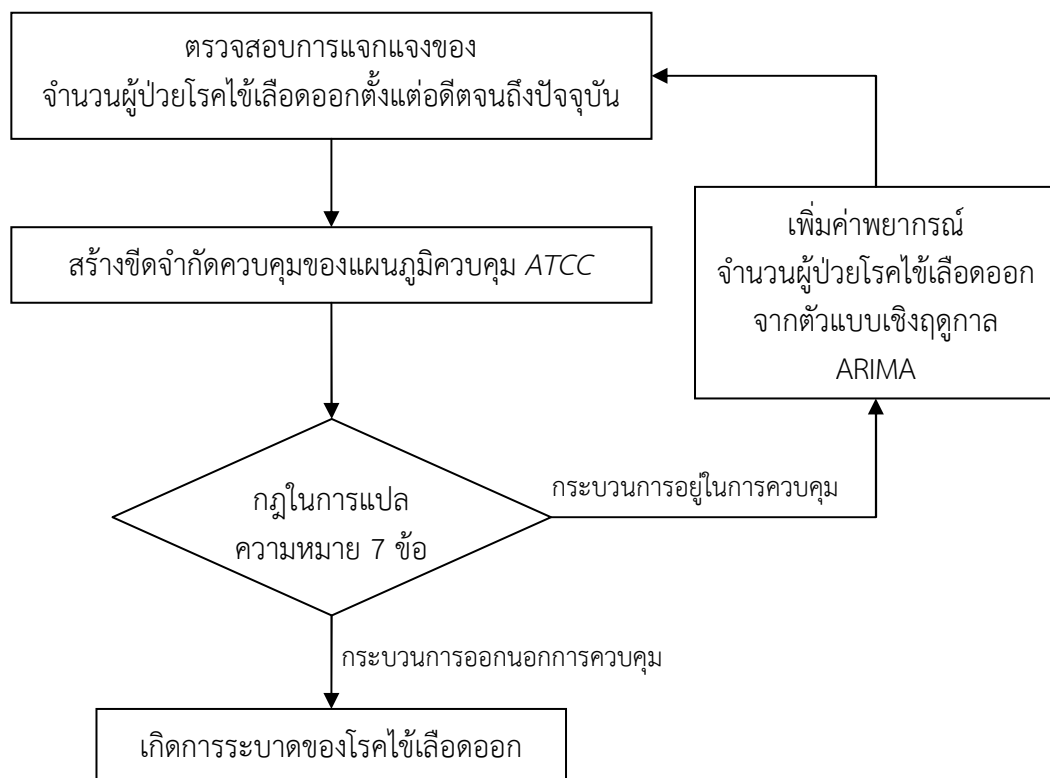
2. การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออก

การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกใช้แผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

- 2.1 การตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
- 2.2 การสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC
- 2.3 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 โดยใช้แผนภูมิควบคุม ATCC และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

2.4 การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 โดยเพิ่มค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกล่วงหน้าหนึ่งเดือนที่ได้จากตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA จากนั้นทำซ้ำข้อ 1 ถึงข้อ 3 จนกว่าจะสามารถตรวจสอบได้ว่าเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกเมื่อใดรวมกับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

สรุปการดำเนินการในขั้นตอนนี้ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ขั้นตอนการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

ตารางที่ 11 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ของการแจกแจงต่าง ๆ

การแจกแจง	ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC		
		ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)	เส้นกลาง (CL)	ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)
$N(0,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.7239 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.9826 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.9826 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2413 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2413 \times IQR)$
$t_{(4)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(3.9689 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(3.9689 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.4369 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.4369 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2706 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2706 \times IQR)$
$t_{(10)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.3271 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.3271 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.1316 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.1316 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2520 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2520 \times IQR)$
$t_{(20)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.9908 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.9908 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.0525 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.0525 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2465 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2465 \times IQR)$
$t_{(30)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.8950 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.8950 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.0283 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.0283 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2447 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2447 \times IQR)$
$Logis(0,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.5067 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.5067 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.2113 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.2113 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2593 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2593 \times IQR)$
$Lap(0,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(3.7665 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(3.7665 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.7290 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.7290 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.3280 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.3280 \times IQR)$
$Gam(1,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(4.1218 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(4.1218 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.5508 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.5508 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.1581 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.1581 \times IQR)$
$Gam(2,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(3.1380 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(3.1380 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.2506 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.2506 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2028 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2028 \times IQR)$

ตารางที่ 11 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ของการแจกแจงต่าง ๆ (ต่อ)

การแจกแจง	ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC		
		ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)	เส้นกลาง (CL)	ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)
Gam(3,1)	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (2.7863 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (2.7863 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (1.1418 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (1.1418 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (0.2163 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (0.2163 \times IQR)$
Gam(4,1)	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (2.5942 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (2.5942 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (1.0820 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (1.0820 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (0.2227 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (0.2227 \times IQR)$
$\chi^2_{(1)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (6.2832 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (6.2832 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (2.1908 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (2.1908 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (0.0742 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (0.0742 \times IQR)$
$\chi^2_{(2)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (4.1218 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (4.1218 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (1.5508 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (1.5508 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (0.1581 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (0.1581 \times IQR)$
$\chi^2_{(3)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (3.4699 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (3.4699 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (1.3525 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (1.3525 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (0.1885 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (0.1885 \times IQR)$
$\chi^2_{(4)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (3.1380 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (3.1380 \times IQR)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (1.2506 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (1.2506 \times IQR)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4) - (0.2028 \times IQR)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4) + (0.2028 \times IQR)$

การสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ภายใต้การแจกแจงต่าง ๆ กำหนดดังตารางที่ 11 ดังนี้

- การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 หรือ $N(0, 1)$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4) - (1.7239 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4) + (1.7239 \times IQR)$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4) - (0.9826 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4) + (0.9826 \times IQR)$ และสำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4) - (0.2413 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4) + (0.2413 \times IQR)$

- การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $\chi^2_{(4)}$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(3.1380 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(3.1380 \times IQR)$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(1.2506 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(1.2506 \times IQR)$ และสำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(0.2028 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(0.2028 \times IQR)$

ตารางที่ 12 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงต่าง ๆ

การแจกแจง	ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม ATCC		
		ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)	เส้นกลาง (CL)	ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)
$N(0,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(3.4478 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(3.4478 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(1.9652 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(1.9652 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4826 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4826 \times MADM)$
$t_{(4)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(6.1638 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(6.1638 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.2316 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.2316 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4203 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4203 \times MADM)$
$t_{(10)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(4.3192 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(4.3192 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.1003 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.1003 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4678 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4678 \times MADM)$
$t_{(20)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(3.8471 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(3.8471 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.0339 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.0339 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4764 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4764 \times MADM)$
$t_{(30)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(3.7063 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(3.7063 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.0111 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.0111 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4787 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4787 \times MADM)$
$Logis(0,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(4.5021 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(4.5021 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.1756 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.1756 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4656 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4656 \times MADM)$

ตารางที่ 12 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงต่าง ๆ (ต่อ)

การแจกแจง	ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม ATCC		
		ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL)	เส้นกลาง (CL)	ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL)
$Lap(0,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(5.4739 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(5.4739 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.5128 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.5128 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4767 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4767 \times MADM)$
$Gam(1,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(6.7136 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(6.7136 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.5260 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.5260 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2575 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2575 \times MADM)$
$Gam(2,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(5.6958 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(5.6958 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.2699 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.2699 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.3681 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.3681 \times MADM)$
$Gam(3,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(5.2306 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(5.2306 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.1434 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.1434 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4061 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4061 \times MADM)$
$Gam(4,1)$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(4.9503 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(4.9503 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.0646 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.0646 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.4249 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.4249 \times MADM)$
$\chi^2_{(1)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(8.0479 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(8.0479 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.8061 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.8061 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.0950 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.0950 \times MADM)$
$\chi^2_{(2)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(6.7136 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(6.7136 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.5260 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.5260 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.2575 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.2575 \times MADM)$
$\chi^2_{(3)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(6.0818 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(6.0818 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.3706 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.3706 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.3303 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.3303 \times MADM)$
$\chi^2_{(4)}$	$\pm 3\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(5.6958 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(5.6958 \times MADM)$
	$\pm 2\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(2.2699 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(2.2699 \times MADM)$
	$\pm 1\sigma$	$F^{-1}(1/4)-(0.3681 \times MADM)$	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(3/4)+(0.3681 \times MADM)$

- การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 หรือ $\chi^2_{(2)}$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(6.7136 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(6.7136 \times IQR)$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(2.5260 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(2.5260 \times IQR)$ และสำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(0.2575 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(0.2575 \times IQR)$

- การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 หรือ $\chi^2_{(3)}$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(6.0818 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(6.0818 \times IQR)$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(2.3706 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(2.3706 \times IQR)$ และสำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(0.3303 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(0.3303 \times IQR)$

- การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 หรือ $\chi^2_{(4)}$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(5.6958 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(5.6958 \times IQR)$ สำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(2.2699 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(2.2699 \times IQR)$ และสำหรับขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ กำหนดขีดจำกัดควบคุมล่างเท่ากับ $F^{-1}(1/4)-(0.3681 \times IQR)$ เส้นกลางเท่ากับ $F^{-1}(1/2)$ และขีดจำกัดควบคุมบนเท่ากับ $F^{-1}(3/4)+(0.3681 \times IQR)$

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey เพื่อใช้ในการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออก ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการนำเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

UCL แทน ขีดจำกัดควบคุมบน

LCL แทน ขีดจำกัดควบคุมล่าง

CL แทน เส้นกลาง

ACF แทน ฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์

$PACF$ แทน ฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน

$RMSE$ แทน ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

AD แทน ค่าสถิติทดสอบแอนด์เดอร์สัน-ดาร์ริง

$N(0, 1)$ แทน การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1

$t_{(4)}$ แทน การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4

$t_{(10)}$ แทน การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10

$t_{(20)}$ แทน การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20

$t_{(30)}$ แทน การแจกแจงที ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30

$Logis(0, 1)$ แทน การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1

$Lap(0, 1)$ แทน การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1

$Gam(1, 1)$ แทน การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1

$Gam(2, 1)$ แทน การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1

$Gam(3, 1)$ แทน การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 3 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1

$Gam(4, 1)$ แทน การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 4 และ พารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1

$\chi^2_{(1)}$	แทน การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1
$\chi^2_{(2)}$	แทน การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2
$\chi^2_{(3)}$	แทน การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3
$\chi^2_{(4)}$	แทน การแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4
ARL	แทน จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม
ARL_0	แทน จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุม
$ARL_0(TCC, n)$	แทน จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอก การควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมของ แผนภูมิควบคุม Tukey ที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่มีการ เปลี่ยนแปลง และขนาดตัวอย่างเท่ากับ n
$ARL_0(ATCC, n)$	แทน จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอก การควบคุม เมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมของ แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ ที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่มี การเปลี่ยนแปลง และขนาดตัวอย่างเท่ากับ n
<i>IQR</i>	แทน พิสัยระหว่างควอร์ไทล์
<i>MADM</i>	แทน ค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน
$F^{-1}(1/4)$	แทน ควอร์ไทล์ที่ 1
$F^{-1}(1/2)$	แทน ควอร์ไทล์ที่ 2
$F^{-1}(3/4)$	แทน ควอร์ไทล์ที่ 3
แผนภูมิควบคุม <i>TCC</i>	แทน แผนภูมิควบคุม Tukey
แผนภูมิควบคุม <i>ATCC</i>	แทน แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้

ตอนที่ 1 ผลการปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey

จากการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม *TCC* แสดงให้เห็นว่า เป็นแผนภูมิควบคุมที่มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเนื่องจากใช้ *IQR* ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งสำหรับสร้างแผนภูมิควบคุมซึ่งแตกต่างจากแผนภูมิควบคุมอื่นที่ใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่ไม่มีความแกร่ง เช่น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น สำหรับขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม *TCC* เป็นดังนี้

$$UCL = F^{-1}(3/4) + (1.5 \times IQR)$$

$$CL = F^{-1}(1/2)$$

$$LCL = F^{-1}(1/4) - (1.5 \times IQR)$$

ถึงแม้ว่าแผนภูมิควบคุม TCC จะเป็นแผนภูมิควบคุมที่มีความแข็งแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ เนื่องจากใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR แต่ก็ยังมีตัวประมาณค่าบอกสเกลตัวอื่นที่มีความแข็งแกร่งมากกว่า จากข้อด้อยนี้ผู้วิจัยได้ปรับแก้แผนภูมิควบคุม TCC ให้มีความแข็งแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้นโดยใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแข็งแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR นั่นคือตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ ดังนี้

$$MADM = \text{median}_i \left\{ \left| X_i - \text{median}_i X_{ij} \right| \right\}$$

ตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ เป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแข็งแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR เนื่องจาก 1) ฟังก์ชันเพียงพอมีขอบเขตและยังมีขอบเขตที่แคบกว่าขอบเขตของตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR โดยฟังก์ชันเพียงพอของตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$IF(x; T, F) = \frac{\text{sign}(|a| - MADM) - \text{sign}(a) \left[\frac{b - c}{f(F^{-1}(1/2))} \right]}{2[b + c]}$$

เมื่อ $a = x - F^{-1}(1/2)$ $b = f(F^{-1}(1/2) + MADM)$ และ $c = f(F^{-1}(1/2) - MADM)$ และ 2) มีจุดแบ่งข้อมูลมากกว่าจุดแบ่งข้อมูลของ IQR โดยจุดแบ่งข้อมูลคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$BDP(T, Z) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$$

โดยตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ มีจุดแบ่งข้อมูลเท่ากับ 50% ขณะที่ตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR มีจุดแบ่งข้อมูลเพียง 25% นอกจากตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ จะมีจุดแบ่งข้อมูลมากกว่าจุดแบ่งข้อมูลของตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR แล้ว ค่าของจุดแบ่งข้อมูลดังกล่าวยังเป็นค่าของจุดแบ่งข้อมูลที่มีค่าสูงสุดด้วย (Huber, 1981, p. 107) จึงสรุปได้ว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ มีความแข็งแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ กับตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR แสดงให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าบอกสเกล IQR มีค่าเท่ากับ 1.34898σ และตัวประมาณค่าบอกสเกล $MADM$ มีค่าเท่ากับ 0.674494σ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวประมาณค่าบอกสเกลทั้งสอง ดังนี้

$$IQR = 2 \times MADM$$

เมื่อนำตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* มาใช้แทนตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* ในแผนภูมิควบคุม *TCC* เพื่อปรับแก้แผนภูมิควบคุม *TCC* ให้มีความแกร่งต่อข้อมูลผิดปกติมากขึ้น จะได้แผนภูมิควบคุม *ATCC* ดังนี้

$$UCL = F^{-1}(3/4) + (3 \times MADM)$$

$$CL = F^{-1}(1/2)$$

$$LCL = F^{-1}(1/4) - (3 \times MADM)$$

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม *ATCC* กำหนดการนำเสนอค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ตามลำดับดังนี้

1. ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม *ATCC* ภายใต้การจำลอง 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข นำเสนอตามลำดับดังนี้

1.1 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $N(0, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.2 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(4)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.3 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(10)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.4 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(20)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.5 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(30)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.6 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข *Logis* (0, 1) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.7 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข *Lap* (0, 1) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.8 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข *Gam* (1, 1) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.9 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข *Gam* (2, 1) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.10 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข *Gam* (3, 1) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.11 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(4, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.12 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(1)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.13 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(2)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.14 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(3)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

1.15 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(4)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน รวมจำนวน 6 เงื่อนไข

ตารางที่ 13 ค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $N(0, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$N(0, 1)$	TCC	115.15	125.74	135.66	142.16	143.19	143.30
	ATCC	119.95	129.91	137.38	142.38	143.24	143.63

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์ตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 ($X \sim N(0, 1)$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 119.95 ($ARL_0(ATCC, 10) = 119.95$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 115.15 ($ARL_0(TCC, 10) = 115.15$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 10) > ARL_0(TCC, 10)$)

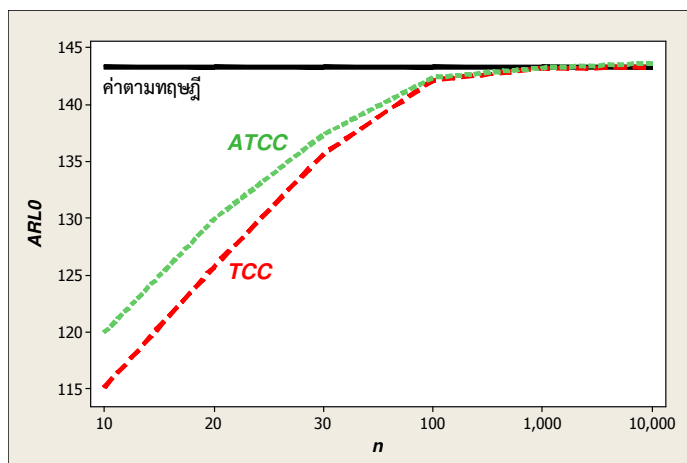
กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 129.91 ($ARL_0(ATCC, 20) = 129.91$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 125.74 ($ARL_0(TCC, 20) = 125.74$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 20) > ARL_0(TCC, 20)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 137.38 ($ARL_0(ATCC,30) = 137.38$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 135.66 ($ARL_0(TCC,30) = 135.66$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 142.38 ($ARL_0(ATCC,100) = 142.38$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 142.16 ($ARL_0(TCC,100) = 142.16$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 143.24 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 143.24$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 143.19 ($ARL_0(TCC,1,000) = 143.19$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 143.63 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 143.63$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 143.30 ($ARL_0(TCC,10,000) = 143.30$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)



ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบระหว่างค่า $ARL_0(TCC, n)$ กับค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $N(0, 1)$ ที่มีขนาดตัวอย่างต่างกัน

การเปรียบเทียบระหว่างค่า $ARL_0(TCC, n)$ กับค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข N (0, 1) ที่มีขนาดตัวอย่างต่างกันแสดงดังภาพที่ 26 นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 143.34$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 14 ค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(4)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$t_{(4)}$	TCC	19.69	21.69	23.10	23.94	24.11	24.12
	$ATCC$	38.82	40.87	42.50	43.77	44.00	44.12

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 ($X \sim t_{(4)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 38.82 ($ARL_0(ATCC, 10) = 38.82$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 19.69 ($ARL_0(TCC, 10) = 19.69$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 10) > ARL_0(TCC, 10)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 40.87 ($ARL_0(ATCC, 20) = 40.87$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 21.69 ($ARL_0(TCC, 20) = 21.69$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 20) > ARL_0(TCC, 20)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 42.50 ($ARL_0(ATCC, 30) = 42.50$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 23.10 ($ARL_0(TCC, 30) = 23.10$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 30) > ARL_0(TCC, 30)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 43.77 ($ARL_0(ATCC, 100) = 43.77$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 23.94 ($ARL_0(TCC, 100) = 23.94$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 100) > ARL_0(TCC, 100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 44.00 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 44.00$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 24.11 ($ARL_0(TCC,1,000) = 24.11$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 44.12 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 44.12$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 24.12 ($ARL_0(TCC,10,000) = 24.12$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 24.13$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 44.03$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 15 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(10)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$t_{(10)}$	TCC	43.85	48.03	50.89	52.73	53.09	53.15
	$ATCC$	60.94	66.08	68.67	70.06	70.22	70.38

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 ($X \sim t_{(10)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 60.94 ($ARL_0(ATCC,10) = 60.94$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 43.85 ($ARL_0(TCC,10) = 43.85$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 66.08 ($ARL_0(ATCC,20) = 66.08$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 48.03 ($ARL_0(TCC,20) = 48.03$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 68.67 ($ARL_0(ATCC,30) = 68.67$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 50.89 ($ARL_0(TCC,30) = 50.89$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 70.06 ($ARL_0(ATCC,100) = 70.06$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 52.73 ($ARL_0(TCC,100) = 52.73$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 70.22 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 70.22$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 53.09 ($ARL_0(TCC,1,000) = 53.09$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 70.38 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 70.38$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 53.15 ($ARL_0(TCC,10,000) = 53.15$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 53.14$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 70.24$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 16 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(20)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$t_{(20)}$	TCC	66.30	71.47	77.18	80.02	80.53	80.66
	ATCC	81.58	86.15	91.51	94.22	94.60	94.70

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงที่ ตัวของศาเสรีเท่ากับ 20 ($X \sim t_{(20)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีี่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 81.58 ($ARL_0(ATCC,10) = 81.58$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 66.30 ($ARL_0(TCC,10) = 66.30$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีี่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 86.15 ($ARL_0(ATCC,20) = 86.15$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 71.47 ($ARL_0(TCC,20) = 71.47$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีี่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 91.51 ($ARL_0(ATCC,30) = 91.51$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 77.18 ($ARL_0(TCC,30) = 77.18$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีี่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 94.22 ($ARL_0(ATCC,100) = 94.22$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 80.02 ($ARL_0(TCC,100) = 80.02$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีี่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 94.60 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 94.60$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 80.53 ($ARL_0(TCC,1,000) = 80.53$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีี่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 94.70 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 94.70$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 80.66 ($ARL_0(TCC,10,000) = 80.66$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

การเปรียบเทียบระหว่างค่า $ARL_0(TCC,n)$ กับค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไขการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันแสดงดังตารางที่ 16 นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 80.61$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 94.51$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 17 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $t_{(30)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$t_{(30)}$	TCC	78.36	85.98	90.88	94.83	95.42	95.49
	ATCC	94.10	97.84	103.98	106.20	106.87	107.07

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 ($X \sim t_{(30)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 94.10 ($ARL_0(ATCC,10) = 94.10$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 78.36 ($ARL_0(TCC,10) = 78.36$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 97.84 ($ARL_0(ATCC,20) = 97.84$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 85.98 ($ARL_0(TCC,20) = 85.98$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 103.98 ($ARL_0(ATCC,30) = 103.98$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 90.88 ($ARL_0(TCC,30) = 90.88$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 106.20 ($ARL_0(ATCC,100) = 106.20$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 94.83 ($ARL_0(TCC,100) = 94.83$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 106.87 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 106.87$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 95.42 ($ARL_0(TCC,1,000) = 95.42$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 107.07 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 107.07$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 95.49 ($ARL_0(TCC,10,000) = 95.49$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนี้ผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 95.51$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 106.85$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 18 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Logis(0, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$Logis(0, 1)$	TCC	33.96	36.85	39.11	40.66	40.96	41.00
	$ATCC$	51.92	55.74	57.46	59.08	59.45	59.39

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 ($Logis(0, 1)$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 51.92 ($ARL_0(ATCC,10) = 51.92$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 33.96 ($ARL_0(TCC,10) = 33.96$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 55.74 ($ARL_0(ATCC,20) = 55.74$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 36.85 ($ARL_0(TCC,20) = 36.85$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 57.46 ($ARL_0(ATCC,30) = 57.46$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 39.11 ($ARL_0(TCC,30) = 39.11$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 59.08 ($ARL_0(ATCC,100) = 59.08$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 40.66 ($ARL_0(TCC,100) = 40.66$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 59.45 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 59.45$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 40.96 ($ARL_0(TCC,1,000) = 40.96$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 59.39 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 59.39$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 41.00 ($ARL_0(TCC,10,000) = 41.00$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 48.51$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 59.39$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 19 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Lap(0, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$Lap(0, 1)$	TCC	13.29	14.41	15.32	15.88	15.99	16.00
	$ATCC$	30.64	32.82	34.10	34.93	34.98	34.98

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 ($Lap(0, 1)$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 30.64 ($ARL_0(ATCC,10) = 30.64$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 13.29 ($ARL_0(TCC,10) = 13.29$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 32.82 ($ARL_0(ATCC,20) = 32.82$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 14.41 ($ARL_0(TCC,20) = 14.41$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 34.10 ($ARL_0(ATCC,30) = 34.10$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 15.32 ($ARL_0(TCC,30) = 15.32$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 34.93 ($ARL_0(ATCC,100) = 34.93$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 15.88 ($ARL_0(TCC,100) = 15.88$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 34.98 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 34.98$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 15.99 ($ARL_0(TCC,1,000) = 15.99$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 34.98 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 34.98$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 16.00 ($ARL_0(TCC,10,000) = 16.00$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 21.96$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 34.98$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 20 ค่า $ARL_0(TCC, n)$ และค่า $ARL_0(ATCC, n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(1, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$Gam(1, 1)$	TCC	17.08	18.46	19.82	20.64	20.77	20.80
	ATCC	27.35	28.00	29.33	30.10	30.24	30.26

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 ($Gam(1, 1)$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 27.35 ($ARL_0(ATCC, 10) = 27.35$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 17.08 ($ARL_0(TCC, 10) = 17.08$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 10) > ARL_0(TCC, 10)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 28.00 ($ARL_0(ATCC, 20) = 28.00$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 18.46 ($ARL_0(TCC, 20) = 18.46$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 20) > ARL_0(TCC, 20)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 29.33 ($ARL_0(ATCC, 30) = 29.33$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 19.82 ($ARL_0(TCC, 30) = 19.82$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 30) > ARL_0(TCC, 30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 30.10 ($ARL_0(ATCC, 100) = 30.10$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 20.64 ($ARL_0(TCC, 100) = 20.64$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 100) > ARL_0(TCC, 100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 30.24 ($ARL_0(ATCC, 1,000) = 30.24$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 20.77 ($ARL_0(TCC, 1,000) = 20.77$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC, 1,000) > ARL_0(TCC, 1,000)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 30.26 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 30.26$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 20.80 ($ARL_0(TCC,10,000) = 20.80$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนี้ผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 20.78$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 30.26$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 21 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(2, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$Gam(2, 1)$	TCC	25.81	27.68	29.90	31.31	31.50	31.53
	$ATCC$	35.01	35.92	38.96	39.20	39.46	39.41

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 ($Gam(2, 1)$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 35.01 ($ARL_0(ATCC,10) = 35.01$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 25.81 ($ARL_0(TCC,10) = 25.81$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 35.92 ($ARL_0(ATCC,20) = 35.92$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 27.68 ($ARL_0(TCC,20) = 27.68$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 38.96 ($ARL_0(ATCC,30) = 38.96$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 29.90 ($ARL_0(TCC,30) = 29.90$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 39.20 ($ARL_0(ATCC,100) = 39.20$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 31.31 ($ARL_0(TCC,100) = 31.31$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 39.46 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 39.46$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 31.50 ($ARL_0(TCC,1,000) = 31.50$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 39.41 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 39.41$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 31.53 ($ARL_0(TCC,10,000) = 31.53$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 31.52$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 39.41$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 22 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(3, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$Gam(3, 1)$	TCC	32.86	34.82	37.89	39.25	39.52	39.60
	$ATCC$	39.50	43.21	45.06	46.51	46.70	46.61

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 ($Gam(3, 1)$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 39.50 ($ARL_0(ATCC,10) = 39.50$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 32.86 ($ARL_0(TCC,10) = 32.86$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 43.21 ($ARL_0(ATCC,20) = 43.21$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 34.82 ($ARL_0(TCC,20) = 34.82$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 45.06 ($ARL_0(ATCC,30) = 45.06$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 37.89 ($ARL_0(TCC,30) = 37.89$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 46.51 ($ARL_0(ATCC,100) = 46.51$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 39.25 ($ARL_0(TCC,100) = 39.25$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 46.70 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 46.70$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 39.52 ($ARL_0(TCC,1,000) = 39.52$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 46.61 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 46.61$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 39.60 ($ARL_0(TCC,10,000) = 39.60$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 39.56$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 46.61$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 23 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $Gam(4, 1)$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$Gam(4, 1)$	TCC	37.77	41.46	43.72	45.79	46.11	46.15
	ATCC	44.59	50.02	50.47	52.39	52.73	52.63

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์บอกรูปปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1 ($Gam(4, 1)$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 44.59 ($ARL_0(ATCC,10) = 44.59$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 37.77 ($ARL_0(TCC,10) = 37.77$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 50.02 ($ARL_0(ATCC,20) = 50.02$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 41.46 ($ARL_0(TCC,20) = 41.46$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 50.47 ($ARL_0(ATCC,30) = 50.47$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 43.72 ($ARL_0(TCC,30) = 43.72$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 52.39 ($ARL_0(ATCC,100) = 52.39$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 45.79 ($ARL_0(TCC,100) = 45.79$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 52.73 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 52.73$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 45.79 ($ARL_0(TCC,1,000) = 45.79$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 52.63 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 52.63$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 46.15 ($ARL_0(TCC,10,000) = 46.15$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 46.14$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 52.63$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 24 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(1)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$\chi^2_{(1)}$	TCC	10.72	11.70	12.58	13.12	13.21	13.22
	ATCC	21.88	23.12	23.54	24.36	24.55	24.52

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 ($\chi^2_{(1)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 21.88 ($ARL_0(ATCC,10) = 21.88$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 10.72 ($ARL_0(TCC,10) = 10.72$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 23.12 ($ARL_0(ATCC,20) = 23.12$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 11.70 ($ARL_0(TCC,20) = 11.70$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 23.54 ($ARL_0(ATCC,30) = 23.54$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 12.58 ($ARL_0(TCC,30) = 12.58$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 24.36 ($ARL_0(ATCC,100) = 24.36$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 13.12 ($ARL_0(TCC,100) = 13.12$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 24.55 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 24.55$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 13.21 ($ARL_0(TCC,1,000) = 13.21$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 24.52 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 24.52$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 13.22 ($ARL_0(TCC,10,000) = 13.22$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 13.22$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 24.52$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 25 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(2)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$\chi^2_{(2)}$	TCC	17.28	18.34	19.81	20.62	20.76	20.78
	$ATCC$	25.97	28.86	29.04	30.15	30.25	30.26

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 ($\chi^2_{(2)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 25.97 ($ARL_0(ATCC,10) = 25.97$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 17.28 ($ARL_0(TCC,10) = 17.28$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 28.86 ($ARL_0(ATCC,20) = 28.86$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 18.34 ($ARL_0(TCC,20) = 18.34$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีนี้ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่าเท่ากับ 29.04 ($ARL_0(ATCC,30) = 29.04$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 19.81 ($ARL_0(TCC,30) = 19.81$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 30.15 ($ARL_0(ATCC,100) = 30.15$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 20.62 ($ARL_0(TCC,100) = 20.62$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 30.25 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 30.25$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 20.76 ($ARL_0(TCC,1,000) = 20.76$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 30.26 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 30.26$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 20.78 ($ARL_0(TCC,10,000) = 20.78$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 20.78$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 30.26$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 26 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(3)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$\chi^2_{(3)}$	TCC	21.53	23.97	25.49	26.42	26.62	26.66
	ATCC	30.26	31.87	34.33	34.93	35.23	35.16

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 ($\chi^2_{(3)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 30.26 ($ARL_0(ATCC,10) = 30.26$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 21.53 ($ARL_0(TCC,10) = 21.53$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 31.87 ($ARL_0(ATCC,20) = 31.87$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 23.97 ($ARL_0(TCC,20) = 23.97$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 34.33 ($ARL_0(ATCC,30) = 34.33$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 25.49 ($ARL_0(TCC,30) = 25.49$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 34.93 ($ARL_0(ATCC,100) = 34.93$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 26.42 ($ARL_0(TCC,100) = 26.42$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 35.23 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 35.23$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 26.62 ($ARL_0(TCC,1,000) = 26.62$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าเท่ากับ 35.16 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 35.16$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีค่าเท่ากับ 26.66 ($ARL_0(TCC,10,000) = 26.66$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม TCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 26.64$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม ATCC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 35.16$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

ตารางที่ 27 ค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ภายใต้เงื่อนไข $\chi^2_{(4)}$ และขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน

การแจกแจง	แผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่าง					
		$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$\chi^2_{(4)}$	TCC	25.66	27.74	30.06	31.31	31.49	31.53
	ATCC	35.67	37.67	38.60	39.17	39.46	39.41

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม *TCC* และแผนภูมิควบคุม *ATCC* เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงโคก่าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 ($\chi^2_{(4)}$) และขนาดตัวอย่างที่ต่างกันปรากฏดังนี้

กรณีทีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่าเท่ากับ 35.67 ($ARL_0(ATCC,10) = 35.67$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* มีค่าเท่ากับ 25.66 ($ARL_0(TCC,10) = 25.66$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* ($ARL_0(ATCC,10) > ARL_0(TCC,10)$)

กรณีทีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่าเท่ากับ 37.67 ($ARL_0(ATCC,20) = 37.67$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* มีค่าเท่ากับ 27.74 ($ARL_0(TCC,20) = 27.74$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* ($ARL_0(ATCC,20) > ARL_0(TCC,20)$)

กรณีทีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่าเท่ากับ 38.60 ($ARL_0(ATCC,30) = 38.60$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* มีค่าเท่ากับ 30.06 ($ARL_0(TCC,30) = 30.06$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* ($ARL_0(ATCC,30) > ARL_0(TCC,30)$)

กรณีทีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่าเท่ากับ 39.17 ($ARL_0(ATCC,100) = 39.17$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* มีค่าเท่ากับ 31.31 ($ARL_0(TCC,100) = 31.31$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* ($ARL_0(ATCC,100) > ARL_0(TCC,100)$)

กรณีทีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่าเท่ากับ 39.46 ($ARL_0(ATCC,1,000) = 39.46$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* มีค่าเท่ากับ 31.49 ($ARL_0(TCC,1,000) = 31.49$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* ($ARL_0(ATCC,1,000) > ARL_0(TCC,1,000)$)

กรณีทีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 แสดงให้เห็นว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่าเท่ากับ 39.41 ($ARL_0(ATCC,10,000) = 39.41$) และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* มีค่าเท่ากับ 31.53 ($ARL_0(TCC,10,000) = 31.53$) สรุปได้ว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่ามากกว่าค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* ($ARL_0(ATCC,10,000) > ARL_0(TCC,10,000)$)

นอกจากนั้นผลการตรวจสอบค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *TCC* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 31.52$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000 และค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกับค่าทฤษฎี ($ARL_0 = 39.41$) เมื่อมีขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 1,000

89. เงื่อนไขที่เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000

90. เงื่อนไขที่เมื่อคุณลักษณะเชิงคุณภาพมีการแจกแจงไคกำลังสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000

นอกจากแสดงให้เห็นว่า 90 เงื่อนไขดังกล่าวข้างต้นค่า $ARL_0(ATCC, n)$ มากกว่าค่า $ARL_0(TCC, n)$ แล้ว ยังแสดงให้เห็นว่าอีกว่าค่า $ARL_0(ATCC, n)$ และค่า $ARL_0(TCC, n)$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม ATCC โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่า $ARL_0(TCC, n)$ กับค่า $ARL_0(ATCC, n)$ จำนวน 90 เงื่อนไข

การแจกแจง	ขนาดตัวอย่าง					
	$n=10$	$n=20$	$n=30$	$n=100$	$n=1,000$	$n=10,000$
$N(0, 1)$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$t_{(4)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$t_{(10)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$t_{(20)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$t_{(30)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$Logis(0, 1)$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$Lap(0, 1)$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$Gam(1, 1)$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$Gam(2, 1)$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$Gam(3, 1)$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$Gam(4, 1)$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\chi^2_{(1)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\chi^2_{(2)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\chi^2_{(3)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\chi^2_{(4)}$	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง แผนภูมิควบคุม ATCC มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC

2. ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม ATCC ภายใต้ข้อมูลจริง นำเสนอตามลำดับดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

2.2 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

2.3 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

2.4 ผลการตรวจสอบค่า $ARL_0(TCC,n)$ และค่า $ARL_0(ATCC,n)$ ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 29 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง

การแจกแจง	ค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง	ค่า p -value
เอกรูปไม่ต่อเนื่อง	$\hat{\alpha} = -47, \hat{\beta} = 343$	23.0	<0.000*
เรขาคณิต	$\hat{p} = 0.00672$	1.87	0.111
ทวินามนิเสธ	$\hat{p} = 0.01157, \hat{\eta} = 1$	19.24	<0.000*
ปัวซอง	$\hat{\lambda} = 147.86$	299.54	<0.000*
ปรกติ	$\hat{\mu} = 147.857, \hat{\sigma} = 113.709$	1.21	<0.005*
ปรกติ (การแปลงบ็อกซ์-คอกซ์)	$\hat{\mu} = 4.312, \hat{\sigma} = 1.567$	1.65	<0.005*
ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01855, \hat{\sigma} = 0.965$	0.465	0.248
ที	$\hat{df} = 2$	594.37	<0.000*
โลจิสติก	$\hat{\alpha} = 138.752, \hat{\beta} = 64.409$	0.97	0.007*
ลาปลาซ	$\hat{\alpha} = 147.86, \hat{\beta} = 80.39$	2.14	0.082
แกมมา	$\hat{\alpha} = 1.2564, \hat{\beta} = 122.04$	7.06	<0.000*
ไคกำลังสอง	$\hat{df} = 98$	362.54	<0.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี แสดงให้เห็นว่า ควรแปลงข้อมูลด้วยการแปลงจอห์นสันเพื่อให้ข้อมูลมีการแจกแจงปกติเนื่องจากให้ค่า p -value=0.248 ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดในการตรวจสอบการแจกแจง

จากผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันมีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01855 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.965 และการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 30 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01855 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.965

ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม $ATCC$
$+3\sigma$	$F^{-1}(3/4)+(1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4)+(3.4478 \times MADM)$
UCL	$+2\sigma$	$F^{-1}(3/4)+(1.9652 \times MADM)$
	$+1\sigma$	$F^{-1}(3/4)+(0.4806 \times MADM)$
CL	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(1/2)$
	-1σ	$F^{-1}(1/4)-(0.4806 \times MADM)$
LCL	-2σ	$F^{-1}(1/4)-(1.9652 \times MADM)$
	-3σ	$F^{-1}(1/4)-(3.4478 \times MADM)$

ผลการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01855 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.965 แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.7239 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.9826 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.2403 สำหรับแผนภูมิควบคุม $ATCC$ แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 3.4478 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.9652 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.4806 สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีค่ามากกว่าเป็นสองเท่าของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ทำให้แผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีความแปรปรวนมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

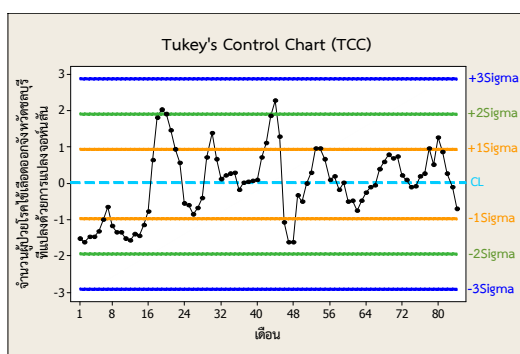
ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 31 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC สำหรับจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

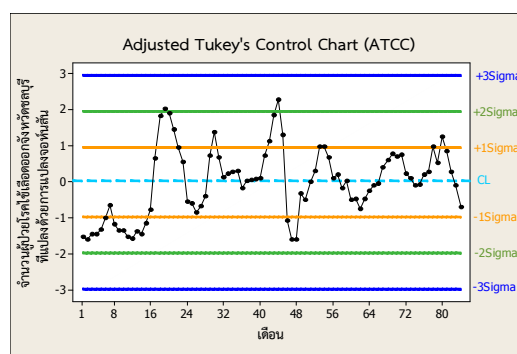
ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม ATCC
UCL	$+3\sigma$	2.8764
	$+2\sigma$	1.9114
	$+1\sigma$	0.9451
CL		0.0263
	-1σ	-0.9822
	-2σ	-1.9485
LCL	-3σ	-2.9135

ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุม แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน และมีค่าน้อยกว่าสำหรับขีดจำกัดควบคุมล่าง ทำให้แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

ผลการสร้างแผนภาพของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC พร้อมขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 27 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ก) แผนภูมิควบคุม TCC และ (ข) แผนภูมิควบคุม ATCC

จากภาพที่ 27 แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ กว้างกว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีความแปรปรวนมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC และผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันมีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01855 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.9650 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.6694$, $F^{-1}(3/4) = 0.6323$, $IQR = 1.3017$ และ $k = 1.7239$ และสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(TCC,84)$ ได้จากสมการที่ 24 ดังนี้

$$ARL_0(TCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.6694 - (1.7239 \times 1.3017)}^{0.6323 + (1.7239 \times 1.3017)} f(x) dx} = 370.39$$

และเมื่อ $MADM = 0.6710$ และ $k = 3.4478$ จะสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ได้จากสมการที่ 27 ดังนี้

$$ARL_0(ATCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.6694 - (3.4478 \times 0.6710)}^{0.6323 + (3.4478 \times 0.6710)} f(x) dx} = 470.39$$

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ด้วยค่า $ARL_0(TCC,84)$ และค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า แผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากค่า $ARL_0(ATCC,84) = 470.39$ มากกว่าค่า $ARL_0(TCC,84) = 370.39$

- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยค่าสถิติทดสอบ แอนเดอร์สัน-ดาร์ริง

การแจกแจง	ค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่าสถิติทดสอบ แอนเดอร์สัน-ดาร์ริง	ค่า p -value
เอกรูปไม่ต่อเนื่อง	$\hat{a} = -63, \hat{b} = 268$	26.62	<0.000*
เรขาคณิต	$\hat{p} = 0.0097$	1.11	0.200
ทวินามนิเสธ	$\hat{p} = 0.0111, \hat{\pi} = 1$	2.21	0.076
ปัวซอง	$\hat{\lambda} = 102.1$	499.64	<0.000*
ปรกติ	$\hat{\mu} = 102.095, \hat{\sigma} = 96.468$	4.74	<0.005*
ปรกติ (การแปลงบ็อกซ์-คอกซ์)	$\hat{\mu} = 2.048, \hat{\sigma} = 0.333$	0.27	0.658
ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01606, \hat{\sigma} = 1.043$	0.245	0.755
ที	$\hat{df} = 2$	586.76	<0.000*
โลจิสติก	$\hat{a} = 102.1, \hat{b} = 53.186$	3.37	<0.005*
ลาปลาซ	$\hat{a} = 102.1, \hat{b} = 68.21$	5.71	<0.000*
แกมมา	$\hat{a} = 1.1201, \hat{b} = 91.151$	0.60	0.210
ไคกำลังสอง	$\hat{df} = 102$	414.92	<0.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี แสดงให้เห็นว่า ควรแปลงข้อมูลด้วยการแปลงจอห์นสันเพื่อให้ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติเนื่องจากให้ค่า p -value=0.755 ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดในการตรวจสอบการแจกแจง

จากผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันมีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01606 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1.043 และการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 33 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01606 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1.043

ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม ATCC
	$F^{-1}(3/4) + (1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (3.4478 \times MADM)$
$+3\sigma$		
UCL	$F^{-1}(3/4) + (0.9826 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (1.9651 \times MADM)$
$+2\sigma$		
	$F^{-1}(3/4) + (0.2403 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (0.4806 \times MADM)$
$+1\sigma$		
CL	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(1/2)$
	$F^{-1}(1/4) - (0.2403 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (0.4806 \times MADM)$
-1σ		
LCL	$F^{-1}(1/4) - (0.9826 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (1.9651 \times MADM)$
-2σ		
	$F^{-1}(1/4) - (1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (3.4478 \times MADM)$
-3σ		

ผลการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01606 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1.043 แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.7239 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.9826 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.2403 สำหรับแผนภูมิควบคุม ATCC แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 3.4478 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.9651 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.4806 สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าเป็นสองเท่าของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ทำให้แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

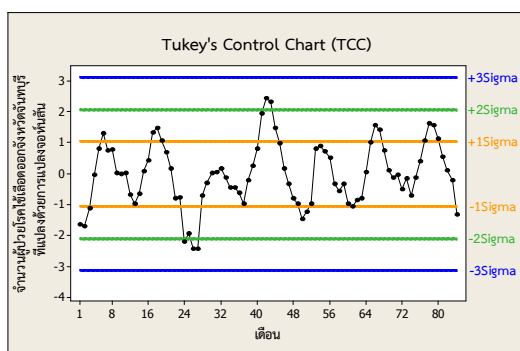
ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 34 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC
สำหรับจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

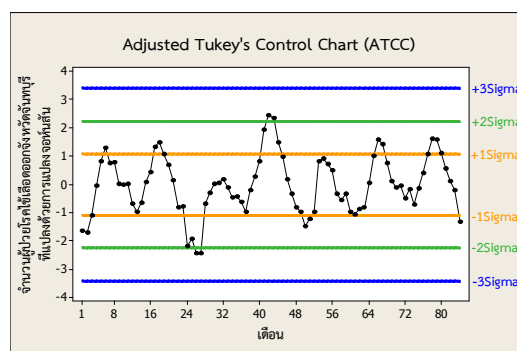
ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม ATCC
UCL	+3 σ	3.1140
	+2 σ	2.0706
	+1 σ	1.0259
CL	-0.0247	-0.0247
	-1 σ	-1.0580
	-2 σ	-2.1028
LCL	-3 σ	-3.1461

ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุม แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าแตกต่างกัน ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน และมีค่าน้อยกว่าสำหรับขีดจำกัดควบคุมล่าง ทำให้แผนภูมิควบคุม ATCC มีความกว้างมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

ผลการสร้างแผนภาพของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC พร้อมขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 28 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ก) แผนภูมิควบคุม TCC และ (ข) แผนภูมิควบคุม ATCC

จากภาพที่ 28 แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ กว้างกว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีความแปรปรวนมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC และผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันสันมีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.01606 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 1.043 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.7198$, $F^{-1}(3/4) = 0.6877$, $IQR = 1.4075$ และ $k = 1.7239$ และสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(TCC,84)$ ได้จากสมการที่ 24 ดังนี้

$$ARL_0(TCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.7198 - (1.7239 \times 1.4075)}^{0.6877 + (1.7239 \times 1.4075)} f(x) dx} = 370.39$$

และเมื่อ $MADM = 0.7853$ และ $k = 3.4478$ จะสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ได้จากสมการที่ 27 ดังนี้

$$ARL_0(ATCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.7198 - (3.4478 \times 0.7853)}^{0.6877 + (3.4478 \times 0.7853)} f(x) dx} = 928.79$$

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ด้วยค่า $ARL_0(TCC,84)$ และค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า แผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากค่า $ARL_0(ATCC,84) = 928.79$ มากกว่าค่า $ARL_0(TCC,84) = 370.39$

- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 35 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยค่าสถิติทดสอบ แอนเดอร์สัน-ดาร์ริง

การแจกแจง	ค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่าสถิติทดสอบ แอนเดอร์สัน-ดาร์ริง	ค่า p -value
เอกรูปไม่ต่อเนื่อง	$\hat{a} = -27, \hat{b} = 317$	24.35	<0.000*
เรขาคณิต	$\hat{p} = 0.0069$	4.16	<0.000*
ทวินามนิเสธ	$\hat{p} = 0.0146, \hat{k} = 2$	0.65	>0.200
ปัวซอง	$\hat{\lambda} = 144.820$	430.72	<0.000*
ปรกติ	$\hat{\mu} = 144.821, \hat{\sigma} = 100.319$	2.43	<0.005*
ปรกติ (การแปลงบ็อกซ์-คอกซ์)	$\hat{\mu} = 3.464, \hat{\sigma} = 0.658$	0.19	0.897
ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.009902, \hat{\sigma} = 0.972$	0.165	0.939
ที	$\hat{df} = 2$	695.9	<0.000*
โลจิสติก	$\hat{a} = 102.1, \hat{b} = 53.186$	2.50	0.0503
ลาปลาซ	$\hat{a} = 144.82, \hat{b} = 70.92$	3.50	<0.000*
แกมมา	$\hat{a} = 2.084, \hat{b} = 69.492$	0.22	>0.200
ไคกำลังสอง	$\hat{df} = 144$	309.91	<0.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง แสดงให้เห็นว่า ควรแปลงข้อมูลด้วยการแปลงจอห์นสันเพื่อให้ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติเนื่องจากให้ค่า p -value=0.939 ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดในการตรวจสอบการแจกแจง

จากผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันมีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0.009902 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.972 และการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 36 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0.009902 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.972

ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม ATCC
	$F^{-1}(3/4) + (1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (3.4478 \times MADM)$
UCL	$F^{-1}(3/4) + (0.9826 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (1.9651 \times MADM)$
	$F^{-1}(3/4) + (0.2403 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (0.4807 \times MADM)$
CL	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(1/2)$
	$F^{-1}(1/4) - (0.2403 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (0.4807 \times MADM)$
LCL	$F^{-1}(1/4) - (0.9826 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (1.9651 \times MADM)$
	$F^{-1}(1/4) - (1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (3.4478 \times MADM)$

ผลการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0.009902 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.972 แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.7239 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.9826 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.2403 สำหรับแผนภูมิควบคุม ATCC แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 3.4478 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.9651 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.4807 สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าเป็นสองเท่าของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ทำให้แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

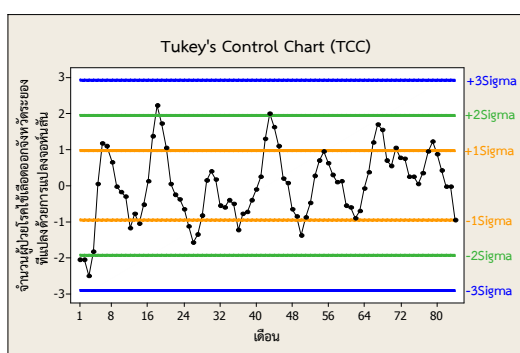
ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 37 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC สำหรับจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

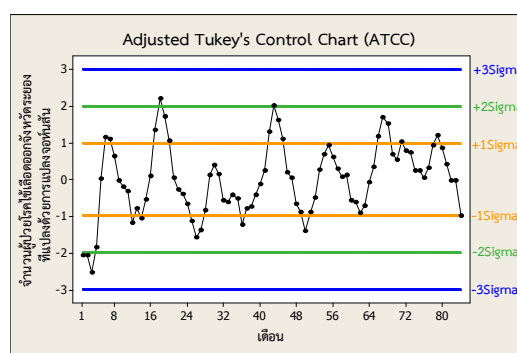
ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม ATCC
UCL	+3 σ	3.0120
	+2 σ	2.0029
	+1 σ	0.9926
CL	0.0543	0.0543
LCL	-1 σ	-0.9607
	-2 σ	-1.9340
	-3 σ	-2.9922

ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุม แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน และมีค่าน้อยกว่าสำหรับขีดจำกัดควบคุมล่าง ทำให้แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

ผลการสร้างแผนภาพของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC พร้อมขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 29 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ก) แผนภูมิควบคุม TCC และ (ข) แผนภูมิควบคุม ATCC

จากภาพที่ 29 แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ กว้างกว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีความแปรปรวนมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC และผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันมีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ 0.009902 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.9720 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.6457$, $F^{-1}(3/4) = 0.6655$, $IQR = 1.3111$ และ $k = 1.7239$ และสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(TCC,84)$ ได้จากสมการที่ 24 ดังนี้

$$ARL_0(TCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.6457 - (1.7239 \times 1.3111)}^{0.6655 + (1.7239 \times 1.3111)} f(x) dx} = 370.39$$

และเมื่อ $MADM = 0.6806$ และ $k = 3.4478$ จะสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ได้จากสมการที่ 27 ดังนี้

$$ARL_0(ATCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.6457 - (3.4478 \times 0.6806)}^{0.6655 + (3.4478 \times 0.6806)} f(x) dx} = 497.54$$

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ด้วยค่า $ARL_0(TCC,84)$ และค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า แผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากค่า $ARL_0(ATCC,84) = 497.54$ มากกว่าค่า $ARL_0(TCC,84) = 370.39$

- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 38 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยค่าสถิติทดสอบ แอนเดอร์สัน-ดาร์ริง

การแจกแจง	ค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่าสถิติทดสอบ แอนเดอร์สัน-ดาร์ริง	ค่า <i>p-value</i>
เอกรูปไม่ต่อเนื่อง	$\hat{a} = -20, \hat{b} = 93$	26.78	<0.000*
เรขาคณิต	$\hat{p} = 0.0266$	2.99	0.031
ทวินามนิเสธ	$\hat{p} = 0.0341, \hat{h} = 1$	25.35	<0.000*
ปัวซอง	$\hat{\lambda} = 36.643$	7.12	<0.000*
ปรกติ	$\hat{\mu} = 36.643, \hat{\sigma} = 32.957$	5.55	<0.005
ปรกติ (การแปลงบ็อกซ์-คอกซ์)	$\hat{\mu} = 3.259, \hat{\sigma} = 0.839$	0.43	0.306
ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02206, \hat{\sigma} = 0.9303$	0.347	0.472
ที	$\hat{df} = 2$	444.04	<0.000*
โลจิสติก	$\hat{a} = 36.643, \hat{b} = 18.17$	5.42	<0.000*
ลาปลาซ	$\hat{a} = 36.643, \hat{b} = 23.30$	6.49	<0.000*
แกมมา	$\hat{a} = 2.084, \hat{b} = 69.492$	1.45	0.187
ไคกำลังสอง	$\hat{df} = 36$	124.89	<0.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด แสดงให้เห็นว่า ควรแปลงข้อมูลด้วยการแปลงจอห์นสันเพื่อให้ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติเนื่องจากให้ค่า *p-value*=0.472 ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดในการตรวจสอบการแจกแจง

จากผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันมีการแจกแจงปรกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.02206 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.9303 และการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม *TCC* และขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม *ATCC* ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 39 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC มีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.02206 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.9303

ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม ATCC
	$F^{-1}(3/4) + (1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (3.4478 \times MADM)$
UCL	$F^{-1}(3/4) + (0.9826 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (1.9651 \times MADM)$
	$F^{-1}(3/4) + (0.2403 \times IQR)$	$F^{-1}(3/4) + (0.4806 \times MADM)$
CL	$F^{-1}(1/2)$	$F^{-1}(1/2)$
	$F^{-1}(1/4) - (0.2403 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (0.4806 \times MADM)$
LCL	$F^{-1}(1/4) - (0.9826 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (1.9651 \times MADM)$
	$F^{-1}(1/4) - (1.7239 \times IQR)$	$F^{-1}(1/4) - (3.4478 \times MADM)$

ผลการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.02206 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.9303 แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.7239 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.9826 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.2403 สำหรับแผนภูมิควบคุม ATCC แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุม $\pm 3\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 3.4478 ขีดจำกัดควบคุม $\pm 2\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 1.9651 และขีดจำกัดควบคุม $\pm 1\sigma$ มีค่าเท่ากับ ± 0.4806 สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าเป็นสองเท่าของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC ทำให้แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

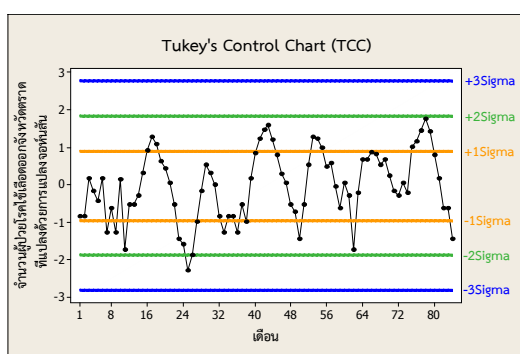
ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 40 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC
สำหรับจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

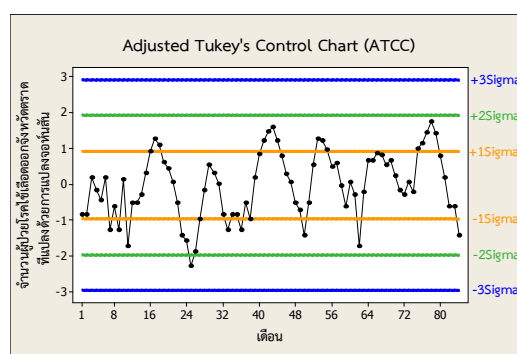
ขีดจำกัดควบคุม	แผนภูมิควบคุม TCC	แผนภูมิควบคุม ATCC
UCL	+3 σ	2.7688
	+2 σ	1.8385
	+1 σ	0.9070
CL	0.0547	0.0547
LCL	-1 σ	-0.9511
	-2 σ	-1.8826
	-3 σ	-2.8129

ผลการคำนวณขีดจำกัดควบคุม แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่าแตกต่างกัน ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีค่ามากกว่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน และมีค่าน้อยกว่าสำหรับขีดจำกัดควบคุมล่าง ทำให้แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากขีดจำกัดควบคุมมีความกว้างมากกว่า

ผลการสร้างแผนภาพของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม ATCC พร้อมขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ปรากฏดังนี้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 30 แผนภูมิควบคุมและขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ก) แผนภูมิควบคุม TCC และ (ข) แผนภูมิควบคุม ATCC

จากภาพที่ 30 แสดงให้เห็นว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ กว้างกว่า ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากแผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีความแปรปรวนมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC และผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันมีการแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์บอกตำแหน่งเท่ากับ -0.02206 และพารามิเตอร์บอกสเกลเท่ากับ 0.9303 จะได้ว่า $F^{-1}(1/4) = -0.6495$, $F^{-1}(3/4) = 0.6054$, $IQR = 1.2549$ และ $k = 1.7239$ และสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(TCC,84)$ ได้จากสมการที่ 24 ดังนี้

$$ARL_0(TCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.6495 - (1.7239 \times 1.2549)}^{0.6054 + (1.7239 \times 1.2549)} f(x) dx} = 370.39$$

และเมื่อ $MADM = 0.6692$ และ $k = 3.4478$ จะสามารถคำนวณหาค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ได้จากสมการที่ 27 ดังนี้

$$ARL_0(ATCC,84) = \frac{1}{1 - \int_{-0.6495 - (3.4478 \times 0.6692)}^{0.6054 + (3.4478 \times 0.6692)} f(x) dx} = 622.33$$

ผลการตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ด้วยค่า $ARL_0(TCC,84)$ และค่า $ARL_0(ATCC,84)$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า แผนภูมิควบคุม $ATCC$ มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากค่า $ARL_0(ATCC,84) = 622.33$ มากกว่าค่า $ARL_0(TCC,84) = 370.39$

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

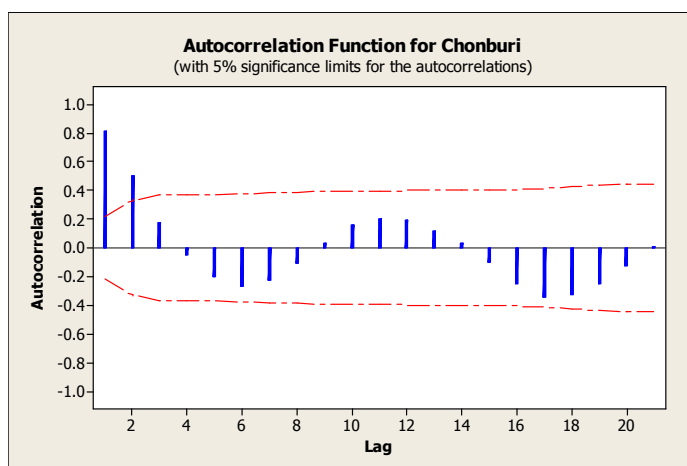
การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบ
เชิงฤดูกาล ARIMA นำเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ผลการสร้างตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

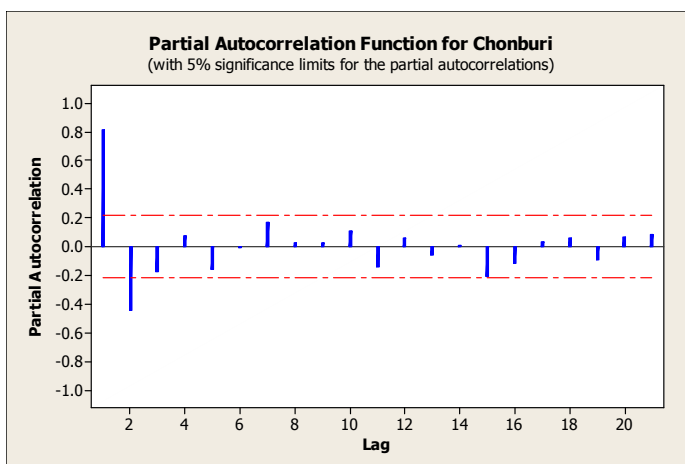
ผลการสร้างตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกใน
พื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม
พ.ศ. 2557 ถึงปีเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 นำเสนอตามขั้นตอนดังนี้ 1) ผลการตรวจสอบ
กระบวนการนิ่งของอนุกรมเวลาโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และกราฟ PACF เพื่อกำหนดตัวแบบ
เชิงฤดูกาล ARIMA ที่เหมาะสม 2) ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA 3)
ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA โดยพิจารณาจากกราฟ ACF ของค่า
ตกค้างและค่าสถิติ Q และ 4) ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกปีพ.ศ. 2557 และปีพ.ศ.
2558

1.1 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของอนุกรมเวลา

- ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี
เพื่อกำหนดค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ด้วยกราฟ ACF และกราฟ
PACF ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 31 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี
ด้วยกราฟ ACF



ภาพที่ 32 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี
ด้วยกราฟ PACF

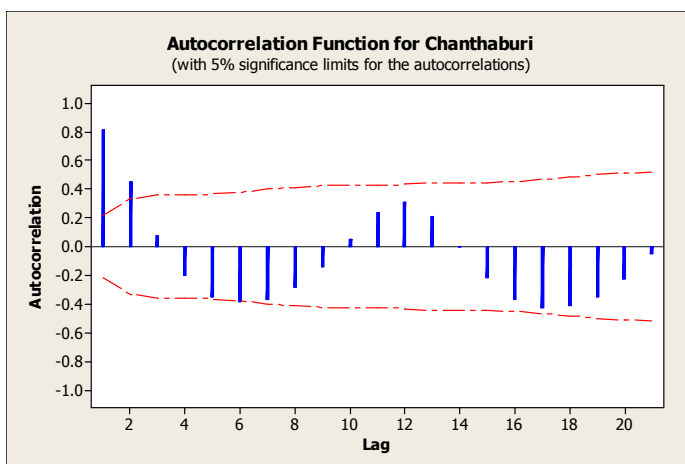
ผลการตรวจสอบความนิ่งของกระบวนการ แสดงให้เห็นว่า กระบวนการของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีไม่นิ่ง และค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี คือ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่มีค่า $p=1$ ค่า $d=0$ ค่า $q=2$ ค่า $P=0$ ค่า $D=1$ ค่า $Q=2$ และค่า $s=12$ ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลที่ไม่มีค่าคงตัวคือ $ARIMA(1,0,2)(0,1,2)_{12}$ แสดงดังสมการที่ 45

$$(1 - \phi_1 B^1)(1 - B^{12})Z_t = (1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2)(1 - \Theta_1 B^{12} - \Theta_2 B^{24})a_t$$

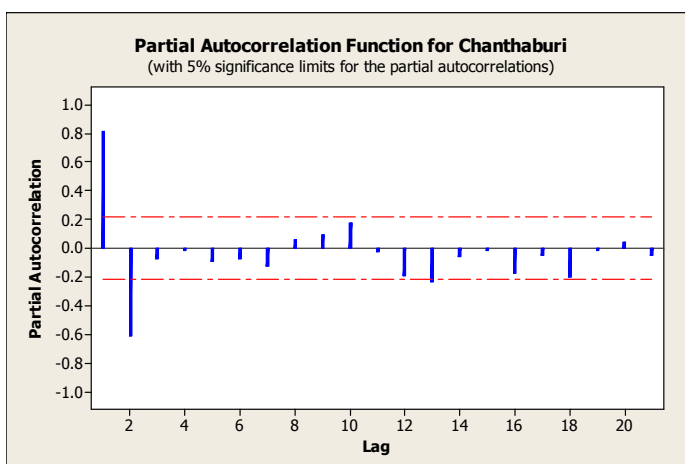
หรือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + Z_{t-12} - \phi_1 Z_{t-13} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \Theta_1 a_{t-12} + \theta_1 \Theta_1 a_{t-13} + \theta_2 \Theta_1 a_{t-15} - \Theta_2 a_{t-24} + \theta_1 \Theta_2 a_{t-25} + \theta_2 \Theta_2 a_{t-26} \quad (45)$$

- ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เพื่อกำหนดค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ด้วยกราฟ ACF และกราฟ PACF ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 33 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี
ด้วยกราฟ ACF



ภาพที่ 34 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี
ด้วยกราฟ PACF

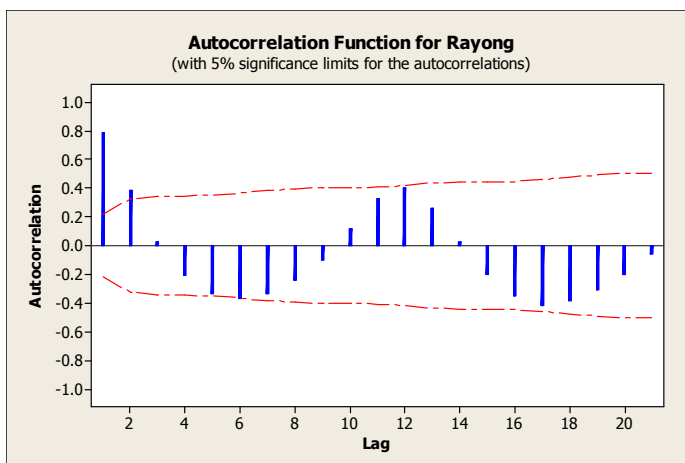
ผลการตรวจสอบความนิ่งของกระบวนการ แสดงให้เห็นว่า กระบวนการของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีไม่นิ่ง และค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี คือ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่มีค่า $p=1$ ค่า $d=0$ ค่า $q=2$ ค่า $P=1$ ค่า $D=0$ ค่า $Q=2$ และค่า $s=12$ ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลที่ไม่มีค่าคงตัวคือ $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$ แสดงดังสมการที่ 47

$$(1 - \phi_1 B^1)(1 - \Phi_1 B^{12})Z_t = (1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2)(1 - \Theta_1 B^{12} - \Theta_2 B^{24})a_t$$

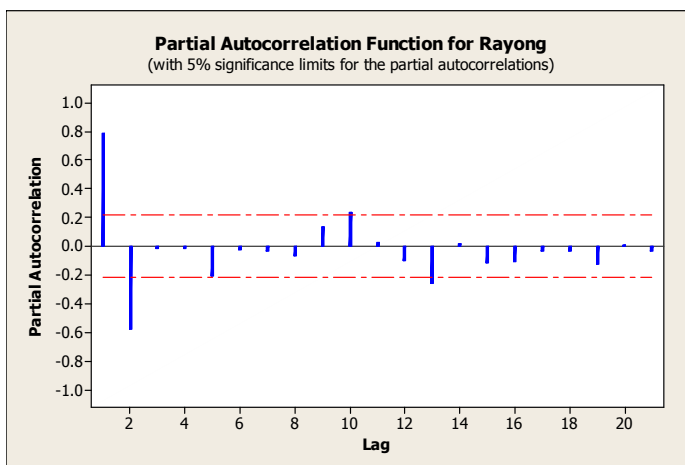
หรือ

$$\begin{aligned} Z_t = & \phi_1 Z_{t-1} + \Phi_1 Z_{t-12} - \phi_1 \Phi_1 Z_{t-13} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \\ & - \Theta_1 a_{t-12} + \theta_1 \Theta_1 a_{t-13} + \theta_2 \Theta_1 a_{t-14} - \Theta_2 a_{t-24} + \theta_1 \Theta_2 a_{t-25} \\ & + \theta_2 \Theta_2 a_{t-26} \end{aligned} \quad (47)$$

- ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เพื่อกำหนดค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ด้วยกราฟ ACF และกราฟ PACF ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 35 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ด้วยกราฟ ACF



ภาพที่ 36 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ด้วยกราฟ PACF

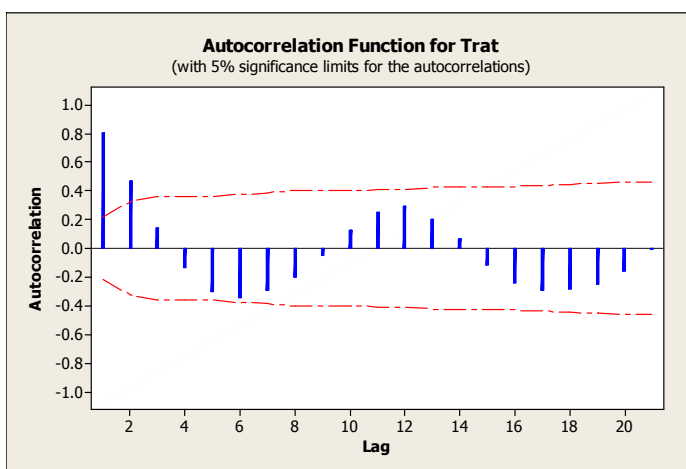
ผลการตรวจสอบความนิ่งของกระบวนการ แสดงให้เห็นว่า กระบวนการของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองไม่นิ่ง และจากกราฟ ACF และกราฟ PACF แสดงให้เห็นว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง คือ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่มีค่า $p=1$ ค่า $d=0$ ค่า $q=2$ ค่า $P=0$ ค่า $D=0$ ค่า $Q=3$ และค่า $s=12$ ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลที่ไม่มีค่าคงตัวคือ $ARIMA(1,0,2)(0,0,3)_{12}$ แสดงดังสมการที่ 49

$$(1 - \phi_1 B^1)Z_t = (1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2)(1 - \Theta_1 B^{12} - \Theta_2 B^{24} - \Theta_3 B^{36})a_t$$

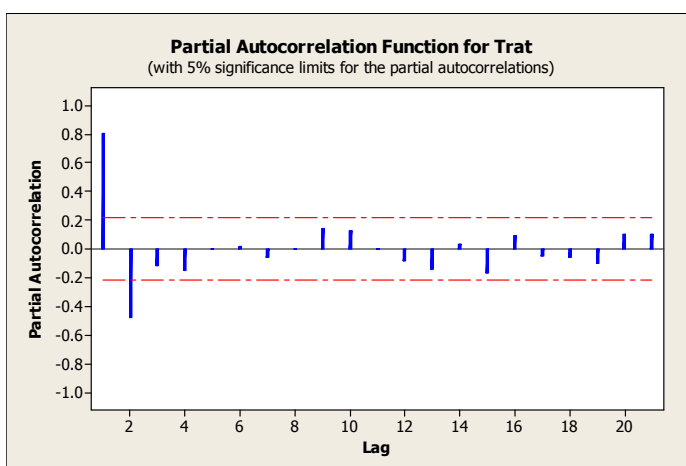
หรือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \Theta_1 a_{t-12} + \theta_1 \Theta_1 a_{t-13} \\ + \theta_2 \Theta_1 a_{t-14} - \Theta_2 a_{t-24} + \theta_1 \Theta_2 a_{t-25} + \theta_2 \Theta_2 a_{t-26} \\ + \theta_1 \Theta_3 a_{t-27} - \Theta_3 a_{t-36} + \theta_2 \Theta_3 a_{t-38} \quad (49)$$

- ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดเพื่อกำหนดค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ด้วยกราฟ ACF และกราฟ PACF ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 37 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดด้วยกราฟ ACF



ภาพที่ 38 ผลการตรวจสอบกระบวนการนิ่งของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดด้วยกราฟ PACF

ผลการตรวจสอบความนิ่งของกระบวนการ แสดงให้เห็นว่า กระบวนการของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดไม่นิ่ง และจากกราฟ ACF และกราฟ PACF แสดงให้เห็นว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด คือ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่มีค่า $p=1$ ค่า $d=0$ ค่า $q=0$ ค่า $P=2$ ค่า $D=1$ ค่า $Q=2$ และค่า $s=12$ ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลที่ไม่มีค่าคงตัวคือ ARIMA(1,0,0)(2,1,2)₁₂ แสดงดังสมการที่ 51

$$(1-\phi_1 B^1)(1-\Phi_1 B^{12}-\Phi_2 B^{24})(1-B^{12})Z_t = (1-\Theta_1 B^{12}-\Theta_2 B^{24})a_t$$

หรือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + (1+\Phi_1)Z_{t-12} - \phi_1(1+\Phi_1)Z_{t-13} - (\Phi_1 - \Phi_2)Z_{t-24} + \phi_1(\Phi_1 - \Phi_2)Z_{t-25} - \Phi_2 Z_{t-36} + \phi_1 \Phi_2 Z_{t-37} + a_t - \Theta_1 a_{t-12} - \Theta_2 a_{t-24} \quad (51)$$

1.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

- ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 41 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ T	p-value
ϕ_1 (AR 1)	0.4135	0.1604	2.58	0.012
θ_1 (MA 1)	-0.8002	0.1366	-5.86	0.000
θ_2 (MA 2)	-0.5425	0.1196	-4.54	0.000
Θ_1 (SMA 12)	1.2972	0.1200	10.81	0.000
Θ_2 (SMA 24)	-0.5180	0.1490	-3.48	0.001

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ แสดงให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์ ϕ_1 มีค่าเท่ากับ 0.4135 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ_1 มีค่าเท่ากับ -0.8002 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ_2 มีค่าเท่ากับ -0.5425 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_1 มีค่าเท่ากับ 1.2972 และค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_2 มีค่าเท่ากับ -0.5180 ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีแสดงดังสมการที่ 46

$$Z_t = 0.4135Z_{t-1} + Z_{t-12} - 0.4135Z_{t-13} + a_t - 0.4135a_{t-1} + 0.5425a_{t-2} - 1.2972a_{t-12} - 0.8002a_{t-13} - 0.7037a_{t-15} + 0.5180a_{t-24} + 0.4145a_{t-25} + 0.2810a_{t-26} \quad (46)$$

- ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 42 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(1,0,2)₁₂

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ T	p-value
ϕ_1 (AR 1)	0.6102	0.1296	4.71	0.000
Φ_1 (SAR 12)	1.0010	0.0326	30.69	0.000
θ_1 (MA 1)	-0.3175	0.1415	-2.24	0.028
θ_2 (MA 2)	-0.3298	0.1337	-2.47	0.016
Θ_1 (SMA 12)	1.3250	0.1145	11.57	0.000
Θ_2 (SMA 24)	-0.7959	0.1176	-6.77	0.000

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ แสดงให้เห็นว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ ϕ_1 มีค่าเท่ากับ 0.6102 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ_1 มีค่าเท่ากับ 1.0010 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ_1 มีค่าเท่ากับ -0.3175 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ_2 มีค่าเท่ากับ -0.3298 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_1 มีค่าเท่ากับ 1.3250 และค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_2 มีค่าเท่ากับ -0.7959 ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีแสดงดังสมการที่ 48

$$\begin{aligned}
 Z_t = & 0.6102Z_{t-1} + 1.001Z_{t-12} - 0.6108_1Z_{t-13} + a_t + 0.3175a_{t-1} \\
 & + 0.3298a_{t-2} - 1.325a_{t-12} - 0.4207a_{t-13} - 0.437a_{t-14} \\
 & + 0.7959a_{t-24} + 0.2527a_{t-25} + 0.2625a_{t-26}
 \end{aligned} \tag{48}$$

- ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 43 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ T	p-value
ϕ_1 (AR 1)	0.7163	0.0920	7.79	0.000
θ_1 (MA 1)	-0.6676	0.1258	-5.31	0.000
θ_2 (MA 2)	-0.4083	0.1218	-3.35	0.001
Θ_1 (SMA 12)	-0.4308	0.1165	-3.70	0.000
Θ_2 (SMA 24)	-0.6883	0.1237	-5.57	0.000
Θ_3 (SMA 36)	-0.4645	0.1248	-3.72	0.000

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ แสดงให้เห็นว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ ϕ_1 มีค่าเท่ากับ 0.7163 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ_1 มีค่าเท่ากับ -0.6676 ค่าประมาณพารามิเตอร์ θ_2 มีค่าเท่ากับ -0.4083 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_1 มีค่าเท่ากับ -0.4308 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_2 มีค่าเท่ากับ -0.6883 และค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_3 มีค่าเท่ากับ -0.4645 ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองแสดงดังสมการที่ 50

$$\begin{aligned} Z_t = & 0.7163Z_{t-1} + a_t + 0.6676a_{t-1} + 0.4083a_{t-2} + 0.4308a_{t-12} \\ & + 0.2876a_{t-13} + 0.1759a_{t-14} + 0.6883a_{t-24} + 0.4595a_{t-25} \\ & + 0.281a_{t-26} + 0.3101a_{t-27} + 0.4645a_{t-36} + 0.1897a_{t-38} \end{aligned} \quad (50)$$

- ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 44 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,0)(2,1,2)₁₂

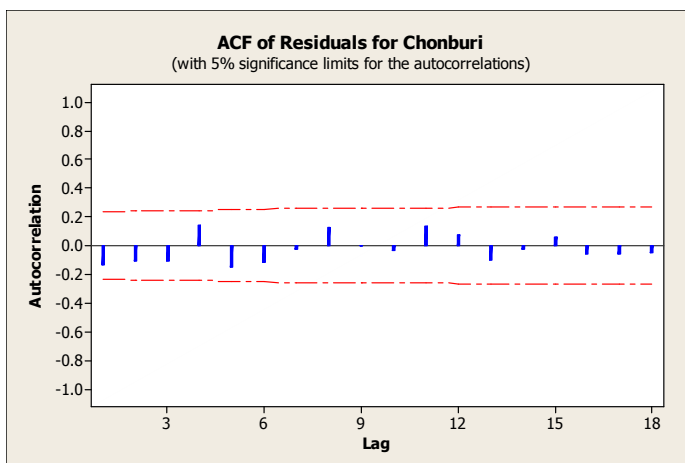
พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ T	p-value
ϕ_1 (AR 1)	0.5871	0.1003	5.86	0.000
Φ_1 (SAR 12)	-1.4436	0.0415	-34.81	0.000
Φ_2 (SAR 24)	-0.9913	0.0425	-23.34	0.000
Θ_1 (SMA 12)	-1.3274	0.1703	-7.80	0.000
Θ_2 (SMA 24)	-0.5445	0.1777	-3.06	0.003

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ แสดงให้เห็นว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ ϕ_1 มีค่าเท่ากับ 0.5871 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ_1 มีค่าเท่ากับ -1.4436 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Φ_2 มีค่าเท่ากับ -0.9913 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_1 มีค่าเท่ากับ -1.3274 ค่าประมาณพารามิเตอร์ Θ_2 มีค่าเท่ากับ -0.5445 ดังนั้นตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดแสดงดังสมการที่ 52

$$\begin{aligned} Z_t = & 0.5871Z_{t-1} - 0.4436Z_{t-12} + 0.2604Z_{t-13} + 0.4523Z_{t-24} \\ & - 0.4184Z_{t-25} + 0.9913Z_{t-36} - 0.582Z_{t-37} + a_t \\ & + 1.3274a_{t-12} + 0.5445a_{t-24} \end{aligned} \quad (52)$$

1.3 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

- ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 39 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง

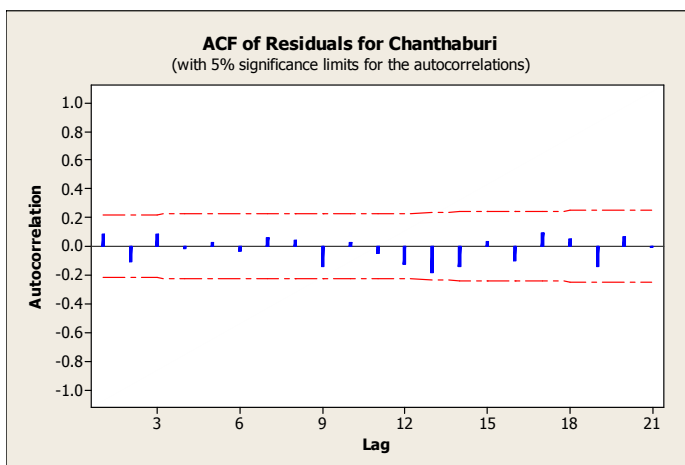
ผลการตรวจสอบค่าตกค้าง แสดงให้เห็นว่า ค่าตกค้างอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่า ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂ สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีมีความเหมาะสม เมื่อตรวจสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ Q ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 45 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂ ด้วยตัวสถิติทดสอบ Q

Lag	12	24	36	48
สถิติไคกำลังสอง	11.1	21.4	28.5	34.1
องศาเสรี (df)	7	19	31	43
p-Value	0.136	0.313	0.597	0.832

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ แสดงให้เห็นว่า ค่าสถิติทดสอบ Q_{12} มีค่าเท่ากับ 11.1 ($p\text{-value}=0.136$) ค่าสถิติทดสอบ Q_{24} มีค่าเท่ากับ 21.4 ($p\text{-value}=0.313$) ค่าสถิติทดสอบ Q_{36} มีค่าเท่ากับ 28.5 ($p\text{-value}=0.597$) และค่าสถิติทดสอบ Q_{48} มีค่าเท่ากับ 34.1 ($p\text{-value}=0.832$) **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂ มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีโดยมีค่า RMSE เท่ากับ 46.71 คน

- ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 40 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง

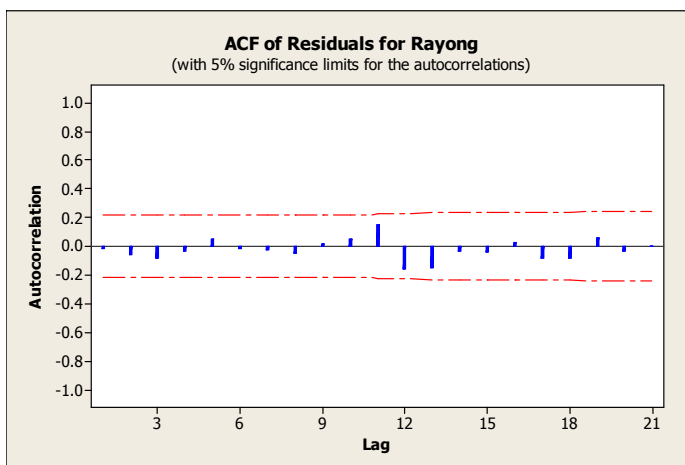
ผลการตรวจสอบค่าตกค้าง แสดงให้เห็นว่า ค่าตกค้างอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่า ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$ สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีมีความเหมาะสม เมื่อตรวจสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ Q ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 46 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$ ด้วยตัวสถิติทดสอบ Q

Lag	12	24	36	48
สถิติไคกำลังสอง	6.8	19.8	35.1	43.4
องศาเสรี (df)	6	18	30	42
p -Value	0.341	0.345	0.238	0.412

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ แสดงให้เห็นว่า ค่าสถิติทดสอบ Q_{12} มีค่าเท่ากับ 6.8 (p -value=0.341) ค่าสถิติทดสอบ Q_{24} มีค่าเท่ากับ 19.8 (p -value=0.345) ค่าสถิติทดสอบ Q_{36} มีค่าเท่ากับ 35.1 (p -value=0.238) และค่าสถิติทดสอบ Q_{48} มีค่าเท่ากับ 43.4 (p -value=0.412) **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$ มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีโดยมีค่า RMSE เท่ากับ 26.68 คน

- ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 41 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง

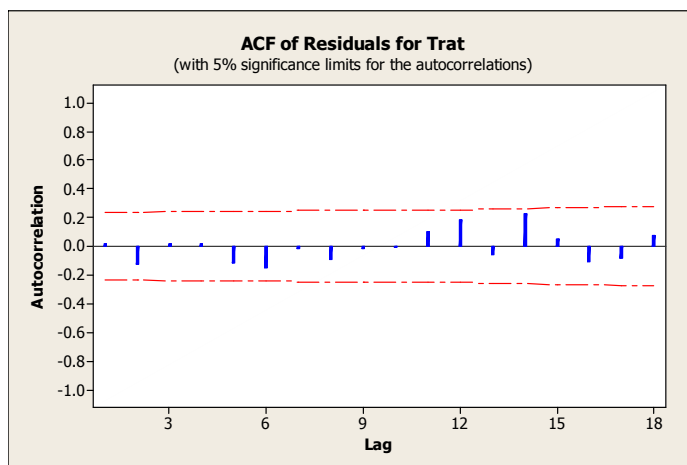
ผลการตรวจสอบค่าตกค้าง แสดงให้เห็นว่า ค่าตกค้างตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่า ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂ สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองมีความเหมาะสม เมื่อตรวจสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ Q ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 47 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂ ด้วยตัวสถิติทดสอบ Q

Lag	12	24	36	48
สถิติไคกำลังสอง	6.6	11.9	20.9	31.6
องศาเสรี (df)	6	18	30	42
p-Value	0.361	0.853	0.890	0.879

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ แสดงให้เห็นว่า ค่าสถิติทดสอบ Q_{12} มีค่าเท่ากับ 6.6 (p -value=0.361) ค่าสถิติทดสอบ Q_{24} มีค่าเท่ากับ 11.9 (p -value=0.853) ค่าสถิติทดสอบ Q_{36} มีค่าเท่ากับ 20.9 (p -value=0.890) และค่าสถิติทดสอบ Q_{48} มีค่าเท่ากับ 31.6 (p -value=0.879) **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂ มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดระยองโดยมีค่า RMSE เท่ากับ 35.68 คน

- ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาลสำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 42 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,0)(2,1,2)_{12}$ ด้วยกราฟ ACF ของค่าตกค้าง

ผลการตรวจสอบค่าตกค้าง แสดงให้เห็นว่า ค่าตกค้างตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่า ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,0)(2,1,2)_{12}$ สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดมีความเหมาะสม เมื่อตรวจสอบด้วยตัวสถิติทดสอบ Q ปรากฏดังนี้

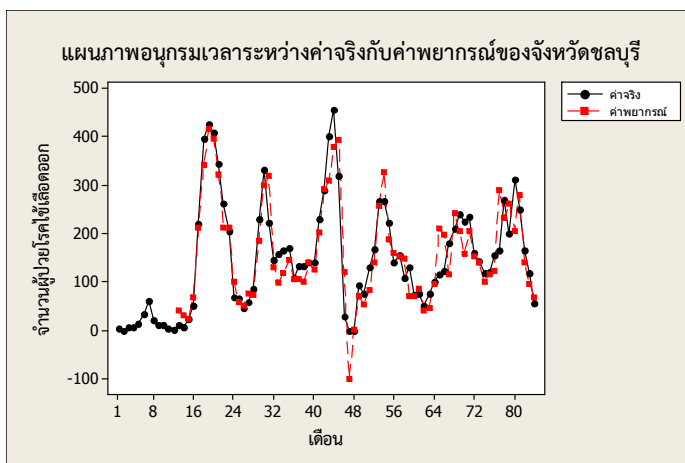
ตารางที่ 48 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,0)(2,1,2)_{12}$ ด้วยตัวสถิติทดสอบ Q

Lag	12	24	36	48
สถิติไคกำลังสอง	8.8	24.7	30.4	49.3
องศาเสรี (df)	7	19	31	43
p -Value	0.269	0.170	0.497	0.235

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ แสดงให้เห็นว่า ค่าสถิติทดสอบ Q_{12} มีค่าเท่ากับ 8.8 (p -value=0.269) ค่าสถิติทดสอบ Q_{24} มีค่าเท่ากับ 24.7 (p -value=0.170) ค่าสถิติทดสอบ Q_{36} มีค่าเท่ากับ 30.4 (p -value=0.497) และค่าสถิติทดสอบ Q_{48} มีค่าเท่ากับ 49.3 (p -value=0.235) **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,0)(2,1,2)_{12}$ มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดตราดโดยมีค่า RMSE เท่ากับ 12.96 คน

1.4 ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

- ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 43 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จากตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(0,1,2)_{12}$

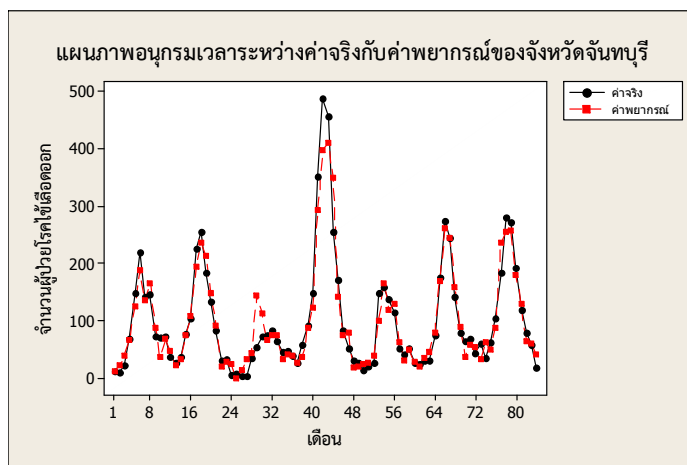
เมื่อนำค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ดูภาคผนวก ค และภาคผนวก ง) มาเปรียบเทียบกับแผนภาพอนุกรมเวลาดังภาพที่ 43 แสดงให้เห็นว่า แผนภาพอนุกรมเวลาระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกัน **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(0,1,2)_{12}$ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 49 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีจากตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	82.11	98.30
กุมภาพันธ์	57.13	85.56
มีนาคม	86.36	108.47
เมษายน	103.58	135.03
พฤษภาคม	232.19	195.05
มิถุนายน	279.47	240.77
กรกฎาคม	307.66	241.43
สิงหาคม	244.01	257.25
กันยายน	215.67	232.92
ตุลาคม	114.68	151.87
พฤศจิกายน	117.29	145.80
ธันวาคม	68.71	89.75

ผลพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี แสดงให้เห็นว่า ในปีพ.ศ. 2557 พยากรณ์ว่าในเดือนกรกฎาคมอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 307.66 คน และในเดือนกุมภาพันธ์อาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 57.13 คน ในปีพ.ศ. 2558 พยากรณ์ว่าในเดือนสิงหาคมอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 257.25 คน และในเดือนกุมภาพันธ์อาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 85.56 คน โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 46.71 คน

- ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จากตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$

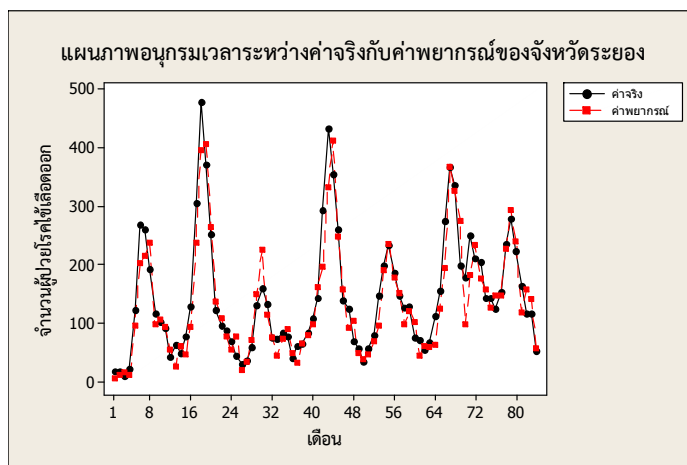
เมื่อนำค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ดูภาคผนวก ค และภาคผนวก ง) มาเปรียบเทียบกับแผนภาพอนุกรมเวลาดังภาพที่ 44 แสดงให้เห็นว่า แผนภาพอนุกรมเวลาระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกัน **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(1,0,2)_{12}$ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 50 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีจากตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,2)(1,0,2)₁₂ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	3.61	50.44
กุมภาพันธ์	17.20	39.24
มีนาคม	22.17	47.14
เมษายน	56.49	81.00
พฤษภาคม	212.14	192.58
มิถุนายน	289.49	289.23
กรกฎาคม	275.04	279.63
สิงหาคม	151.17	173.23
กันยายน	86.75	97.99
ตุลาคม	54.83	74.50
พฤศจิกายน	55.67	68.55
ธันวาคม	42.65	36.04

ผลพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี แสดงให้เห็นว่า ในปีพ.ศ. 2557 พยากรณ์ว่าในเดือนมิถุนายนอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 289.49 คน และในเดือนมกราคมอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 3.61 คน ในปีพ.ศ. 2558 พยากรณ์ว่าในเดือนมิถุนายนอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 289.23 คน และในเดือนธันวาคมอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 36.04 คน โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 26.68 คน

- ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จากตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(0,0,3)_{12}$

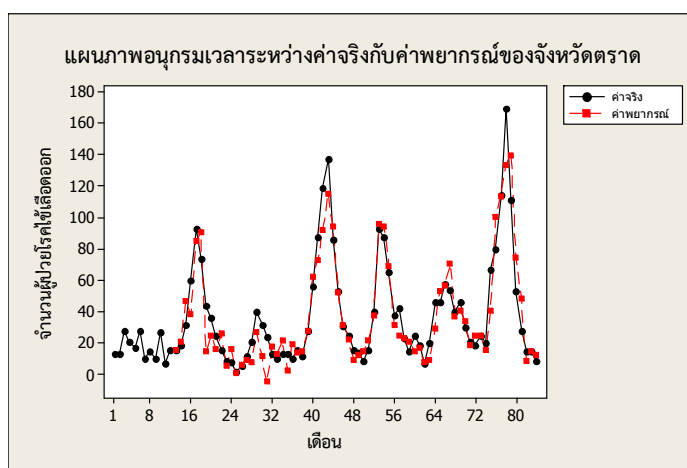
เมื่อนำค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ดูภาคผนวก ค และภาคผนวก ง) มาเปรียบเทียบกับแผนภาพอนุกรมเวลาดังภาพที่ 45 แสดงให้เห็นว่า แผนภาพอนุกรมเวลาระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกัน **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,2)(0,0,3)_{12}$ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 51 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองจากตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	49.55	101.78
กุมภาพันธ์	26.95	69.39
มีนาคม	42.93	69.82
เมษายน	65.61	61.09
พฤษภาคม	120.83	73.09
มิถุนายน	191.27	109.18
กรกฎาคม	190.30	103.79
สิงหาคม	160.38	77.83
กันยายน	79.87	42.24
ตุลาคม	86.24	33.78
พฤศจิกายน	120.92	42.54
ธันวาคม	102.94	29.01

ผลพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง แสดงให้เห็นว่า ในปีพ.ศ. 2557 พยากรณ์ว่าในเดือนมิถุนายนอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 191.27 คน และในเดือนกุมภาพันธ์อาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 26.95 คน ในปีพ.ศ. 2558 พยากรณ์ว่าในเดือนมิถุนายนอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 109.18 คน และในเดือนธันวาคมอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 29.01 คน โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 35.68 คน

- ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้



ภาพที่ 46 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดกับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 จากตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,0)(2,1,2)_{12}$

เมื่อนำค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ดูภาคผนวก ค และภาคผนวก ง) มาเปรียบเทียบกับแผนภาพอนุกรมเวลาดังภาพที่ 46 แสดงให้เห็นว่า แผนภาพอนุกรมเวลาระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกัน **สรุปได้ว่า** ตัวแบบเชิงฤดูกาล $ARIMA(1,0,0)(2,1,2)_{12}$ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 52 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดจากตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,0)(2,1,2)₁₂ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	7.12	18.95
กุมภาพันธ์	6.44	10.94
มีนาคม	37.16	46.41
เมษายน	31.55	64.18
พฤษภาคม	63.45	67.23
มิถุนายน	86.78	114.09
กรกฎาคม	21.84	89.48
สิงหาคม	-4.85	51.48
กันยายน	4.02	37.06
ตุลาคม	8.76	24.63
พฤศจิกายน	7.01	19.86
ธันวาคม	15.47	11.43

ผลพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด แสดงให้เห็นว่า ในปีพ.ศ. 2557 พยากรณ์ว่าในเดือนมิถุนายนอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 86.74 คน และในเดือนสิงหาคมอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ -4.85 คน ในปีพ.ศ. 2558 พยากรณ์ว่าในเดือนมิถุนายนอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 114.09 คน และในเดือนกุมภาพันธ์อาจจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่ำที่สุดด้วยค่าพยากรณ์เท่ากับ 10.94 คน โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 12.96 คน

2. ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออก

การตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยใช้แผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และกฎที่ใช้ในการแปลความหมาย 7 ข้อ นำเสนอตามลำดับดังนี้ 1) ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 2) ผลการสร้างขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC 3) ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยใช้แผนภูมิควบคุม ATCC และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ และ 4) ผลการปรับขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC โดยนำค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกล่วงหน้าหนึ่งเดือนรวมกับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันแล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 จนกว่าจะสามารถตรวจสอบได้ว่าเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก

2.1 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี

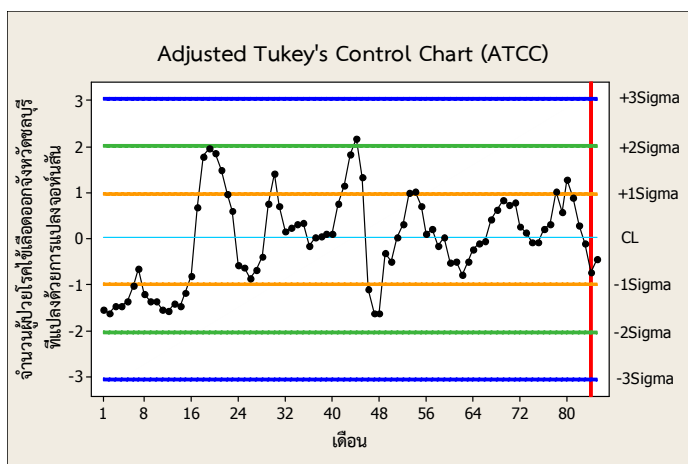
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.467 ($p\text{-value} = 0.245$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.009224 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9679 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 53 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2557	-3.0602	-2.0289	-0.9964	0.0406	0.9779	2.0105	3.0418

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0602 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0289 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9964 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0406 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9779 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0105 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0418



ภาพที่ 47 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 47 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนมกราคม พ.ศ. 2557

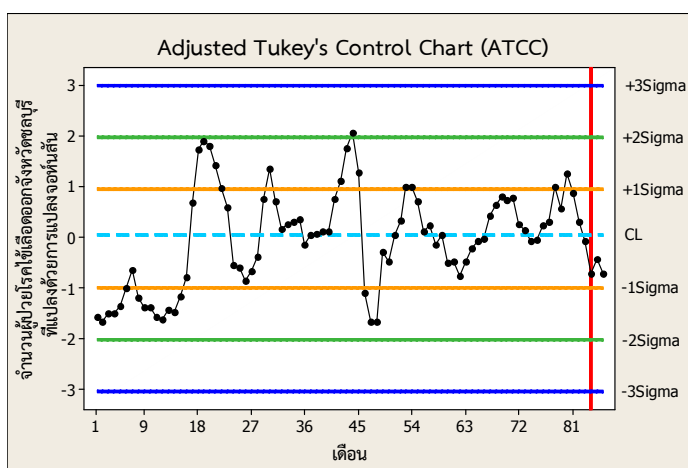
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.473 ($p\text{-value} = 0.237$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01594 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9579 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 54 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557	-3.0343	-2.0141	-0.9928	0.0601	0.9609	1.9823	3.0024

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0343 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0141 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9928 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0601 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9609 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9823 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0024



ภาพที่ 48 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ภาพที่ 48 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

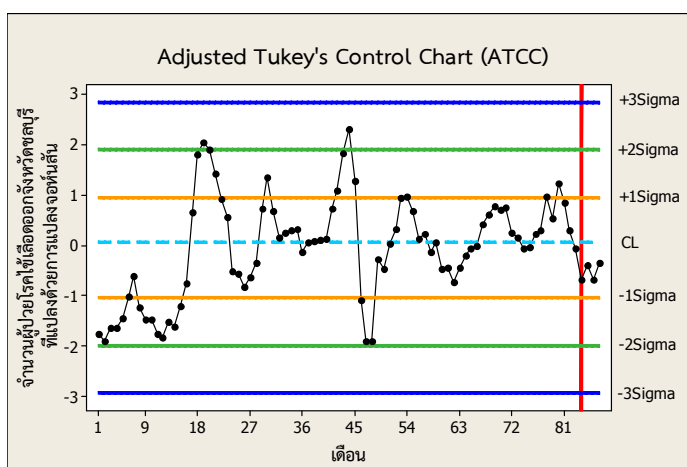
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.481 ($p\text{-value} = 0.226$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04688 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9976 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 55 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2557	-2.9346	-1.9821	-1.0285	0.0533	0.9347	1.8884	2.8408

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9346 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9821 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0285 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0533 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9347 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8884 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8408



ภาพที่ 49 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 49 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

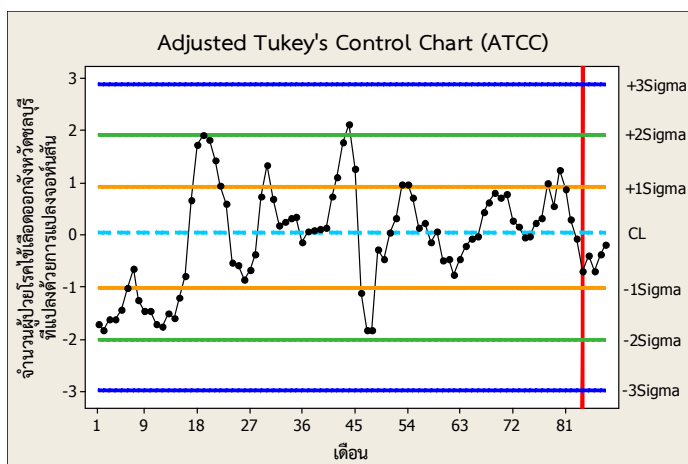
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.470 ($p\text{-value} = 0.241$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.0477 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9765 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 56 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2557	-2.9703	-1.9967	-1.0219	0.0522	0.9265	1.9013	2.8749

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9703 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9967 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0219 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0522 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9265 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9013 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8749



ภาพที่ 50 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 50 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนเมษายน พ.ศ. 2557

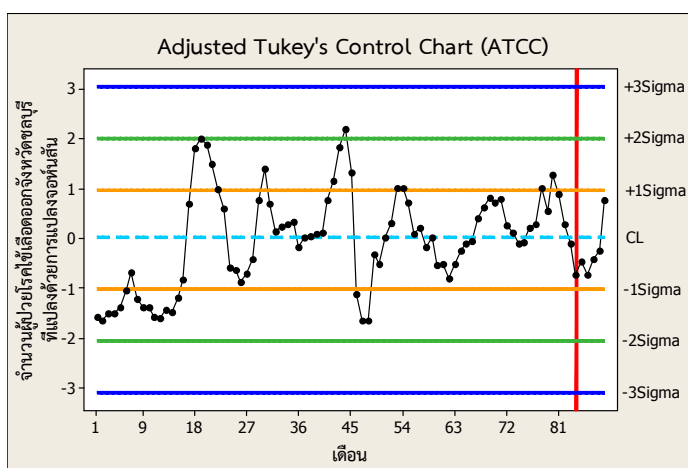
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.410 ($p\text{-value} = 0.338$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02263 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9644 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 57 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2557	-3.0864	-2.0486	-1.0095	0.0267	0.9643	2.0033	3.0411

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0864 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0486 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0095 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0267 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9643 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0033 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0411



ภาพที่ 51 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 51 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

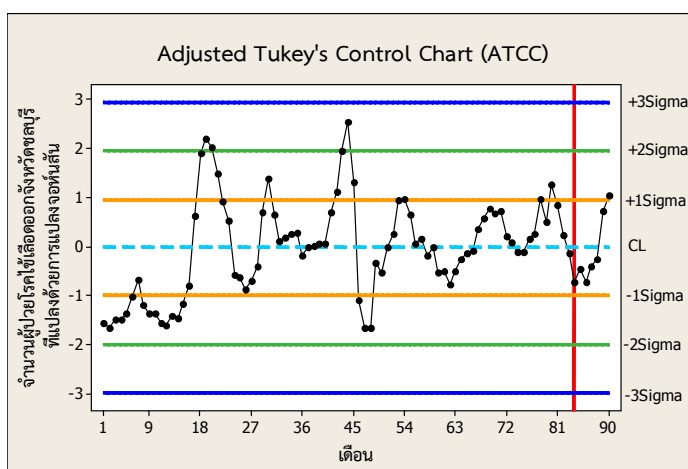
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.388 ($p\text{-value} = 0.379$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02319 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9751 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 58 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2557	-2.9998	-2.0026	-1.0041	0.0046	0.9577	1.9562	2.9534

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9998 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0026 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0041 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0046 สำหรับ ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9577 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9562 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9534



ภาพที่ 52 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 52 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

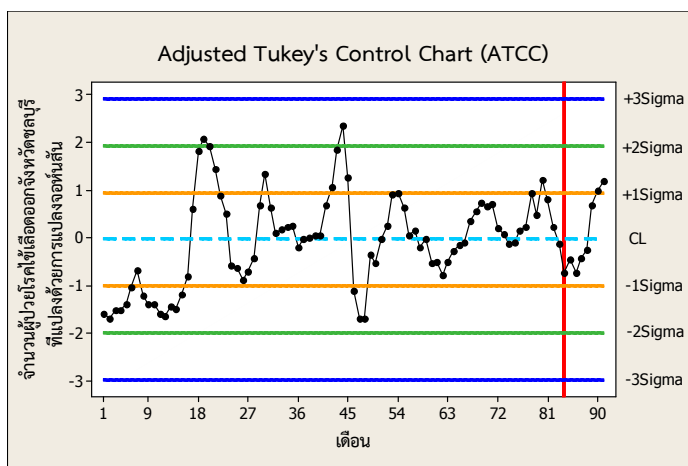
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.365 (p -value = 0.431) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03517 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9630 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 59 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2557	-2.9848	-1.9957	-1.0053	0.0121	0.9350	1.9253	2.9145

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9848 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9957 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0053 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0121 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9350 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9253 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9145



ภาพที่ 53 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 53 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

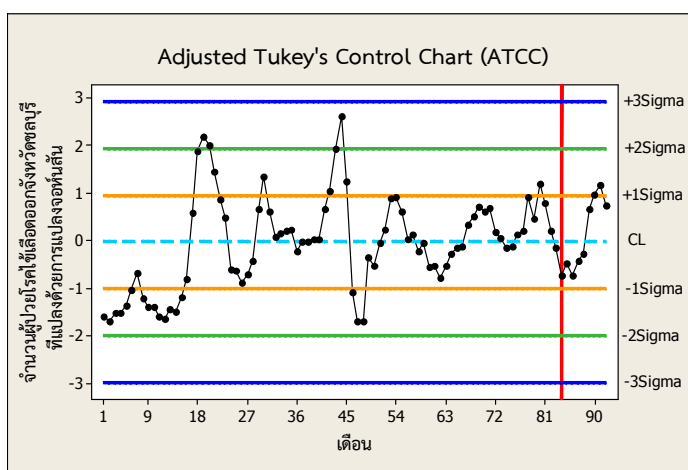
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.374 ($p\text{-value} = 0.409$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03068 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9709 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 60 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2557	-2.9900	-1.9990	-1.0068	0.0207	0.9454	1.9376	2.9287

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9900 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9990 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0068 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0207 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9454 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9376 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9287



ภาพที่ 54 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 54 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

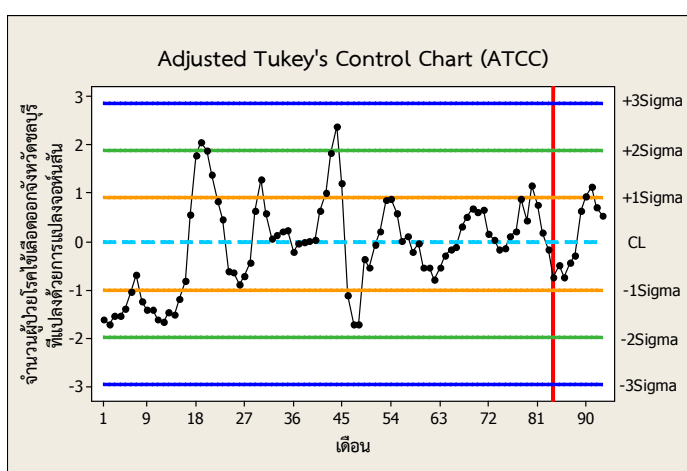
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.385 ($p\text{-value} = 0.386$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04958 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9512 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 61 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2557	-2.9655	-1.9875	-1.0082	-0.0235	0.9091	1.8883	2.8664

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.9655 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ -1.9875 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0082 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0235 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9091 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มีค่าเท่ากับ 1.8883 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.8664



ภาพที่ 55 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 55 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนกันยายน พ.ศ. 2557

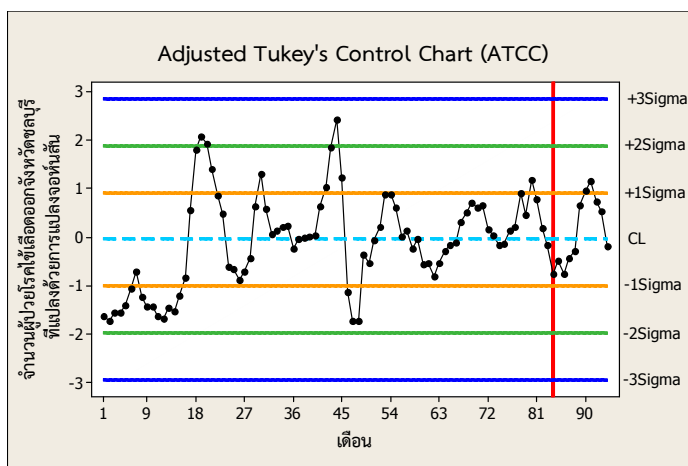
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.381 ($p\text{-value} = 0.394$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04664 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9531 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 62 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2557	-2.9426	-1.9737	-1.0036	-0.0295	0.9103	1.8804	2.8493

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9426 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9737 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0036 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0295 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9103 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8804 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8493



ภาพที่ 56 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 56 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

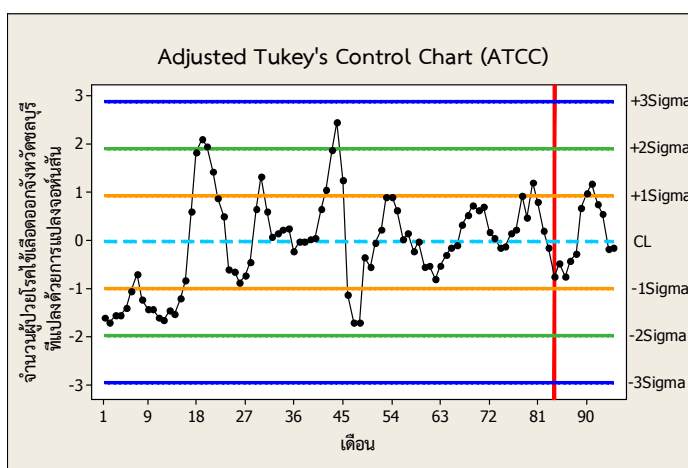
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.385 ($p\text{-value} = 0.385$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04339 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9550 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 63 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	-2.9601	-1.9828	-1.0043	-0.0354	0.9175	1.8960	2.8733

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9601 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9828 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0043 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0354 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9175 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8960 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8733



ภาพที่ 57 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 57 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

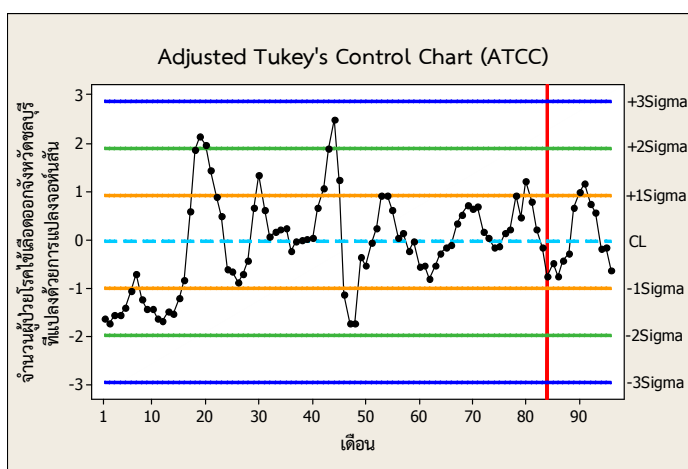
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.370 ($p\text{-value} = 0.419$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04037 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9582 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 64 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2557	-2.9458	-1.9743	-1.0015	-0.0313	0.9208	1.8935	2.8651

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.9458 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ -1.9743 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0015 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0313 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9208 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มีค่าเท่ากับ 1.8935 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.8651



ภาพที่ 58 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 58 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

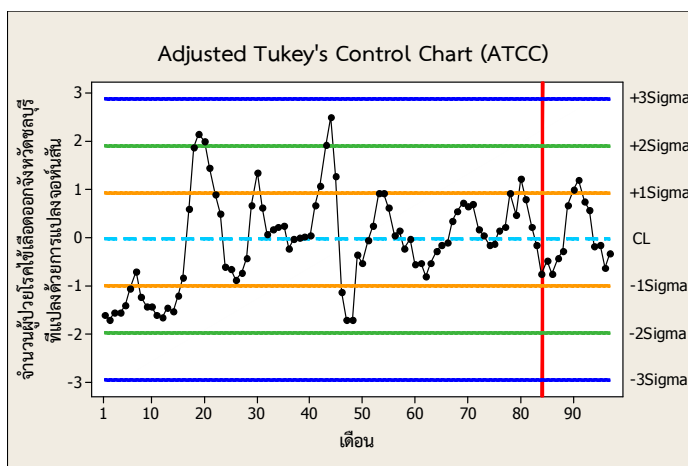
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.364 ($p\text{-value} = 0.433$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03868 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9606

ตารางที่ 65 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2558	-2.9665	-1.9861	-1.0044	-0.0333	0.9271	1.9087	2.8892

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9665 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9861 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0044 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0333 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9271 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9087 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8892



ภาพที่ 59 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 59 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนมกราคม พ.ศ. 2558

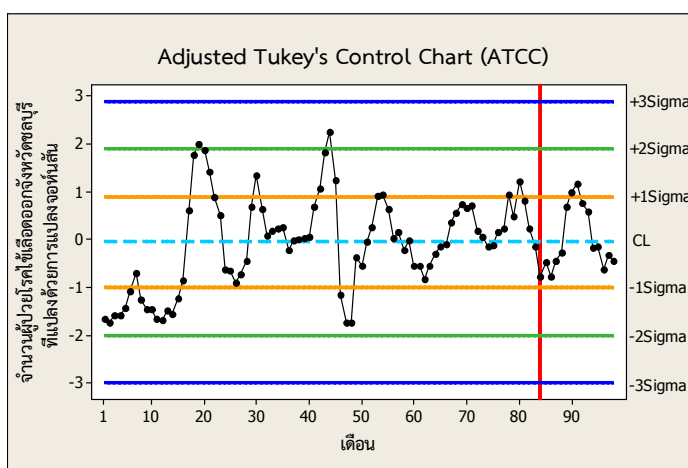
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.357 ($p\text{-value} = 0.449$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.05726 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9463 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 66 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	-3.0002	-2.0091	-1.0168	-0.0336	0.9023	1.8946	2.8857

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0002 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0091 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0168 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0336 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9023 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8946 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8857



ภาพที่ 60 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ภาพที่ 60 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

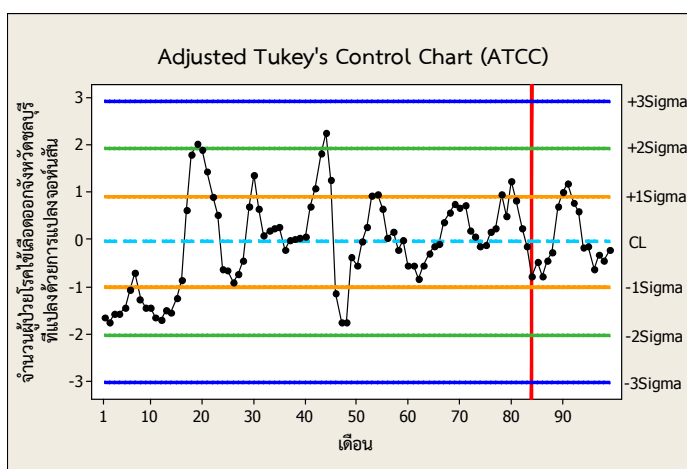
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.358 ($p\text{-value} = 0.447$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.05485 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9478 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 67 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มีนาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2558	-3.0303	-2.0256	-1.0198	-0.0353	0.9101	1.9159	2.9206

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.0303 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-2.0256 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0198 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0353
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9101 ขีดจำกัดควบคุมบน
+2 σ มีค่าเท่ากับ 1.9159 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.9206



ภาพที่ 61 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มีนาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 61 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

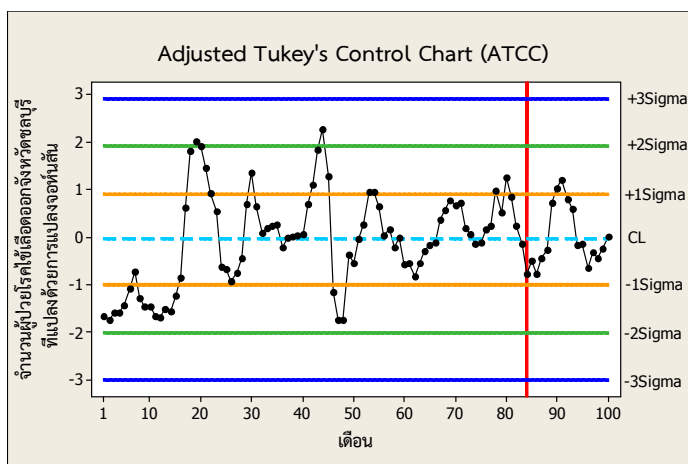
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.368 (p -value = 0.423) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.05011 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9492 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 68 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2558	-3.0080	-2.0113	-1.0134	-0.0287	0.9132	1.9111	2.9078

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0080 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0113 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0134 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0287 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9132 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9111 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9078



ภาพที่ 62 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 62 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนเมษายน พ.ศ. 2558

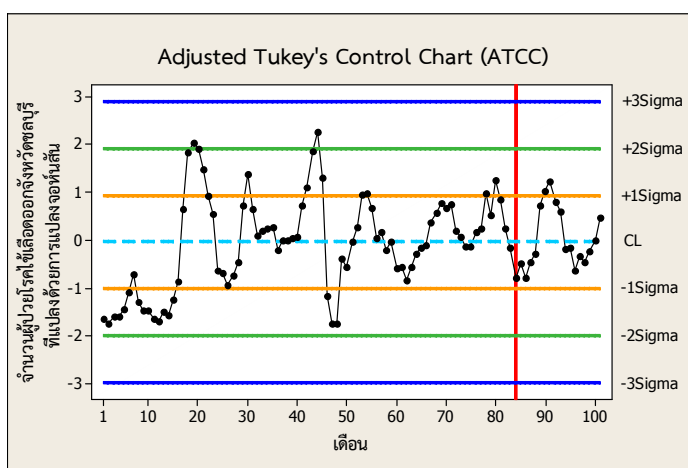
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.356 ($p\text{-value} = 0.451$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04074 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9520 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 69 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2558	-2.9806	-1.9925	-1.0031	-0.0218	0.9216	1.9110	2.8991

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9806 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9925 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0031 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0218 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9216 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9110 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8991



ภาพที่ 63 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 63 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

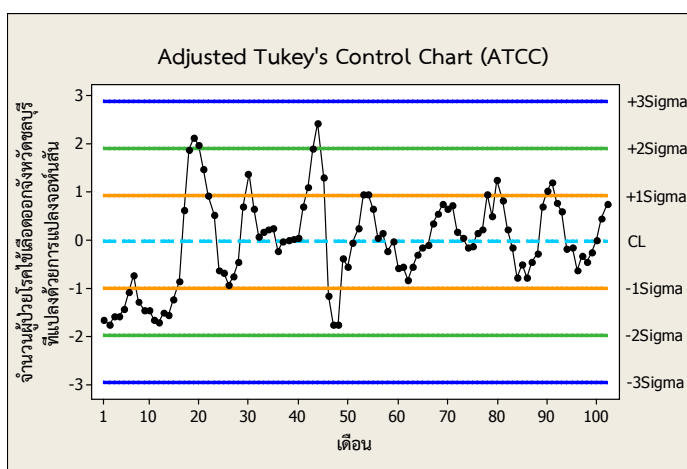
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.365 ($p\text{-value} = 0.431$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03892 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9532 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 70 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มิถุนายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2558	-2.9639	-1.9825	-0.9999	-0.0322	0.9221	1.9047	2.8861

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.9639 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-1.9825 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9999 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0322
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9221 ขีดจำกัดควบคุมบน
+2 σ มีค่าเท่ากับ 1.9047 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.8861



ภาพที่ 64 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มิถุนายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 64 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

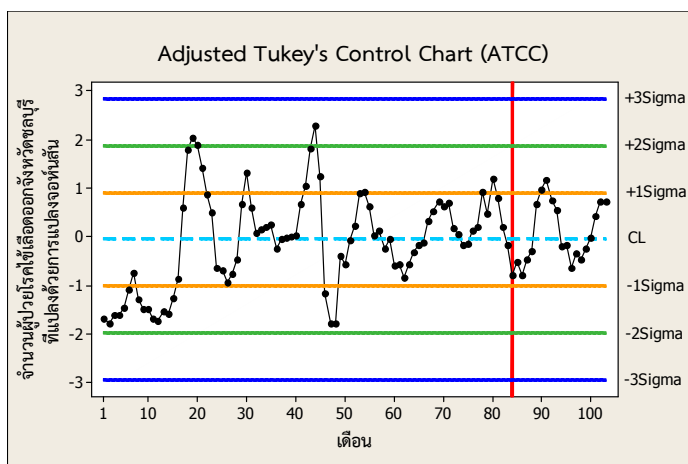
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.394 (p -value = 0.369) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.05569 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9398 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 71 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2558	-2.9485	-1.9771	-1.0044	-0.0415	0.8931	1.8657	2.8371

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9485 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9771 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0044 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0415 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.8931 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8657 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8371



ภาพที่ 65 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 65 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

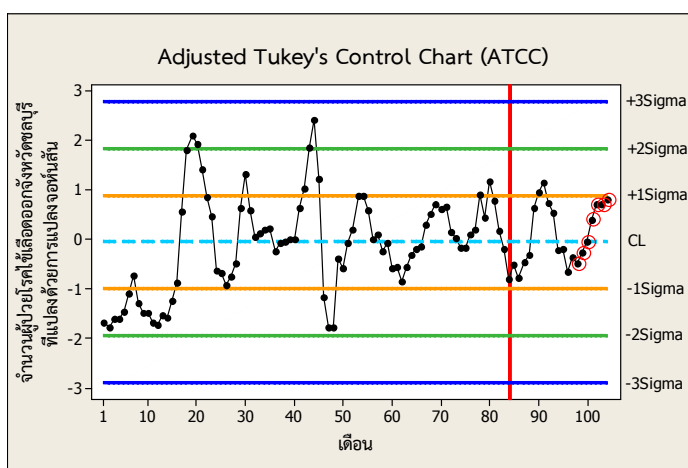
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.405 ($p\text{-value} = 0.347$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.05245 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9407 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 72 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2558	-2.8961	-1.9461	-0.9949	-0.0450	0.8900	1.8412	2.7912

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.8961 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9461 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9949 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0450 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.8900 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8412 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.7912



ภาพที่ 66 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 66 และการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 แสดงให้เห็นว่า เกิดการระบาด ของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 และจากตารางที่ 31 ทำนายได้ว่าจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 257 คน ด้วยค่า RMSE เท่ากับ 46.71 คน

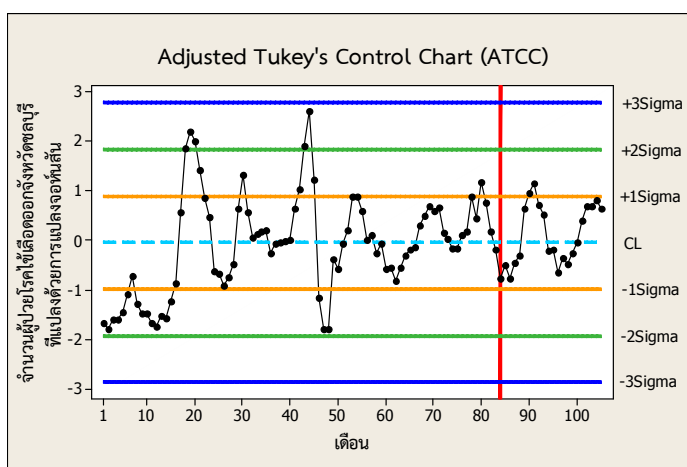
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.441 (p -value = 0.285) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04915 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9432 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 73 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2558	-2.8599	-1.9247	-0.9884	-0.0472	0.8901	1.8264	2.7616

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.8599 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ -1.9247 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9884 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0472 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.8901 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มีค่าเท่ากับ 1.8264 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.7616



ภาพที่ 67 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 67 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนกันยายน พ.ศ. 2558

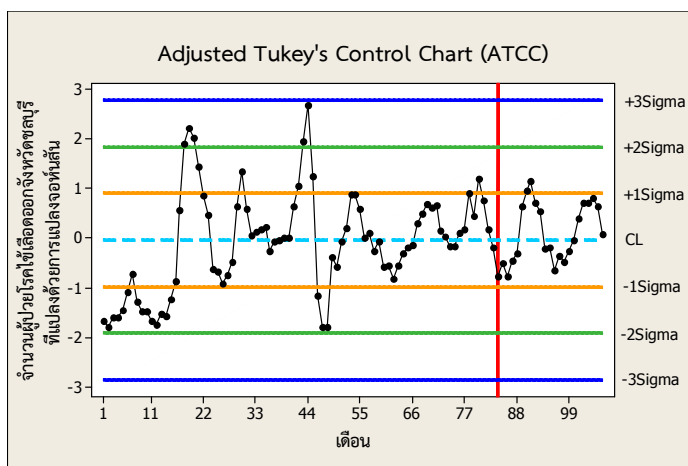
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.455 (p -value = 0.263) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04337 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9452 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 74 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2558	-2.8617	-1.9239	-0.9849	-0.0451	0.8982	1.8371	2.7749

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.8617 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9239 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9849 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0451 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.8982 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8371 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.7749



ภาพที่ 68 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 68 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

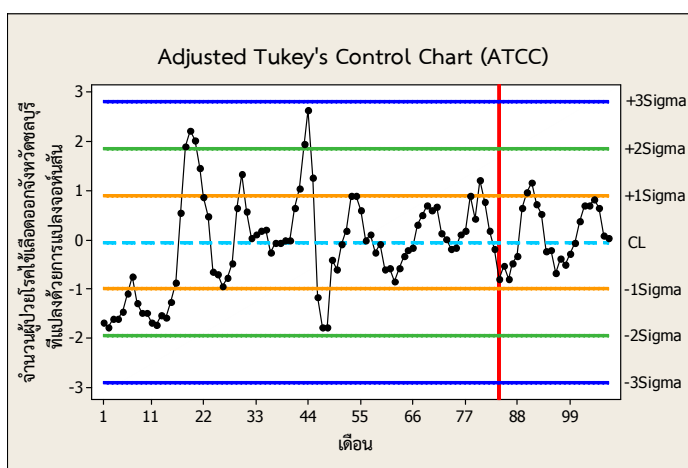
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.449 ($p\text{-value} = 0.273$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04412 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9479 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 75 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2558	-2.9037	-1.9489	-0.9930	-0.0508	0.9047	1.8607	2.8154

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9037 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9489 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9930 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0508 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9047 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8607 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8154



ภาพที่ 69 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 69 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

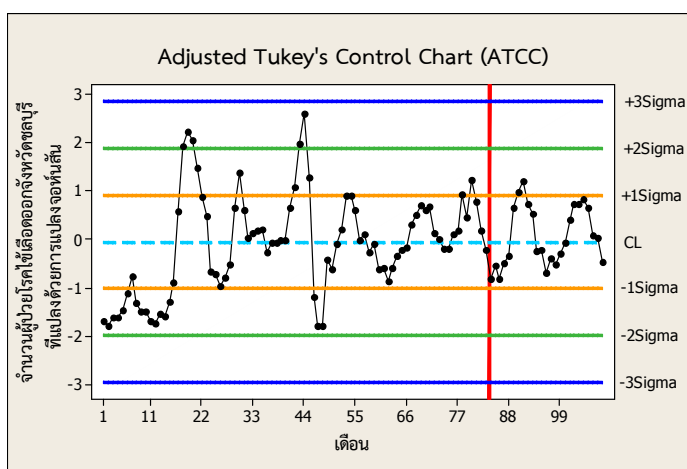
- ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.420 ($p\text{-value} = 0.320$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04946 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9516 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 76 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2558	-2.9500	-1.9786	-1.0061	-0.0568	0.9072	1.8797	2.8511

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9500 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ
 -1.9786 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0061 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0568
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9072 ขีดจำกัดควบคุมบน
 $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8797 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8511



ภาพที่ 70 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ชลบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 70 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

2.1 ผลการตรวจสอบการกระจายของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี

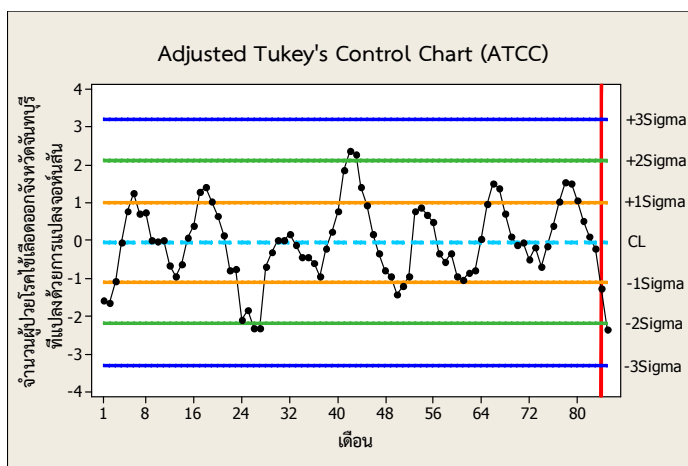
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.252 (p -value = 0.730) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04093 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.029 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 77 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2557	-3.2848	-2.1884	-1.0906	-0.0405	1.0087	2.1065	3.2030

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2848 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1884 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0906 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0405 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0087 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1065 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2030



ภาพที่ 71 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 71 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนมกราคม พ.ศ. 2557

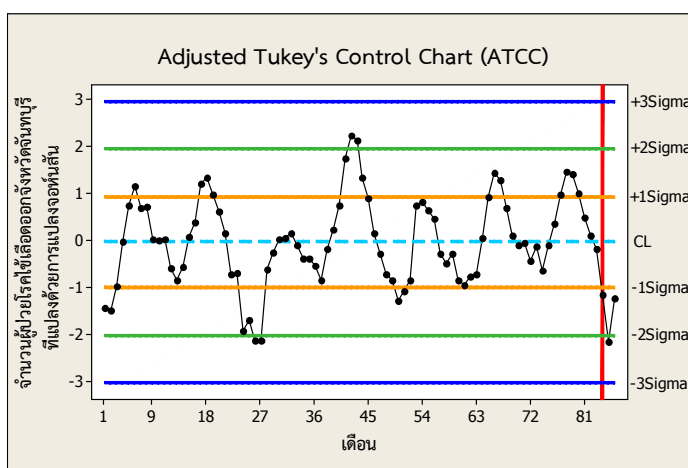
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.229 ($p\text{-value} = 0.804$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04019 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9572 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 78 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557	-3.0328	-2.0235	-1.0129	-0.0337	0.9326	1.9431	2.9524

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0328 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0235 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0129 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0337 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9326 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9431 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9524



ภาพที่ 72 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ภาพที่ 72 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

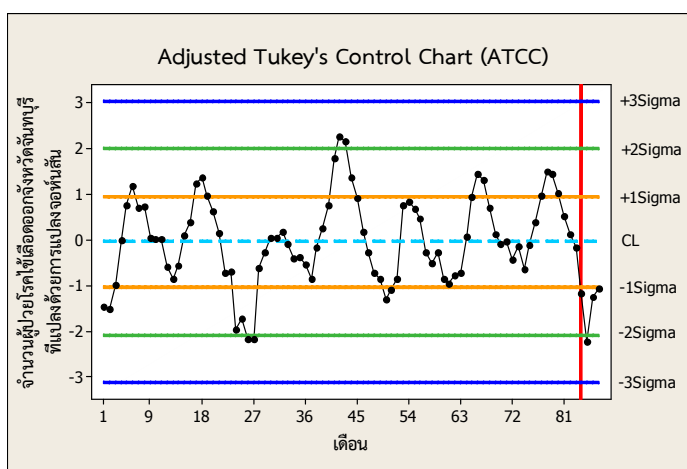
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.223 ($p\text{-value} = 0.822$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04998 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9746 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 79 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2557	-3.1237	-2.0846	-1.0442	-0.0367	0.9442	1.9846	3.0237

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.1237 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-2.0846 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0442 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0367
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9442 ขีดจำกัดควบคุมบน
+2 σ มีค่าเท่ากับ 1.9846 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.0237



ภาพที่ 73 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
จันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มีนาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 73 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

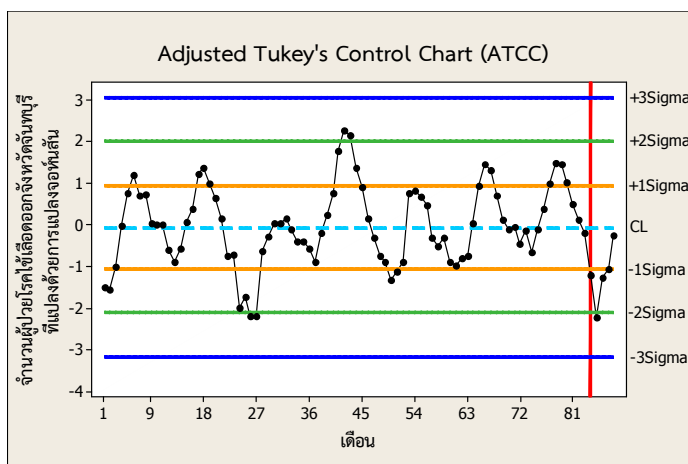
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอร์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.232 (p -value = 0.796) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.05562 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9756 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 80 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอร์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2557	-3.1630	-2.1097	-1.0551	-0.0703	0.9438	1.9984	3.0517

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอร์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.1630 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1097 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0551 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0703 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9438 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9984 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0517



ภาพที่ 74 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 74 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนเมษายน พ.ศ. 2557

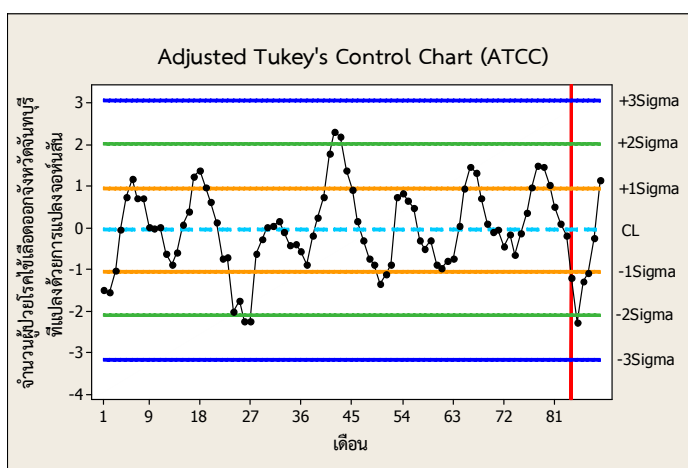
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.236 ($p\text{-value} = 0.783$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04542 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9886 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 81 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2557	-3.1605	-2.1077	-1.0535	-0.0435	0.9627	2.0168	3.0697

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.1605 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1077 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0535 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0435 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9627 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0168 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0697



ภาพที่ 75 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 75 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

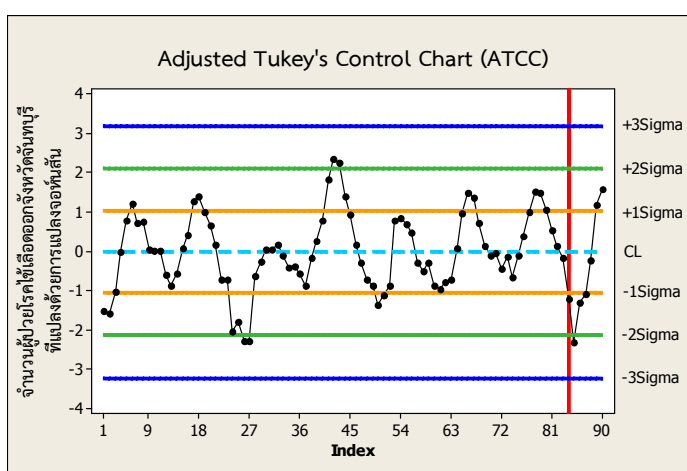
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.247 ($p\text{-value} = 0.747$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02085 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.015 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 82 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2557	-3.2299	-2.1443	-1.0574	-0.0271	1.0157	2.1026	3.1882

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2299 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ
 -2.1443 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0574 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0271
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0157 ขีดจำกัดควบคุมบน
 $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1026 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1882



ภาพที่ 76 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
จันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มิถุนายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 76 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

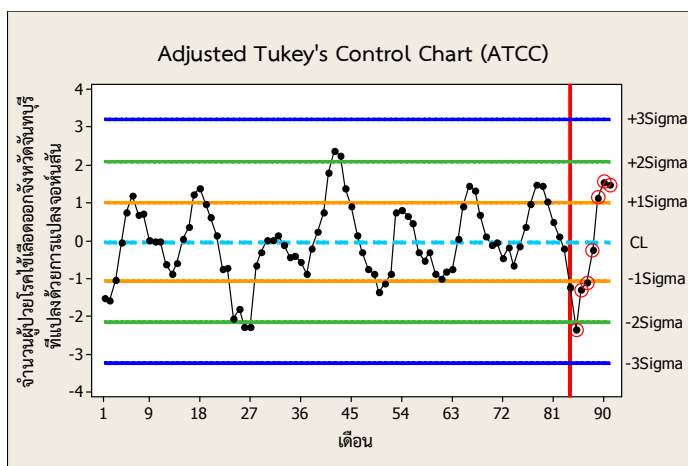
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.270 (p -value = 0.669) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02525 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.014 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 83 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2557	-3.2451	-2.1544	-1.0625	-0.0445	1.0120	2.1039	3.1946

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2451 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1544 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0625 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0445 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0120 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1039 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1946



ภาพที่ 77 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 77 และการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 แสดงให้เห็นว่า เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 และจากตารางที่ 34 ทำนายได้ว่า จะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 275 คน ด้วยค่า RMSE เท่ากับ 26.68 คน

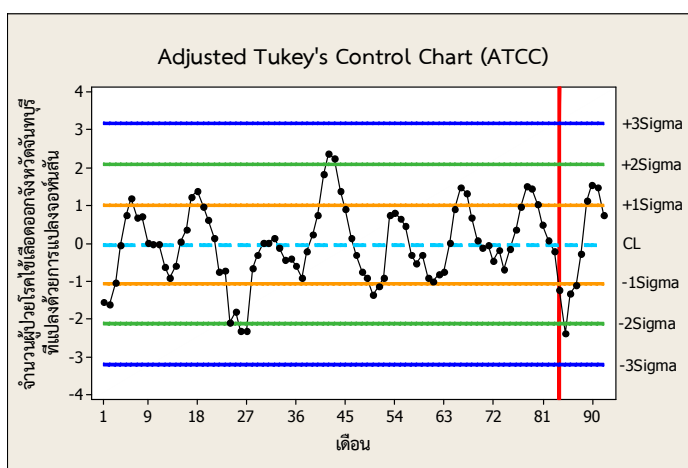
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.262 (p -value = 0.697) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02155 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.0178 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 84 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2557	-3.2044	-2.1309	-1.0560	-0.0357	1.0129	2.0878	3.1613

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2044 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1309 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0560 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0357 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0129 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0878 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1613



ภาพที่ 78 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 78 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

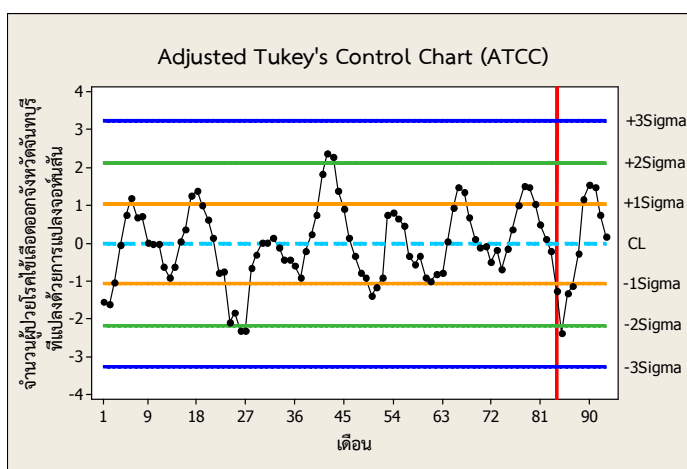
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.252 ($p\text{-value} = 0.731$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01861 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.022 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 85 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2557	-3.2754	-2.1714	-1.0660	-0.0213	1.0287	2.1342	3.2382

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2646 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1680 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0700 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0358 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0257 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1237 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2203



ภาพที่ 79 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 79 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนกันยายน พ.ศ. 2557

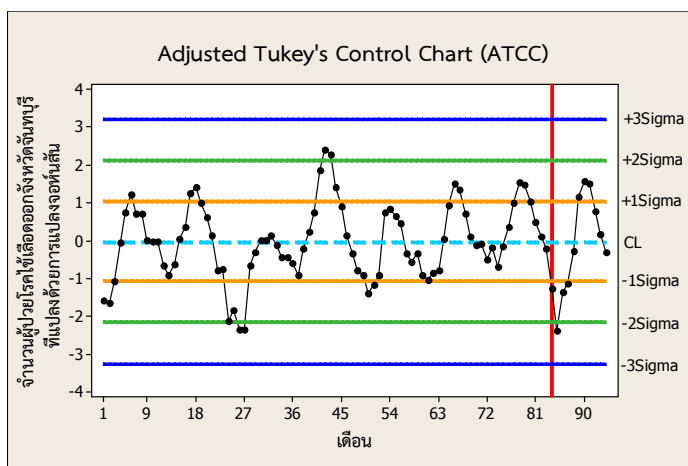
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.263 (p -value = 0.693) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02215 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.027 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 86 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2557	-3.2754	-2.1714	-1.0660	-0.0213	1.0287	2.1342	3.2382

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2754 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1714 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0660 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0213 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0287 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1342 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2382



ภาพที่ 80 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 80 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

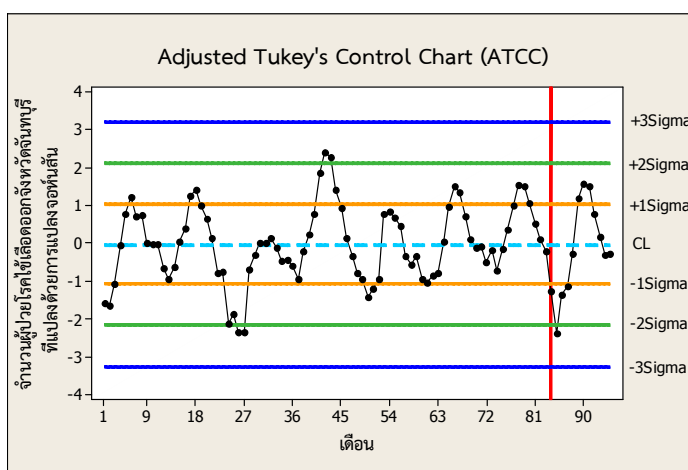
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.279 ($p\text{-value} = 0.640$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02389 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.031 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 87 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	-3.2527	-2.1633	-1.0726	-0.0498	1.0248	2.1155	3.2049

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2527 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1633 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0726 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0498 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0248 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1155 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2049



ภาพที่ 81 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 81 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

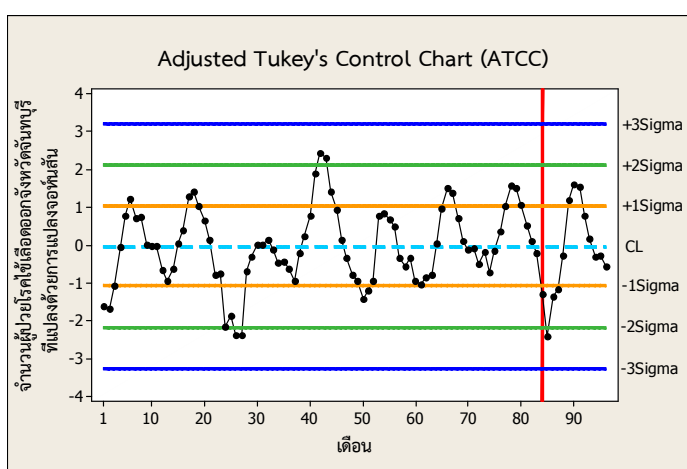
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.292 ($p\text{-value} = 0.600$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03005 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.036 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 88 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2557	-3.2719	-2.1784	-1.0835	-0.0578	1.0234	2.1183	3.2118

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2719 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ
 -2.1784 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0835 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0578
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0234 ขีดจำกัดควบคุมบน
 $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1183 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2118



ภาพที่ 82 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
จันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2557

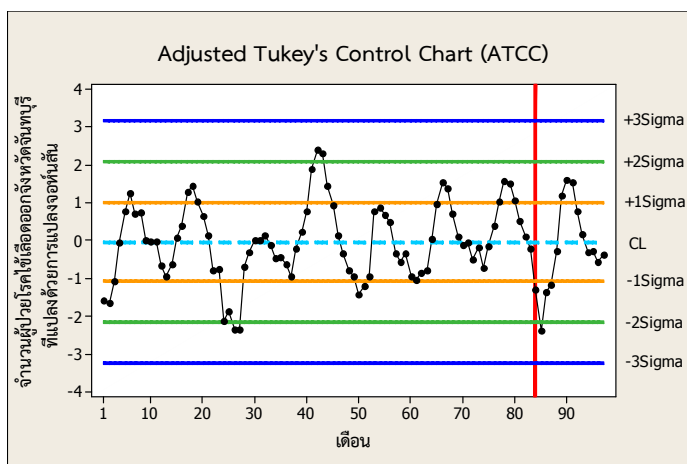
ภาพที่ 82 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้
จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.310 (p -value = 0.549) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02998 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.029 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 89 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2558	-3.2350	-2.1553	-1.0742	-0.0618	1.0143	2.0953	3.1751

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2350 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1553 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0742 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0618 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0143 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0953 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1751



ภาพที่ 83 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 83 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนมกราคม พ.ศ. 2558

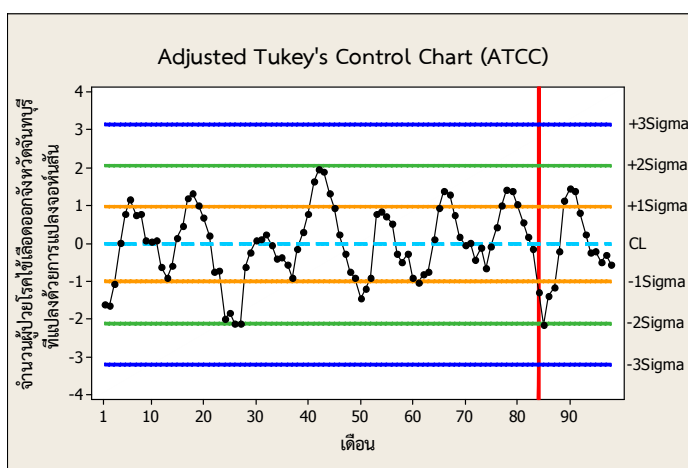
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.316 ($p\text{-value} = 0.537$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01963 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9578 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 90 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	-3.1896	-2.0649	-1.0175	-0.0198	0.9782	2.0649	3.1503

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.1896 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0649 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0175 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0198 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9782 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0649 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1503



ภาพที่ 84 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ภาพที่ 84 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

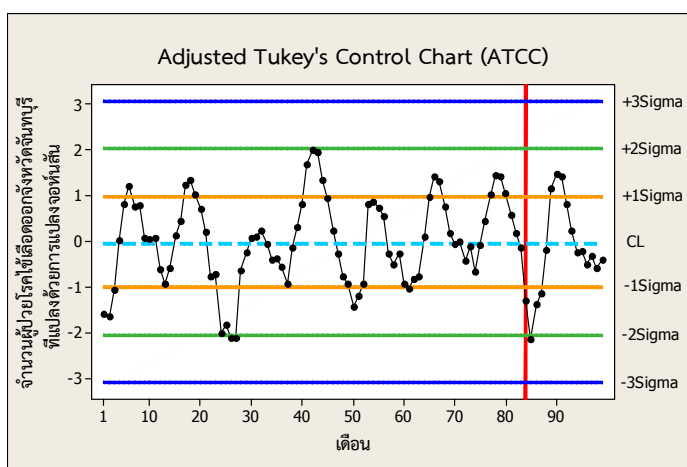
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.313 ($p\text{-value} = 0.543$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.00783 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9673 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 91 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2558	-3.0914	-2.0459	-0.9992	-0.0451	0.9835	2.0303	3.0758

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.0914 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-2.0459 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9992 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0451
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9835 ขีดจำกัดควบคุมบน
+2 σ มีค่าเท่ากับ 2.0303 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.0758



ภาพที่ 85 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
จันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มีนาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 85 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

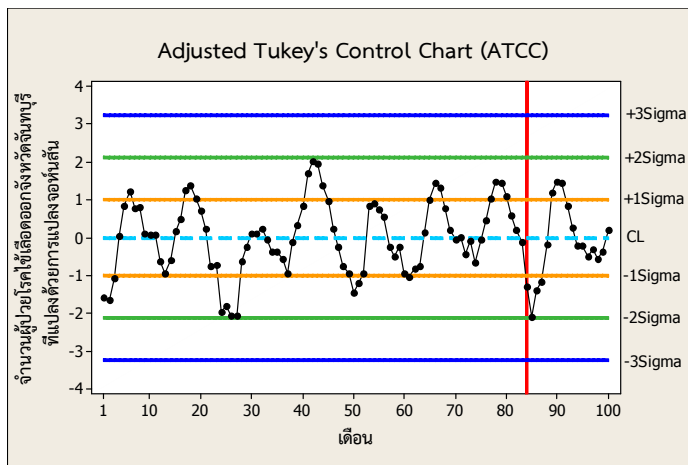
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.309 (p -value = 0.551) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00198 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9625 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 92 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2558	-3.2474	-2.1292	-1.0097	-0.0011	1.0136	2.1332	3.2514

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2474 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1292 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0097 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0011 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0136 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1332 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2514



ภาพที่ 86 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 86 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนเมษายน พ.ศ. 2558

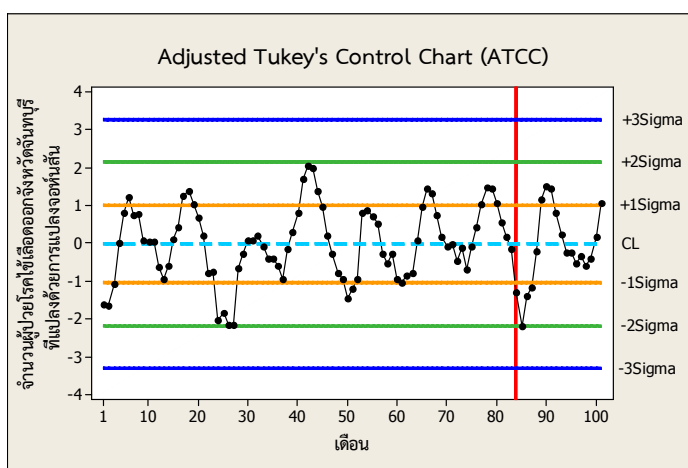
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.326 ($p\text{-value} = 0.517$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01066 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9743 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 93 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2558	-3.3075	-2.1723	-1.0358	-0.0074	1.0144	2.1510	3.2861

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.3075 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1723 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0358 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0074 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0144 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1510 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2861



ภาพที่ 87 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 87 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

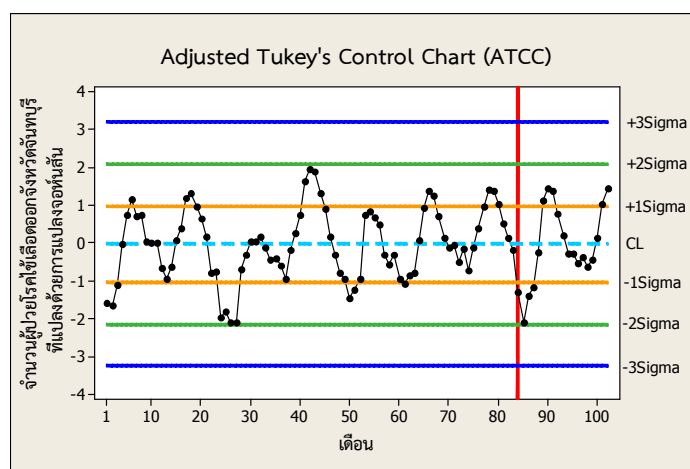
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.365 ($p\text{-value} = 0.431$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02416 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9553 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 94 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2558	-3.2489	-2.1392	-1.0282	-0.0285	0.9799	2.0909	3.2006

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.2489 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-2.1392 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0282 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0285
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9799 ขีดจำกัดควบคุมบน
+2 σ มีค่าเท่ากับ 2.0909 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.2006



ภาพที่ 88 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
จันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มิถุนายน พ.ศ. 2558

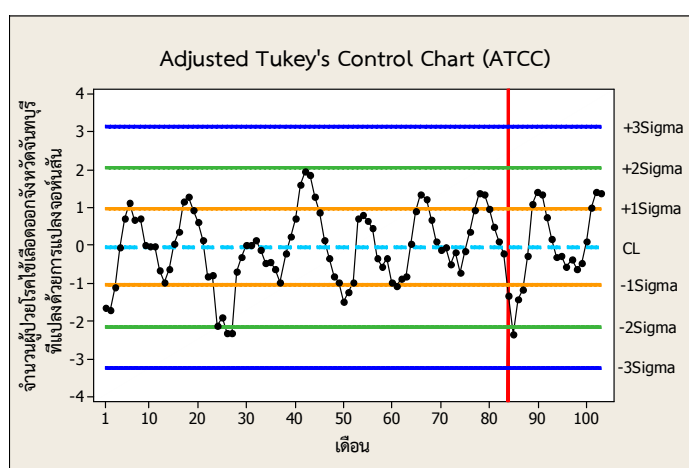
ภาพที่ 88 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติ ด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.399 ($p\text{-value} = 0.359$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04389 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9727 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 95 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2558	-3.2203	-2.1365	-1.0513	-0.0480	0.9635	2.0487	3.1326

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2203 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1362 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0513 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0480 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9635 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0487 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1326



ภาพที่ 89 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 89 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

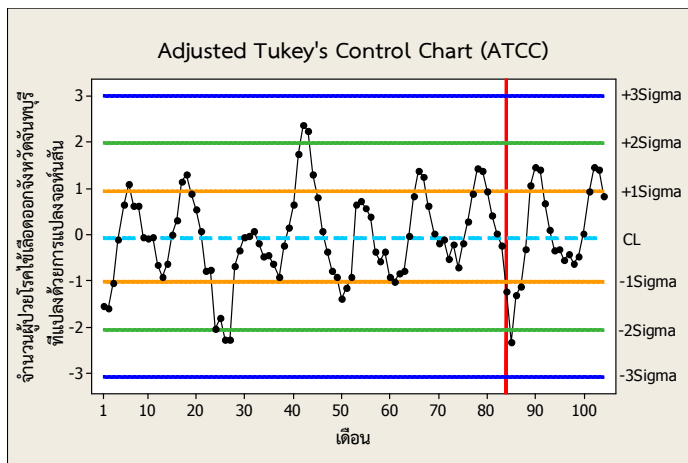
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.405 (p -value = 0.347) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03687 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9701 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 96 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2558	-3.0767	-2.0509	-1.0237	-0.0876	0.9500	1.9771	3.0030

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0767 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0509 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0237 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0876 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9500 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9771 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0030



ภาพที่ 90 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 90 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

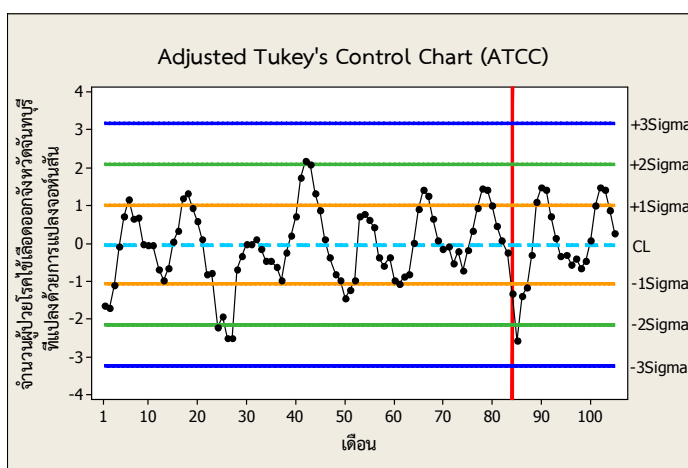
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.366 ($p\text{-value} = 0.429$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04028 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.004 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 97 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2558	-3.2407	-2.1555	-1.0690	-0.0481	0.9884	2.0750	3.1602

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2407 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1555 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0690 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0481 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9884 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0750 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1602



ภาพที่ 91 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 91 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนกันยายน พ.ศ. 2558

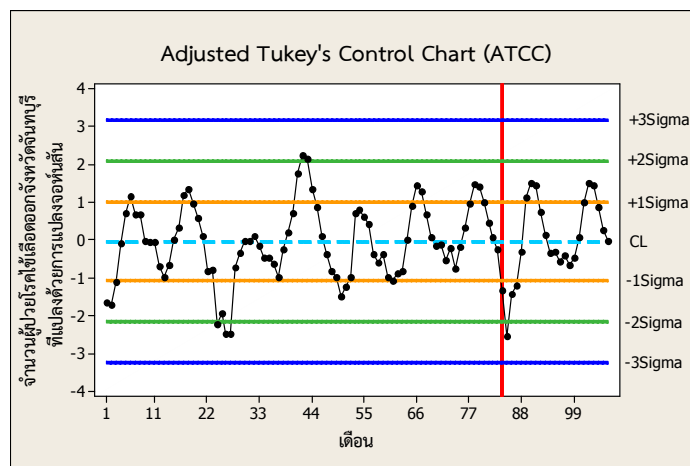
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.366 ($p\text{-value} = 0.428$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03643 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.008 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 98 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2558	-3.2376	-2.1534	-1.0678	-0.0453	0.9949	2.0805	3.1648

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.2376 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-2.1534 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0678 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0453
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9949 ขีดจำกัดควบคุมบน
+2 σ มีค่าเท่ากับ 2.0805 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.1648



ภาพที่ 92 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
จันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 92 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

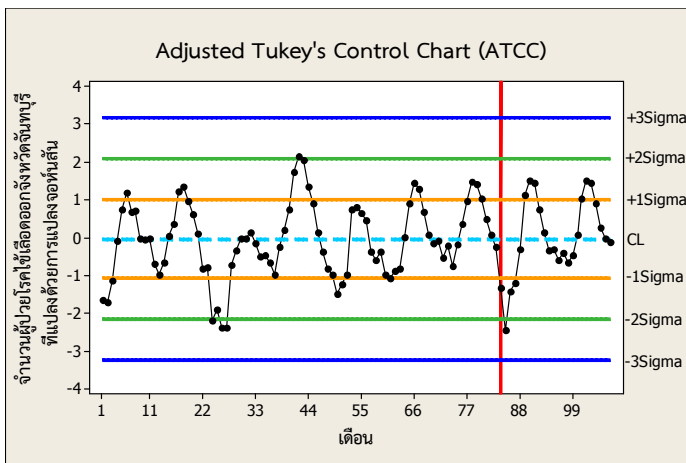
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.379 ($p\text{-value} = 0.399$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03206 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9972 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 99 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2558	-3.2484	-2.1545	-1.0593	-0.0458	0.9951	2.0904	3.1843

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2484 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1545 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0593 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0458 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9951 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0904 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1843



ภาพที่ 93 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 93 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

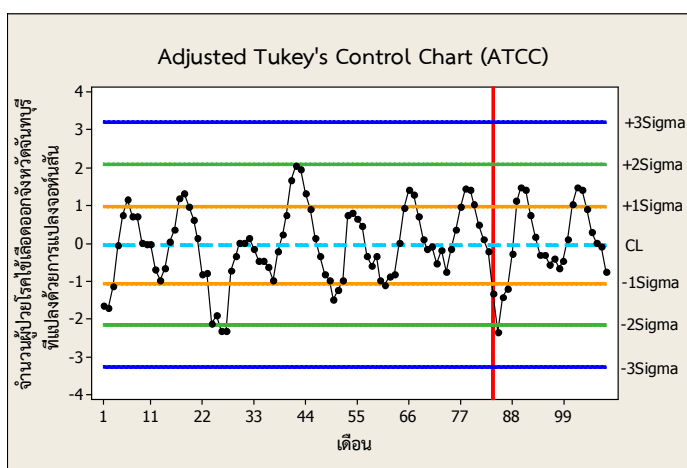
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.392 ($p\text{-value} = 0.373$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03303 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9799 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 100 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2558	-3.2668	-2.1603	-1.0529	-0.0429	0.9865	2.0943	3.2007

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2668 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1603 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0529 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0429 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9865 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0943 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2007



ภาพที่ 94 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรีที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 94 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

2.3 ผลการตรวจสอบการการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง

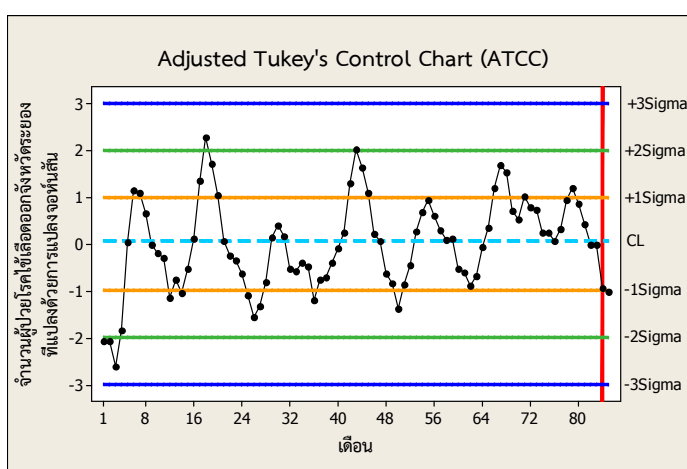
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.167 (p -value = 0.936) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01880 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9704 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 101 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2557	-2.9764	-1.9698	-0.9620	0.0709	0.9996	2.0074	3.0140

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.9764 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ -1.9698 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9620 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0709 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9996 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มีค่าเท่ากับ 2.0074 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.0140



ภาพที่ 95 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 95 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนมกราคม พ.ศ. 2557

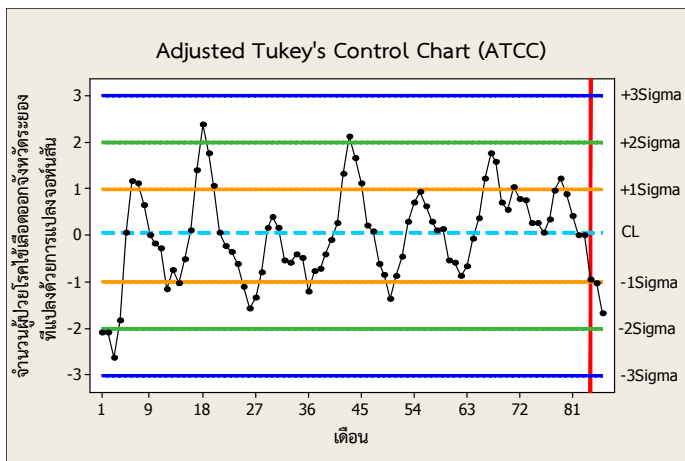
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.148 ($p\text{-value} = 0.964$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.00828 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9978 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 102 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557	-3.0218	-2.0153	-1.0075	0.0525	0.9909	1.9987	3.0052

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0218 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0153 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0075 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0525 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9909 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9987 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0052



ภาพที่ 96 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ภาพที่ 96 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

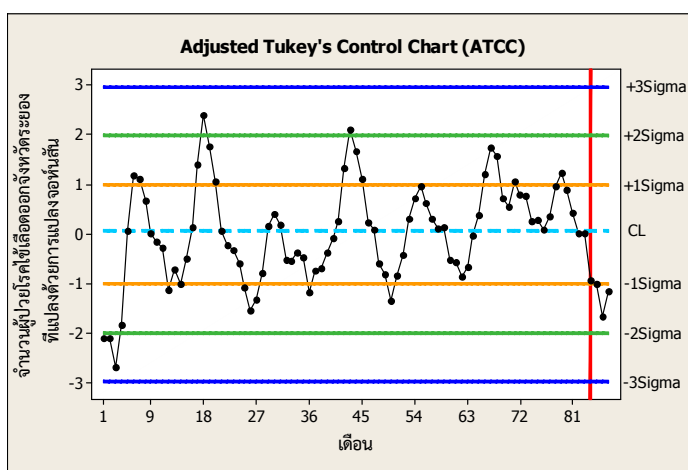
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.143 ($p\text{-value} = 0.969$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.00554 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99630 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 103 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2557	-2.9752	-1.9871	-0.9978	0.0670	0.9867	1.9760	2.9641

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9752 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9871 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9978 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0670 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9867 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9760 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9641



ภาพที่ 97 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 97 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

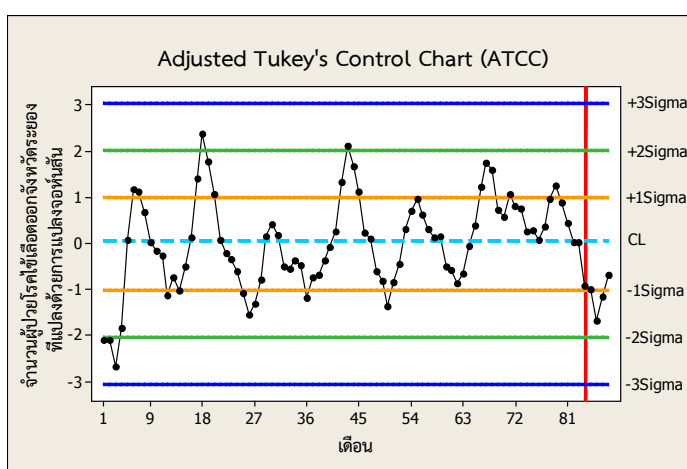
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.159 ($p\text{-value} = 0.948$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01637 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9977 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 104 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
เมษายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2557	-3.0681	-2.0451	-1.0209	0.0375	0.9882	2.0124	3.0353

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0681 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ
 -2.0451 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0209 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0375 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9882 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มี
ค่าเท่ากับ 2.0124 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0353



ภาพที่ 98 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
เมษายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 98 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2557

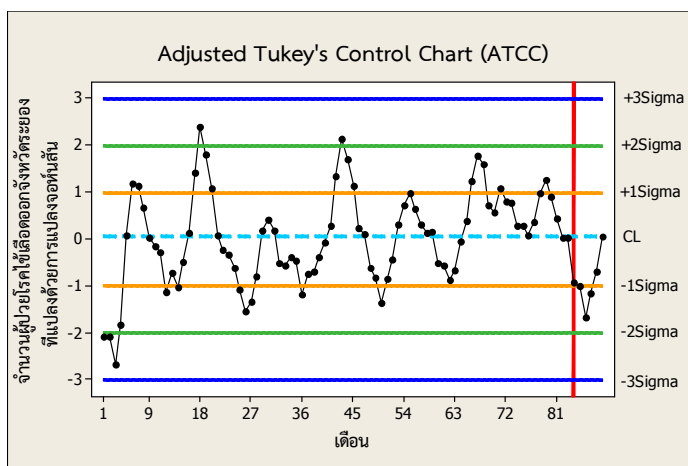
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.168 (p -value = 0.935) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01884 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9966 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 105 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2557	-3.0183	-2.0175	-1.0154	0.0486	0.9778	1.9798	2.9806

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0183 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0175 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0154 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0486 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9778 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9798 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9806



ภาพที่ 99 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 99 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

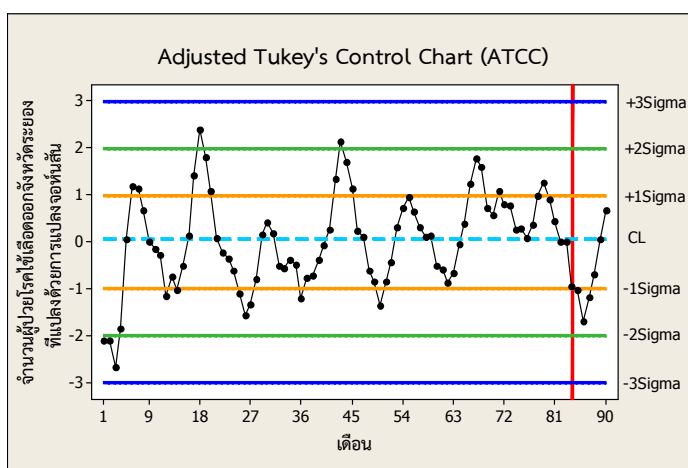
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.151 (p -value = 0.960) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01440 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9982 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 106 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2557	-3.0137	-2.0134	-1.0119	0.0515	0.9831	1.9846	2.9848

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0137 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0134 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0119 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0515 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9831 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9846 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9848



ภาพที่ 100 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 100 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

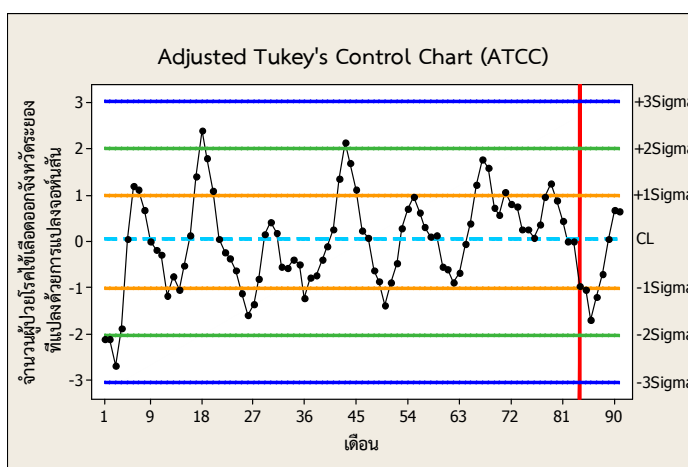
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.142 ($p\text{-value} = 0.971$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01012 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99970 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 107 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
กรกฎาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2557	-3.0484	-2.0318	-1.0139	0.0546	0.9937	2.0115	3.0281

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0484 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0318 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0139 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0546 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9937 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0115 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0281



ภาพที่ 101 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 101 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

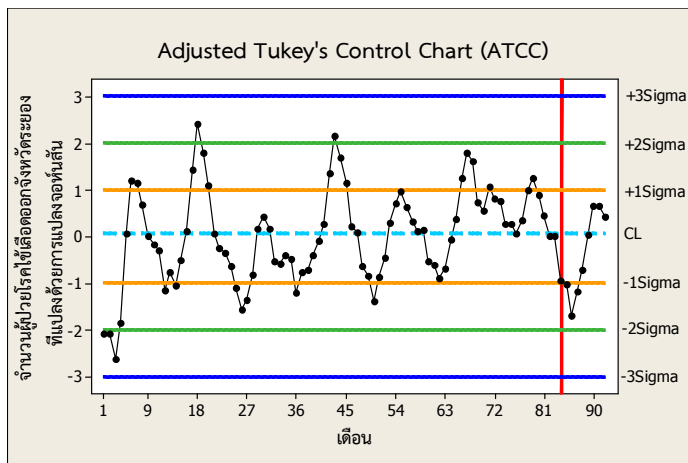
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.138 (p -value = 0.975) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01311 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9923 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 108 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2557	-2.9979	-1.9909	-0.9826	0.0739	1.0088	2.0171	3.0241

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9979 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9909 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9826 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0739 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0088 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0171 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0241



ภาพที่ 102 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 102 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

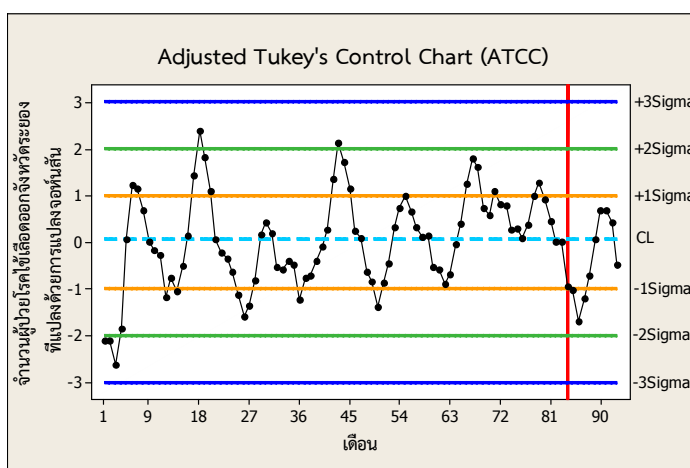
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.140 ($p\text{-value} = 0.973$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.006272 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9970 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 109 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2557	-3.0151	-2.0050	-0.9936	0.0718	1.0062	2.0175	3.0276

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0151 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0050 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9939 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0718 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0062 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0175 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0276



ภาพที่ 103 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 103 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2557

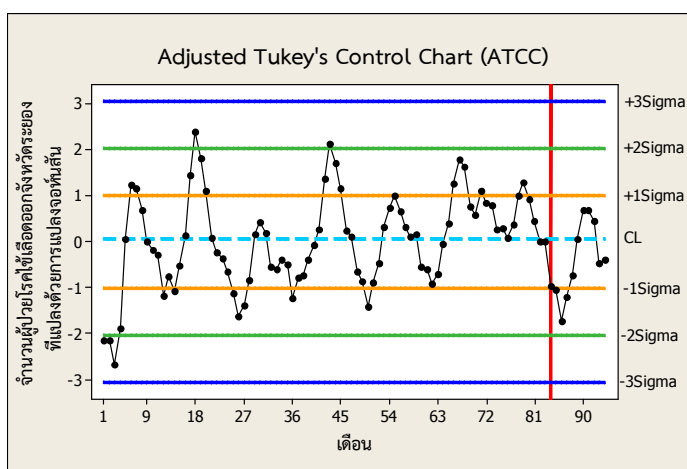
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.137 ($p\text{-value} = 0.977$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.00532 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.003 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 110 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2557	-3.0678	-2.0417	-1.0144	0.0620	1.0038	2.0311	3.0572

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.0678 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-2.0417 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0144 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0620 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 1.0038 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มี
ค่าเท่ากับ 2.0311 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.0572



ภาพที่ 104 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 104 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

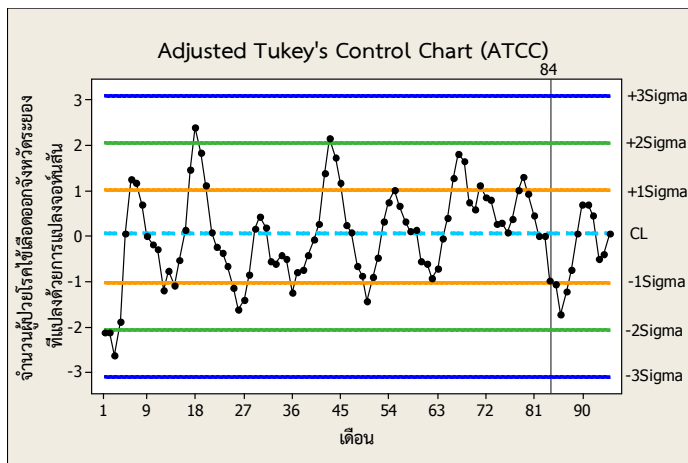
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.143 ($p\text{-value} = 0.970$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.004352 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.002 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 111 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	-3.1006	-2.0599	-1.0179	0.0554	1.0092	2.0512	3.0919

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.1006 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0599 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0179 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0554 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0092 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0512 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0919



ภาพที่ 105 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 105 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

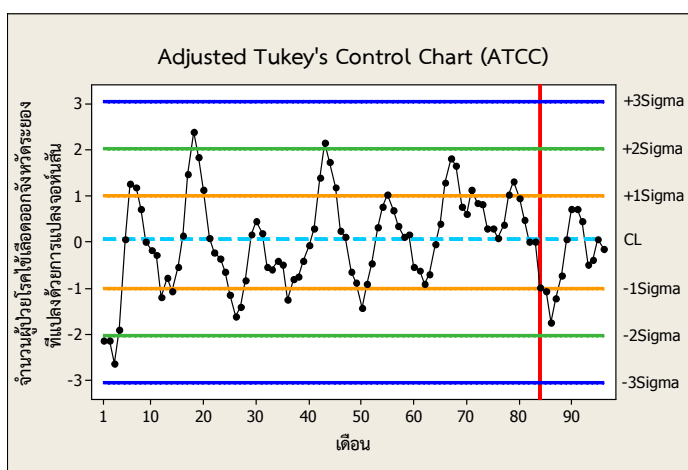
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.133 ($p\text{-value} = 0.980$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.002365 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.003 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 112 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2557	-3.0616	-2.0369	-1.0110	0.0601	1.0063	2.0322	3.0569

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0616 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0369 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0110 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0601 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0063 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0322 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0569



ภาพที่ 106 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 106 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

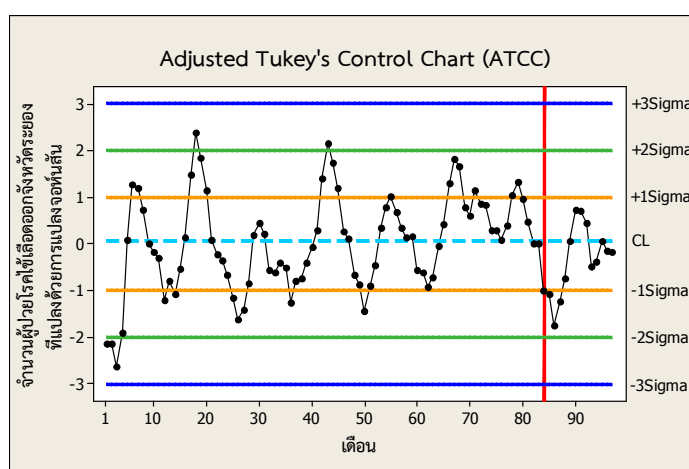
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.126 ($p\text{-value} = 0.985$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.002257 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.003 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 113 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มกราคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2558	-3.0196	-2.0129	-1.0050	0.0627	1.0005	2.0084	3.0151

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.0196 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ -2.0129 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0050 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0627 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 1.0005 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มีค่าเท่ากับ 2.0084 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.0151



ภาพที่ 107 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มกราคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 107 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนมกราคม พ.ศ. 2558

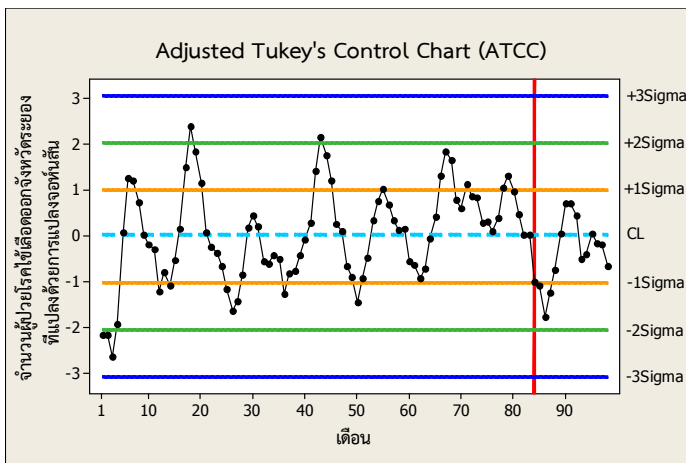
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.141 ($p\text{-value} = 0.973$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01125 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.003 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 114 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	-3.0826	-2.0528	-1.0218	0.0384	0.9993	2.0303	3.0601

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0826 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0528 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0218 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0384 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9993 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0303 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0601



ภาพที่ 108 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ภาพที่ 108 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

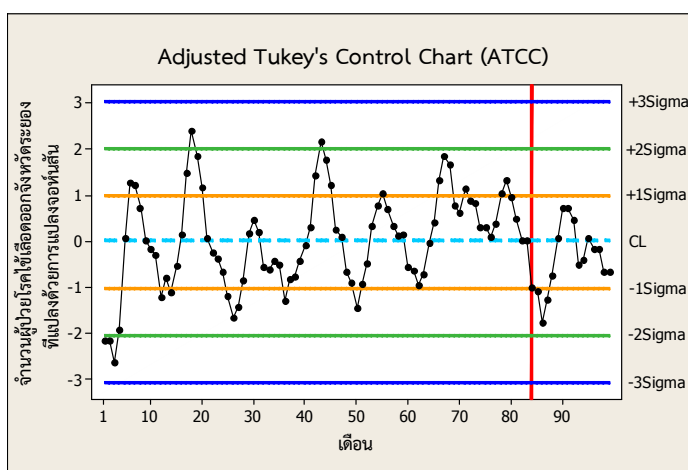
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.162 ($p\text{-value} = 0.944$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02011 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.004 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 115 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2558	-3.0690	-2.0490	-1.0278	0.0138	0.9876	2.0088	3.0288

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0690 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0490 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0278 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0138 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9876 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0088 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0288



ภาพที่ 109 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 109 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

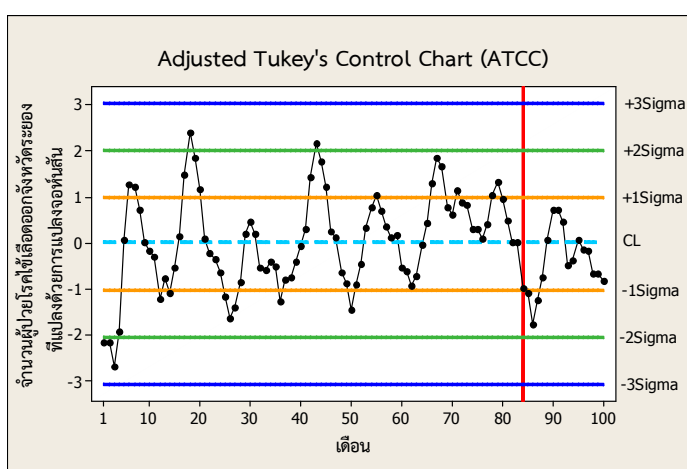
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.180 ($p\text{-value} = 0.914$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02027 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9985 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 116 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
เมษายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2558	-3.0704	-2.0483	-1.0250	0.0237	0.9845	2.0078	3.0299

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.0704 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-2.0483 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -1.0250 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0237 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9845 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มี
ค่าเท่ากับ 2.0078 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.0299



ภาพที่ 110 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
เมษายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 110 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนเมษายน พ.ศ. 2558

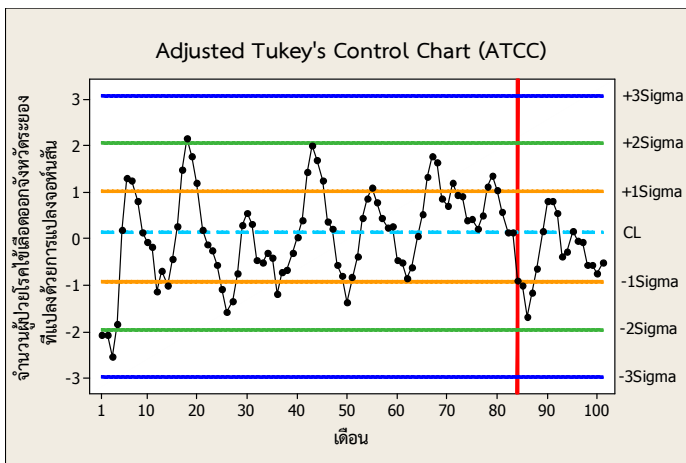
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.197 (p -value = 0.886) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.04952 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9637 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 117 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2558	-2.9727	-1.9526	-0.9312	0.1282	1.0302	2.0516	3.0718

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9727 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9526 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9312 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.1282 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0302 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0516 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0718



ภาพที่ 111 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 111 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

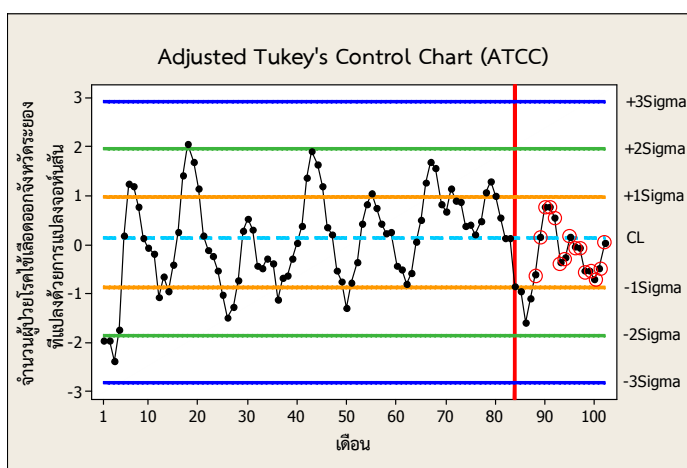
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.186 ($p\text{-value} = 0.904$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.05202 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91355 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 118 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2558	-2.8189	-1.8493	-0.8785	0.1262	0.9825	1.9533	2.9230

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.8189 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.8493 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.8785 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.1262 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9825 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9533 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9230



ภาพที่ 112 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 112 และการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 5 แสดงให้เห็นว่า เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และจากตารางที่ 34 ทำนายได้ว่าจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 จำนวน 109 คน ด้วยค่า RMSE เท่ากับ 35.68 คน

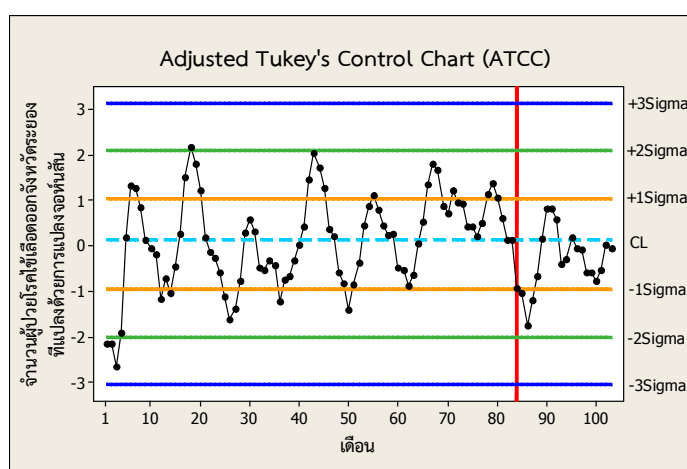
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.178 ($p\text{-value} = 0.918$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.04490 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9824 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 119 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
กรกฎาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2558	-3.0455	-2.0015	-0.9561	0.1318	1.0459	2.0913	3.1353

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.0455 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ -2.0015 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9561 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.1318 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 1.0459 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มีค่าเท่ากับ 2.0913 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.1353



ภาพที่ 113 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
กรกฎาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 113 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

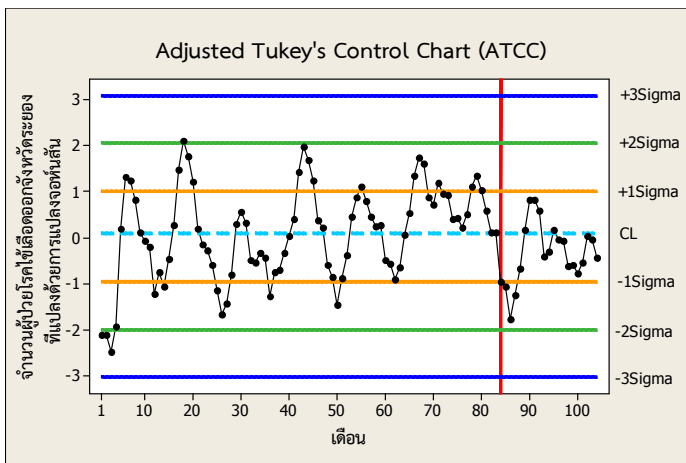
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.186 (p -value = 0.903) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03009 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9734 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 120 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2558	-3.0298	-1.9963	-0.9615	0.1032	1.0216	2.0564	3.0900

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0298 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9963 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9615 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.1032 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0216 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0564 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0900



ภาพที่ 114 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 114 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

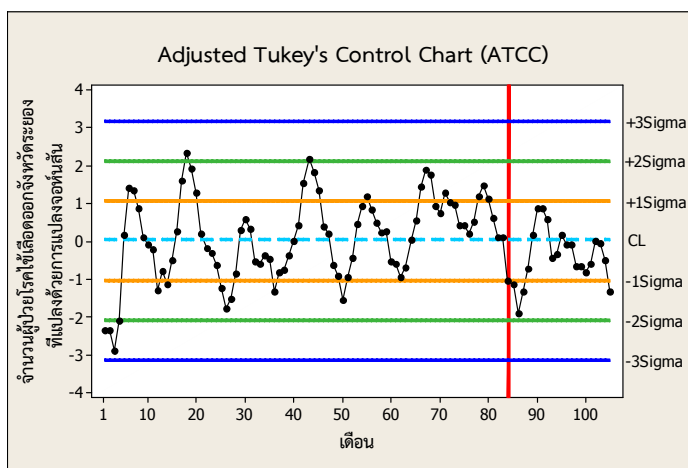
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.178 ($p\text{-value} = 0.917$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.009304 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.054 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 121 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		+1σ	+2σ	+3σ
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2558	-3.1484	-2.0962	-1.0428	0.0548	1.0614	2.1148	3.1670

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.1484 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0962 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0428 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0548 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0614 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1148 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.1670



ภาพที่ 115 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 115 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนกันยายน พ.ศ. 2558

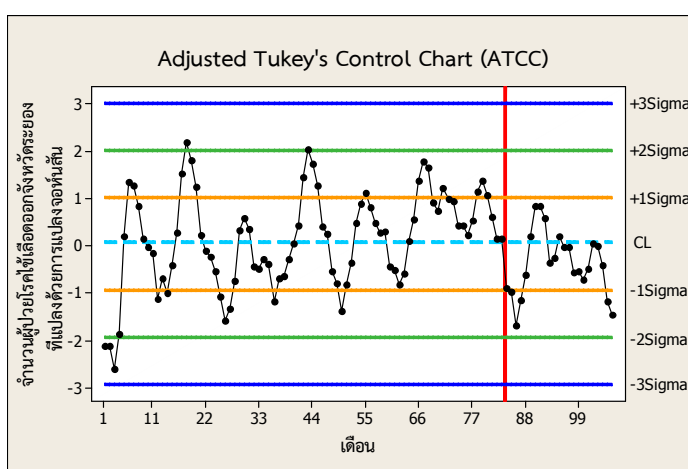
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.163 ($p\text{-value} = 0.943$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.04204 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9773 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 122 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2558	-2.9379	-1.9398	-0.9406	0.0812	1.0247	2.0239	3.0219

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.9379 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-1.9398 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9406 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0812 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 1.0247 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มี
ค่าเท่ากับ 2.0239 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 3.0219



ภาพที่ 116 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 116 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

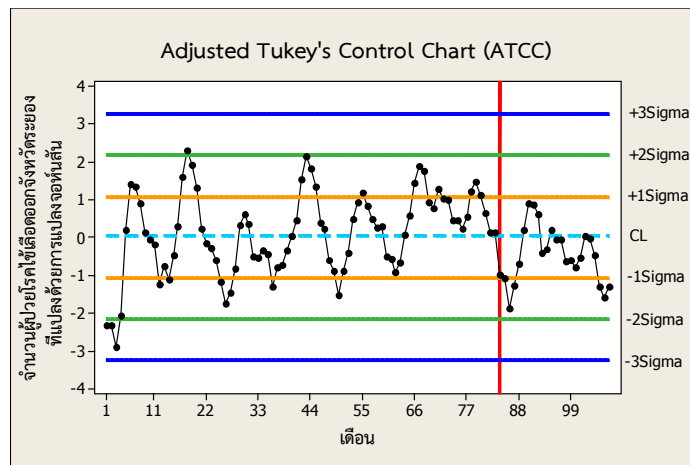
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.161 (p -value = 0.943) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.007908 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.056 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 123 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2558	-3.2494	-2.1549	-1.0590	0.0471	1.0749	2.1707	3.2652

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2494 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1549 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0590 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0471 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0749 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1707 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2652



ภาพที่ 117 แผนภูมิควบคุม *ATCC* และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 117 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

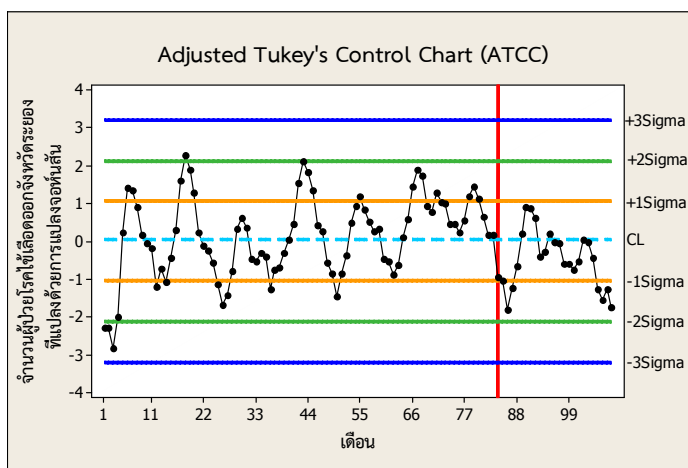
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.155 ($p\text{-value} = 0.955$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.006284 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.046 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 124 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม *ATCC* ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม <i>ATCC</i>						
		<i>LCL</i>			<i>CL</i>	<i>UCL</i>		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2558	-3.1941	-2.1210	-1.0467	0.0622	1.0593	2.1336	3.2066

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.1941 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1210 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0467 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0622 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0593 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.1336 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.2066



ภาพที่ 118 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยองที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 118 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

2.4 ผลการตรวจสอบการกระจายของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด

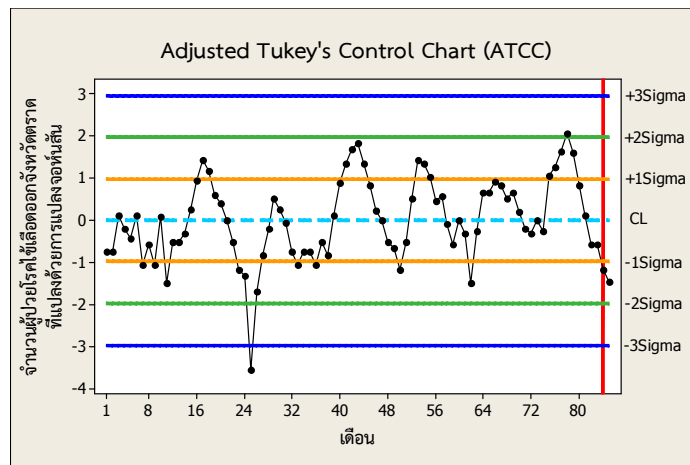
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.341 (p -value = 0.488) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.001778 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9743 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 125 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2557	-2.9721	-1.9774	-0.9814	-0.0032	0.9778	1.9738	2.9686

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9721 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9774 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9814 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0032 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9778 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9738 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9686



ภาพที่ 119 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 119 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนมกราคม พ.ศ. 2557

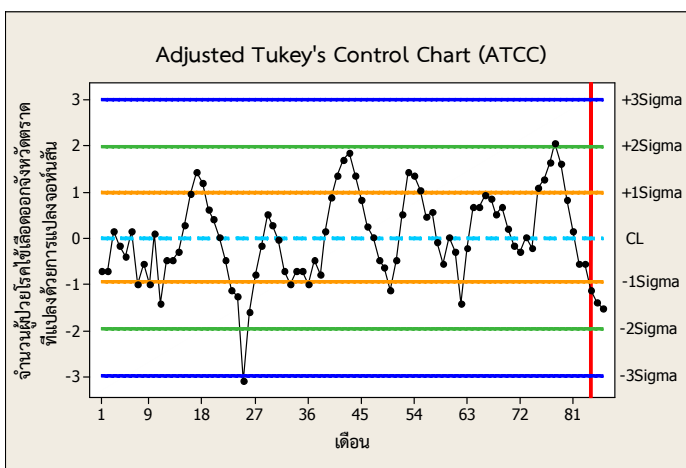
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.330 ($p\text{-value} = 0.510$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01650 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9461 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 126 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557	-2.9734	-1.9620	-0.9494	-0.0004	0.9824	1.9950	3.0064

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9734 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9620 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9494 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0004 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9824 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9950 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0064



ภาพที่ 120 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ภาพที่ 120 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

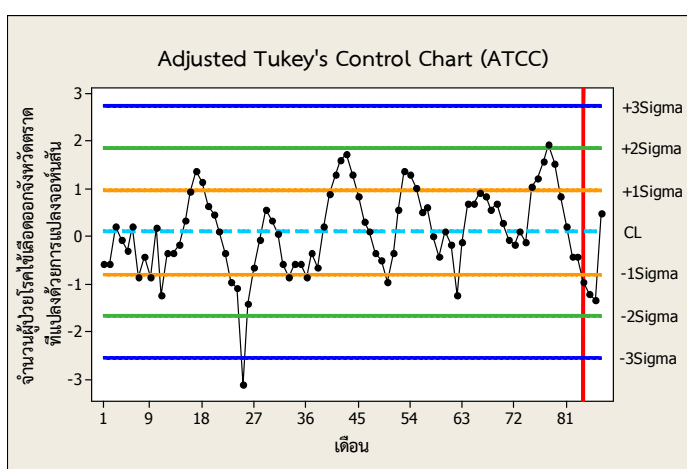
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.284 ($p\text{-value} = 0.623$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.07678 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8745 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 127 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มีนาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2557	-2.5725	-1.6868	-0.8001	0.0887	0.9537	1.8404	2.7260

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.5725 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ
 -1.6868 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.8001 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0887 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9537 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มี
ค่าเท่ากับ 1.8404 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.7260



ภาพที่ 121 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มีนาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 121 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

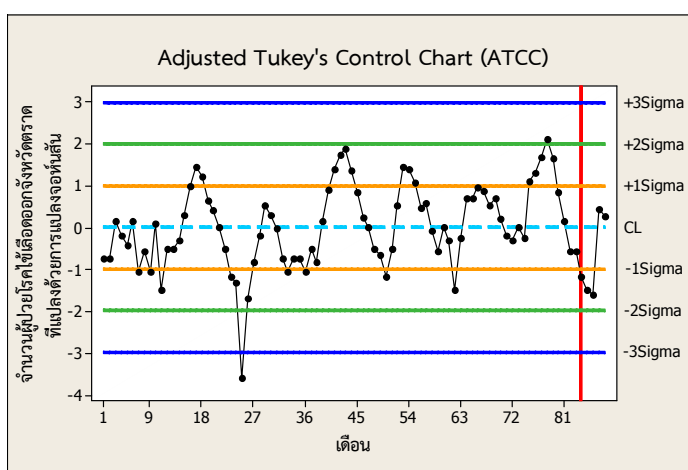
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.262 ($p\text{-value} = 0.697$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01566 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9874 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 128 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2557	-2.9696	-1.9722	-0.9737	0.0251	1.0050	2.0036	3.0009

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9696 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9722 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9737 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0251 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.0050 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0036 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0009



ภาพที่ 122 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 122 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนเมษายน พ.ศ. 2557

- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

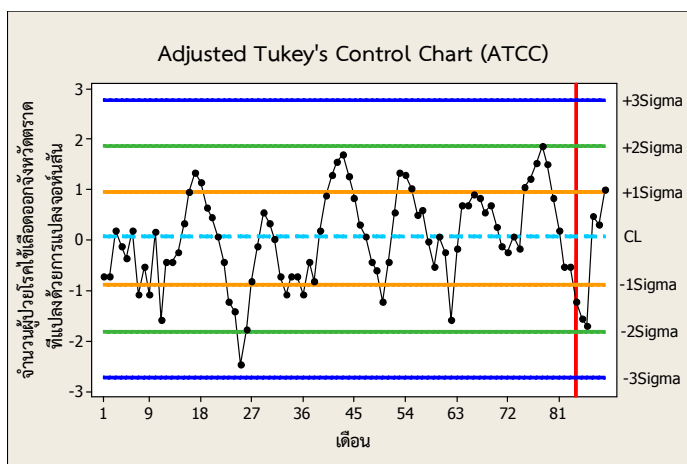
จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง เท่ากับ 0.249 ($p\text{-value} = 0.741$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02957 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9209 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 129 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2557	-2.7251	-1.8076	-0.8889	0.0804	0.9481	1.8667	2.7842

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.7251 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.8076 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.8889 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0804 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9481 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8667 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.7842



ภาพที่ 123 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 123 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

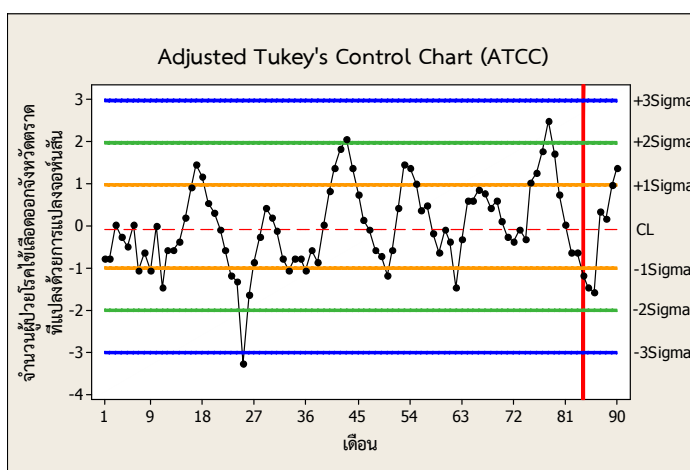
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.383 ($p\text{-value} = 0.390$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.009511 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9884 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 130 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2557	-3.0001	-2.0007	-1.0001	-0.0783	0.9811	1.9817	2.9811

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0001 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0007 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0001 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0783 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9811 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9817 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9811



ภาพที่ 124 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 124 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

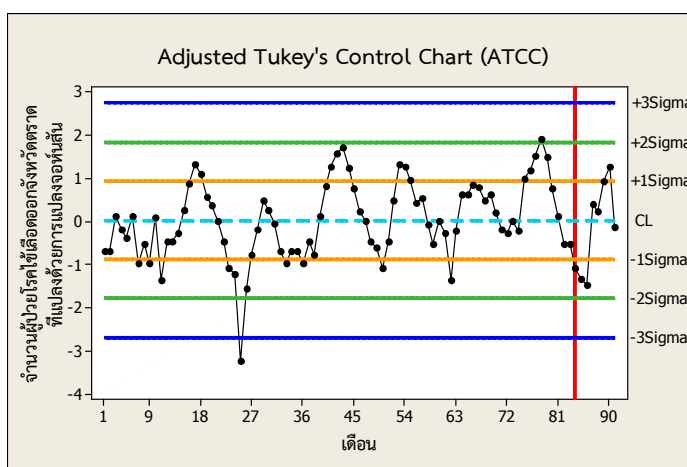
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง เท่ากับ 0.278 ($p\text{-value} = 0.643$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02888 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8932 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 131 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
กรกฎาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2557	-2.6988	-1.7849	-0.8698	0.0134	0.9276	1.8426	2.7566

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัด
ควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.6988 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่า
เท่ากับ -1.7849 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.8698 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0134
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9276 ขีดจำกัดควบคุมบน
 $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8426 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.7566



ภาพที่ 125 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
กรกฎาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 125 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557

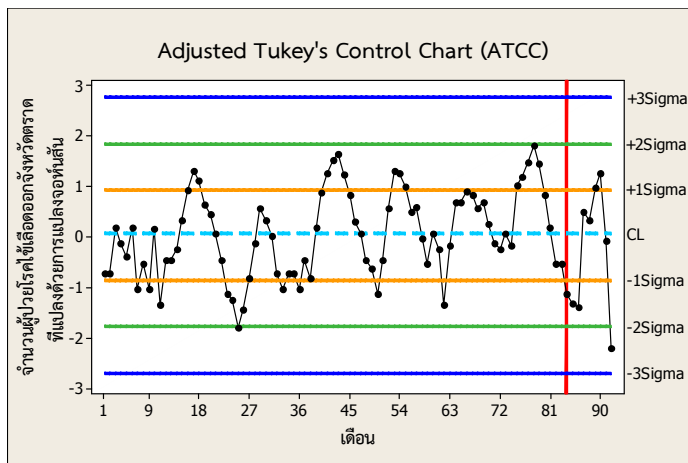
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.357 (p -value = 0.450) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03793 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88520 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 132 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2557	-2.6936	-1.7757	-0.8567	0.0768	0.9325	1.8515	2.7694

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.6936 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.7757 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.8567 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0768 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9325 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8515 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.7694



ภาพที่ 126 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 126 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

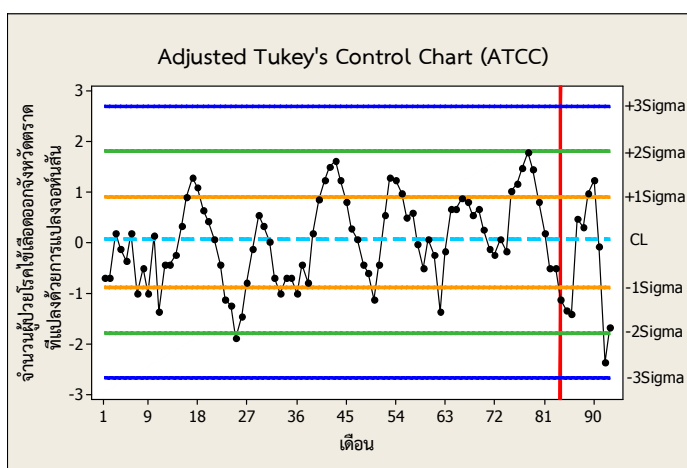
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง เท่ากับ 0.277 ($p\text{-value} = 0.648$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01301 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8943 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 133 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2557	-2.6799	-1.7812	-0.8815	0.0693	0.9075	1.8072	2.7059

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.6799 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.7812 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.8815 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0693 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9075 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8072 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.7059



ภาพที่ 127 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 127 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนกันยายน พ.ศ. 2557

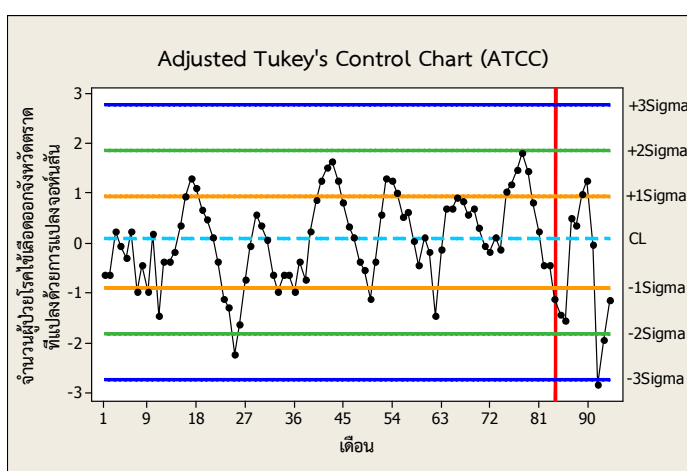
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.313 ($p\text{-value} = 0.542$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01511 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93220 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 134 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2557	-2.7351	-1.8228	-0.9094	0.0973	0.9396	1.8530	2.7653

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.7351 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-1.8228 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9094 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0973 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9396 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มี
ค่าเท่ากับ 1.8530 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.7653



ภาพที่ 128 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 128 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557

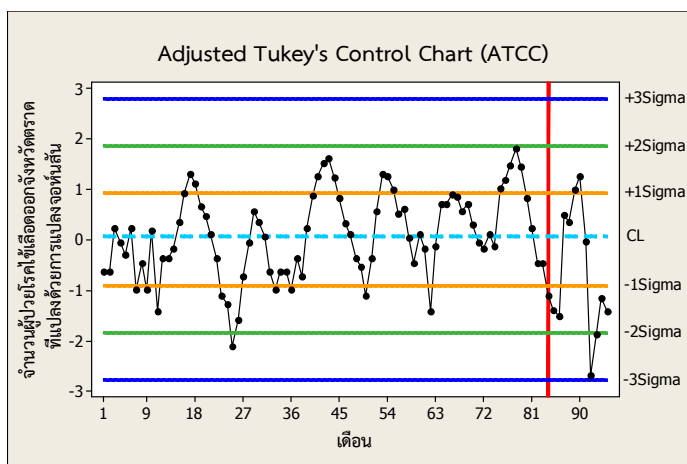
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.312 (p -value = 0.544) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01098 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9297 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 135 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	-2.7786	-1.8486	-0.9176	0.0815	0.9395	1.8706	2.8006

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.7786 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.8486 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9176 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0815 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9395 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8706 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8006



ภาพที่ 129 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

ภาพที่ 129 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

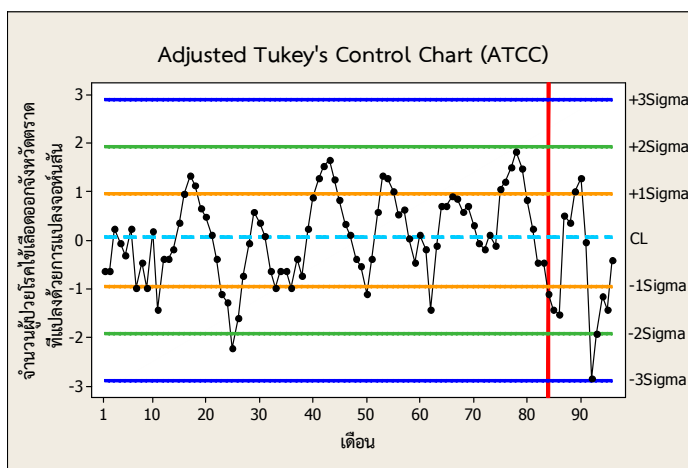
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง เท่ากับ 0.292 ($p\text{-value} = 0.598$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.005272 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9411 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 136 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2557	-2.8884	-1.9170	-0.9443	0.0576	0.9549	1.9275	2.8989

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.8884 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9170 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9443 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0576 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9549 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9275 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8989



ภาพที่ 130 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ภาพที่ 130 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

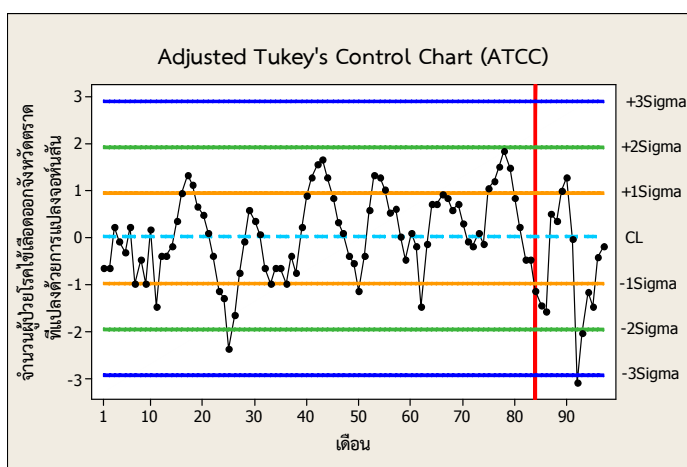
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.291 ($p\text{-value} = 0.603$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0006105 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9564 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 137 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มกราคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	มกราคม พ.ศ. 2558	-2.9064	-1.9337	-0.9598	0.0336	0.9610	1.9349	2.9076

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.9064 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-1.9337 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9598 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0336 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9610 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มี
ค่าเท่ากับ 1.9349 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.9076



ภาพที่ 131 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
มกราคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 131 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนมกราคม พ.ศ. 2558

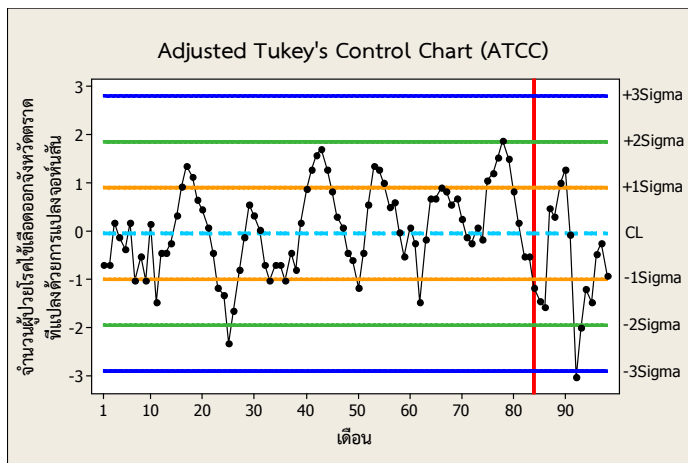
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.231 (p -value = 0.799) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04116 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9629 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 138 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	-2.8953	-1.9472	-0.9979	-0.0447	0.9156	1.8649	2.8130

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.8953 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9472 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9979 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0447 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9156 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8649 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8130



ภาพที่ 132 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

ภาพที่ 132 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

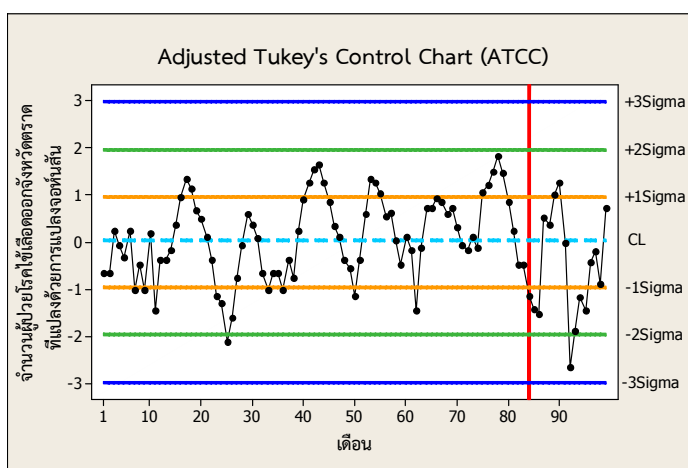
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.299 ($p\text{-value} = 0.580$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.003694 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9345 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 139 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มีนาคม พ.ศ. 2558	-2.9863	-1.9715	-0.9555	0.0390	0.9629	1.9789	2.9937

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9863 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9715 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9555 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0390 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9629 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9789 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9937



ภาพที่ 133 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 133 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

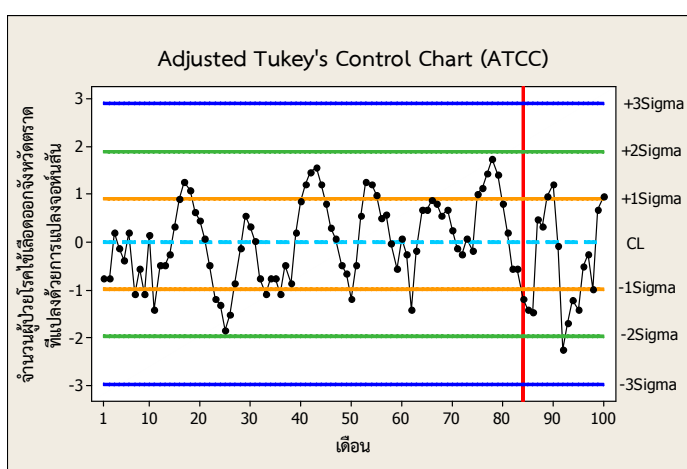
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.494 ($p\text{-value} = 0.211$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03709 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9030 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 140 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
เมษายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	เมษายน พ.ศ. 2558	-2.9764	-1.9743	-0.9710	0.0025	0.8968	1.9001	2.9023

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -2.9764 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-1.9743 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9710 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0025 สำหรับ
ขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.8968 ขีดจำกัดควบคุมบน +2 σ มี
ค่าเท่ากับ 1.9001 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.9023



ภาพที่ 134 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
เมษายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 230 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนเมษายน พ.ศ. 2558

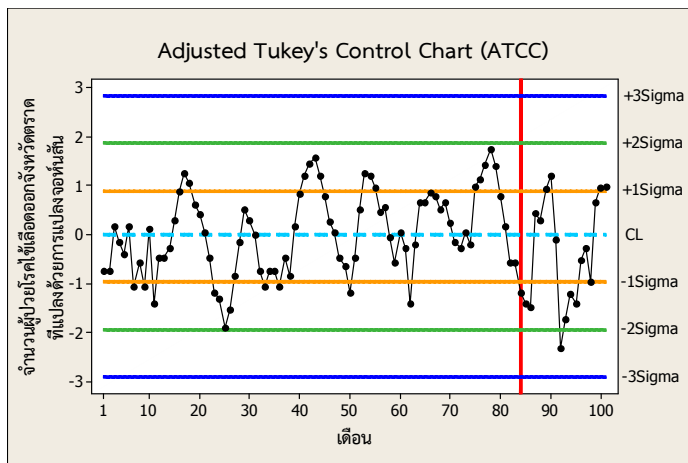
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.468 (p -value = 0.245) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03467 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8998 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 141 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤษภาคม พ.ศ. 2558	-2.9023	-1.9301	-0.9567	0.0081	0.8874	1.8608	2.8330

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9023 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9301 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9567 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0081 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.8874 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.8608 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.8330



ภาพที่ 135 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 135 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558

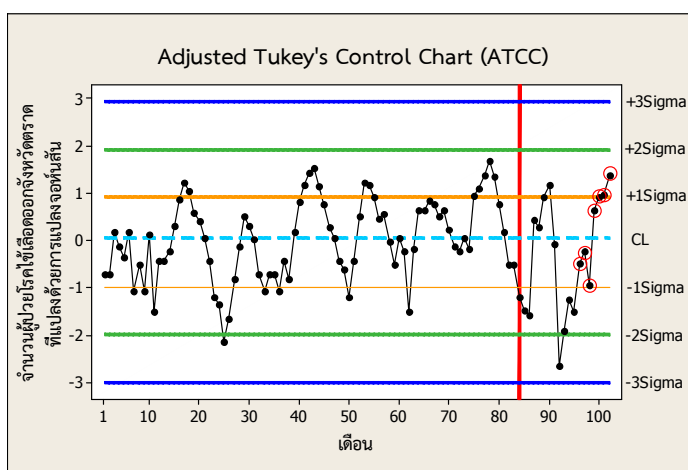
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.436 ($p\text{-value} = 0.292$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.03573 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9214 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 142 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	มิถุนายน พ.ศ. 2558	-3.0088	-1.9975	-0.9850	0.0419	0.9135	1.9260	2.9373

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0088 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9975 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9850 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0419 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9135 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9260 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9373



ภาพที่ 136 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 136 และการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 แสดงให้เห็นว่า เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และจากตารางที่ 40 ทำนายได้ว่าจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 จำนวน 114 คน ด้วยค่า RMSE เท่ากับ 12.96 คน

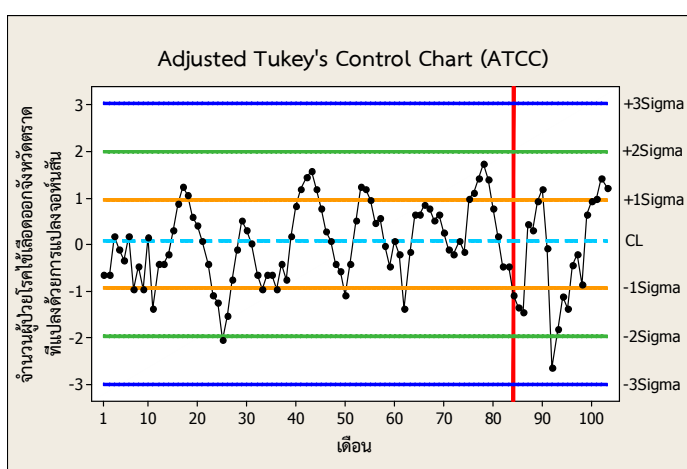
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง เท่ากับ 0.381 ($p\text{-value} = 0.395$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02028 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8992 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 143 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
กรกฎาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กรกฎาคม พ.ศ. 2558	-3.0011	-1.9626	-0.9228	0.0790	0.9634	2.0032	3.0417

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัด
ควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0011 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่า
เท่ากับ -1.9626 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9228 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0790
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9634 ขีดจำกัดควบคุมบน
 $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.0032 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0417



ภาพที่ 137 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
กรกฎาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 137 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558

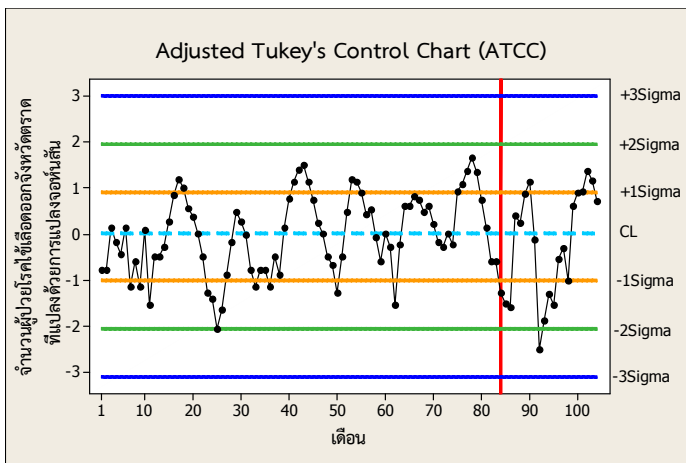
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.566 (p -value = 0.139) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.04682 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9252 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 144 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	สิงหาคม พ.ศ. 2558	-3.1050	-2.0582	-1.0102	0.0289	0.9165	1.9646	3.0114

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.1050 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0582 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0102 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0289 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9165 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9646 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0114



ภาพที่ 138 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 138 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

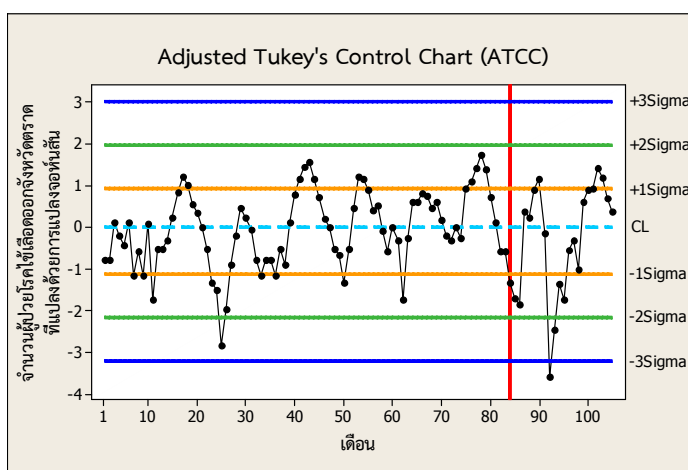
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปรกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.572 ($p\text{-value} = 0.135$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.08823 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.016 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 145 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	กันยายน พ.ศ. 2558	-3.2073	-2.1608	-1.1130	0.0019	0.9365	1.9843	

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.2073 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.1608 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.1130 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0019 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9365 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9843 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 3.0308



ภาพที่ 139 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 139 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนกันยายน พ.ศ. 2558

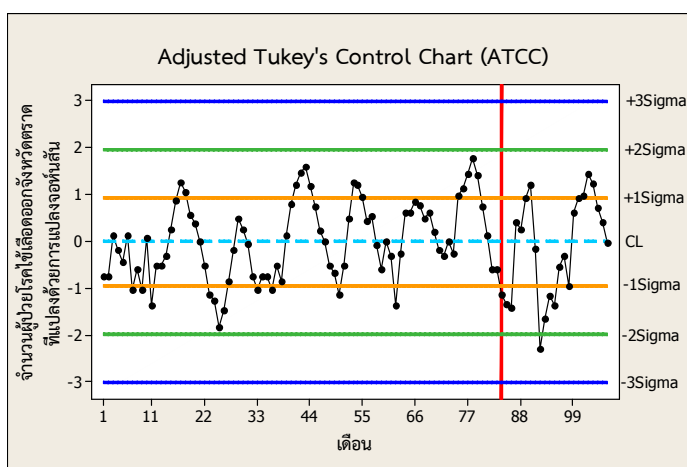
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.473 ($p\text{-value} = 0.239$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.01579 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.8933 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 146 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3 σ	-2 σ	-1 σ		+1 σ	+2 σ	+3 σ
มกราคม พ.ศ. 2550	ตุลาคม พ.ศ. 2558	-3.0208	-1.9876	-0.9532	-0.0012	0.9216	1.9560	2.9892

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วย
การแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุม
ล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3 σ มีค่าเท่ากับ -3.0208 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2 σ มีค่าเท่ากับ
-1.9876 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1 σ มีค่าเท่ากับ -0.9532 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0012
สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน +1 σ มีค่าเท่ากับ 0.9216 ขีดจำกัดควบคุมบน
+2 σ มีค่าเท่ากับ 1.9560 และขีดจำกัดควบคุมบน +3 σ มีค่าเท่ากับ 2.9892



ภาพที่ 140 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัด
ตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 140 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด**
การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

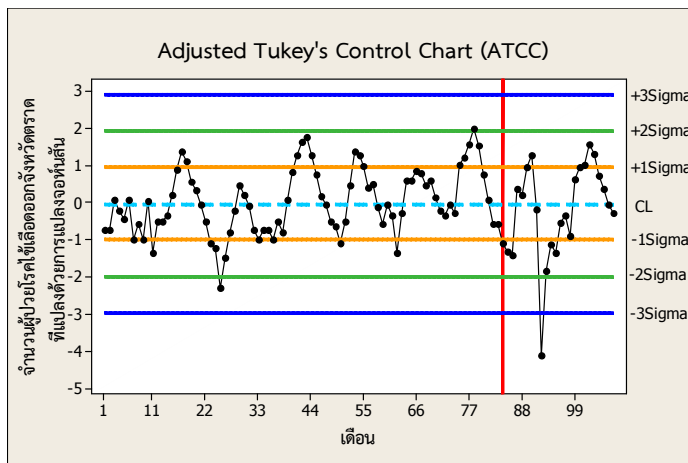
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริงเท่ากับ 0.381 ($p\text{-value} = 0.396$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02322 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9774 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 147 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	พฤศจิกายน พ.ศ. 2558	-2.9542	-1.9773	-0.9992	-0.0380	0.9527	1.9309	2.9078

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -2.9542 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -1.9773 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -0.9992 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ -0.0380 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9527 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9309 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9078



ภาพที่ 141 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ภาพที่ 141 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

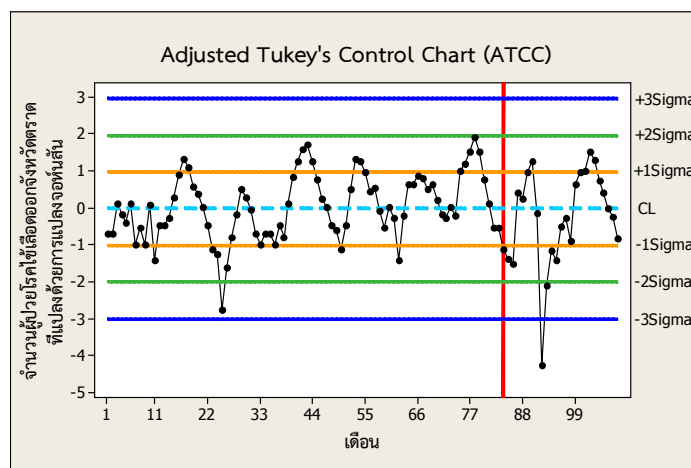
- ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ปรากฏดังนี้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสันตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีการแจกแจงปกติด้วยค่าสถิติทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ริง เท่ากับ 0.413 ($p\text{-value} = 0.333$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.02221 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9979 (ดูภาคผนวก ข)

ตารางที่ 148 ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตั้งแต่	ถึง	แผนภูมิควบคุม ATCC						
		LCL			CL	UCL		
		-3σ	-2σ	-1σ		$+1\sigma$	$+2\sigma$	$+3\sigma$
มกราคม พ.ศ. 2550	ธันวาคม พ.ศ. 2558	-3.0063	-2.0125	-1.0174	0.0083	0.9730	1.9680	2.9616

แผนภูมิควบคุม ATCC ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มีขีดจำกัดควบคุมล่าง ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมล่าง -3σ มีค่าเท่ากับ -3.0063 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -2σ มีค่าเท่ากับ -2.0125 ขีดจำกัดควบคุมล่าง -1σ มีค่าเท่ากับ -1.0174 และเส้นกลางมีค่าเท่ากับ 0.0083 สำหรับขีดจำกัดควบคุมบน ได้แก่ ขีดจำกัดควบคุมบน $+1\sigma$ มีค่าเท่ากับ 0.9730 ขีดจำกัดควบคุมบน $+2\sigma$ มีค่าเท่ากับ 1.9680 และขีดจำกัดควบคุมบน $+3\sigma$ มีค่าเท่ากับ 2.9616



ภาพที่ 142 แผนภูมิควบคุม ATCC และขีดจำกัดควบคุมของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราดที่แปลงด้วยการแปลงจอห์นสัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ภาพที่ 142 และการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ แสดงให้เห็นว่า **ไม่เกิด** การระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

สรุปผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยใช้แผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ ปรากฏดังตารางที่ 149

ตารางที่ 149 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี โดยใช้แผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก		ผลการตรวจสอบการระบาด	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	82.11	98.3	×	×
กุมภาพันธ์	57.13	85.56	×	×
มีนาคม	86.36	108.47	×	×
เมษายน	103.58	135.03	×	×
พฤษภาคม	232.19	195.05	×	×
มิถุนายน	279.47	240.77	×	×
กรกฎาคม	307.66	241.43	×	×
สิงหาคม	244.01	257.25	×	✓
กันยายน	215.67	232.92	×	×
ตุลาคม	114.68	151.87	×	×
พฤศจิกายน	117.29	145.8	×	×
ธันวาคม	68.71	89.75	×	×

หมายเหตุ ✓ หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก
 × หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก

เมื่อใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂ ร่วมกับแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ และกฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 พบว่า จังหวัดชลบุรีจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 257 คน ด้วยค่ารากที่สองค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 47 คน

ตารางที่ 150 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี โดยใช้แผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก		ผลการตรวจสอบการระบาด	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	3.61	50.44	×	×
กุมภาพันธ์	17.2	39.24	×	×
มีนาคม	22.17	47.14	×	×
เมษายน	56.49	81	×	×
พฤษภาคม	212.14	192.58	×	×
มิถุนายน	289.49	289.23	×	×
กรกฎาคม	275.04	279.63	✓	×
สิงหาคม	151.17	173.23	×	×
กันยายน	86.75	97.99	×	×
ตุลาคม	54.83	74.5	×	×
พฤศจิกายน	55.67	68.55	×	×
ธันวาคม	42.65	36.04	×	×

หมายเหตุ ✓ หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก
 × หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก

เมื่อใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(1,0,2)₁₂ ร่วมกับแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้และกฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 พบว่า จังหวัดจันทบุรีจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 275 คน ด้วยค่ารากที่สองค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 27 คน

ตารางที่ 151 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง โดยใช้แผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก		ผลการตรวจสอบการระบาด	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	49.55	101.78	×	×
กุมภาพันธ์	26.95	69.39	×	×
มีนาคม	42.93	69.82	×	×
เมษายน	65.61	61.09	×	×
พฤษภาคม	120.83	73.09	×	×
มิถุนายน	191.27	109.18	×	✓
กรกฎาคม	190.3	103.79	×	×
สิงหาคม	160.38	77.83	×	×
กันยายน	79.87	42.24	×	×
ตุลาคม	86.24	33.78	×	×
พฤศจิกายน	120.92	42.54	×	×
ธันวาคม	102.94	29.01	×	×

หมายเหตุ ✓ หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก
 × หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก

เมื่อใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂ ร่วมกับแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้และกฎในการแปลความหมายข้อที่ 5 พบว่า จังหวัดระยองจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 จำนวน 109 คน ด้วยค่ารากที่สองค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 36 คน

ตารางที่ 152 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด โดยใช้แผนภูมิควบคุม
ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

เดือน	ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก		ผลการตรวจสอบการระบาด	
	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
มกราคม	7.12	18.95	×	×
กุมภาพันธ์	6.44	10.94	×	×
มีนาคม	37.16	46.41	×	×
เมษายน	31.55	64.18	×	×
พฤษภาคม	63.45	67.23	×	×
มิถุนายน	86.78	114.09	×	✓
กรกฎาคม	21.84	89.48	×	×
สิงหาคม	-4.85	51.48	×	×
กันยายน	4.02	37.06	×	×
ตุลาคม	8.76	24.63	×	×
พฤศจิกายน	7.01	19.86	×	×
ธันวาคม	15.47	11.43	×	×

หมายเหตุ ✓ หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก
 × หมายถึง คาดการณ์ว่าอาจจะไม่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก

เมื่อใช้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA(1,0,0)(2,1,2)₁₂ ร่วมกับแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้
และกฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 พบว่า จังหวัดตราดจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกใน
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 จำนวน 114 คน ด้วยค่ารากที่สองค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 13 คน

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey ให้มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้นและตรวจสอบสมรรถนะแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้หรือแผนภูมิควบคุม ATCC ด้วยจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมเมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมระหว่างแผนภูมิควบคุม Tukey หรือแผนภูมิควบคุม TCC กับแผนภูมิควบคุม ATCC ภายใต้การจำลอง 2 สถานการณ์ จำนวน 90 เงื่อนไข (15 x 6) ดังนี้

1) การแจกแจงของคุณลักษณะเชิงคุณภาพ 15 ลักษณะ ได้แก่ การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์ตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์ตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์ตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1 การแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1 การแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2 การแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3 และการแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4

2) ขนาดตัวอย่าง 6 กลุ่ม ได้แก่ จำนวน 10 ตัวอย่าง จำนวน 20 ตัวอย่าง จำนวน 30 ตัวอย่าง จำนวน 100 ตัวอย่าง จำนวน 1,000 ตัวอย่าง และจำนวน 10,000

การจำลองข้อมูลใช้เทคนิคมอนติคาร์โลจากโปรแกรม R โดยแต่ละเงื่อนไขทำการทดลองซ้ำเป็นจำนวน 300,000 ครั้ง เมื่อตรวจสอบแล้วว่าแผนภูมิควบคุม ATCC มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC จากนั้นนำแผนภูมิควบคุม ATCC ไปตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

1. ผลการปรับแก้แผนภูมิควบคุม Tukey

ผลการปรับแก้แผนภูมิควบคุม TCC ให้มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้นโดยใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งมาใช้แทนตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* ได้แผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ (ATCC) ดังนี้

$$UCL = F^{-1}(3/4) + (k \times MADM)$$

$$CL = F^{-1}(1/2)$$

$$LCL = F^{-1}(1/4) - (k \times MADM)$$

เมื่อ $F^{-1}(1/4)$ แทน คอว์รีไทล์ที่ 1

$F^{-1}(1/2)$ แทน คอว์รีไทล์ที่ 2

$F^{-1}(3/4)$ แทน คอว์รีไทล์ที่ 3

k แทน พารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์ขีดจำกัดควบคุมมีค่าเท่ากับ 3

2. ผลการตรวจสอบสมรรถนะแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้

ผลการตรวจสอบสมรรถนะแผนภูมิควบคุม ATCC ด้วยการเปรียบเทียบจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่สุ่มได้ก่อนที่กระบวนการจะออกนอกการควบคุมเมื่อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมหรือ ARL_0 ระหว่างแผนภูมิควบคุม TCC กับแผนภูมิควบคุม ATCC สรุปได้ว่าแผนภูมิควบคุม ATCC มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม TCC ดังนี้

2.1 ภายใต้การจำลองข้อมูล 2 สถานการณ์ 90 เงื่อนไข สรุปได้ว่า แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจากค่า $ARL_0(ATCC, n)$ มีค่ามากกว่าค่า $ARL_0(TCC, n)$ รวม 90 เงื่อนไข

2.2 ภายใต้ข้อมูลจริง ได้แก่ จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด สรุปได้ว่า แผนภูมิควบคุม ATCC มีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากกว่าแผนภูมิควบคุม TCC เนื่องจาก ค่า $ARL_0(ATCC, n)$ มีค่ามากกว่าค่า $ARL_0(TCC, n)$ รวม 4 เงื่อนไข

3. ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม Tukey ปรับแก้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA

ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยแผนภูมิควบคุม ATCC ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎที่ใช้ในการแปลความหมาย 7 ข้อ สรุปได้ดังนี้

3.1 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี

ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ได้แก่ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (1, 0, 2) (0, 1, 2)₁₂ โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 46.71 คน สำหรับสมการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี แสดงดังนี้

$$\begin{aligned} Z_t = & 0.4135Z_{t-1} + Z_{t-12} - 0.4135Z_{t-13} + a_t - 0.4135a_{t-1} + 0.5425a_{t-2} \\ & - 1.2972a_{t-12} - 0.8002a_{t-13} - 0.7037a_{t-15} + 0.5180a_{t-24} \\ & + 0.4145a_{t-25} + 0.2810a_{t-26} \end{aligned}$$

จากการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 คาดการณ์ว่าจังหวัดชลบุรีอาจจะเกิดการระบาดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ด้วยค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเท่ากับ 257 คน แต่ไม่เกิดการระบาดในปีพ.ศ. 2557

3.2 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี

ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ได้แก่ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (1, 0, 2) (1, 0, 2)₁₂ โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 26.68 คน สำหรับสมการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี แสดงดังนี้

$$\begin{aligned} Z_t = & 0.6102Z_{t-1} + 1.001Z_{t-12} - 0.6108_1Z_{t-13} + a_t + 0.3175a_{t-1} \\ & + 0.3298a_{t-2} - 1.325a_{t-12} - 0.4207a_{t-13} - 0.437a_{t-14} \\ & + 0.7959a_{t-24} + 0.2527a_{t-25} + 0.2625a_{t-26} \end{aligned}$$

จากการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 คาดการณ์ว่าจังหวัดจันทบุรีอาจจะเกิดการระบาดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ด้วยค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเท่ากับ 275 คน แต่ไม่เกิดการระบาดในปีพ.ศ. 2558

3.3 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง

ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ได้แก่ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (1, 0, 2) (0, 0, 3)₁₂ โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 35.68 คน สำหรับสมการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง แสดงดังนี้

$$\begin{aligned} Z_t = & 0.7163Z_{t-1} + a_t + 0.6676a_{t-1} + 0.4083a_{t-2} + 0.4308a_{t-12} \\ & + 0.2876a_{t-13} + 0.1759a_{t-14} + 0.6883a_{t-24} + 0.4595a_{t-25} \\ & + 0.281a_{t-26} + 0.3101a_{t-27} + 0.4645a_{t-36} + 0.1897a_{t-38} \end{aligned}$$

จากการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 5 คาดการณ์ว่าจังหวัดระยองอาจจะเกิดการระบาดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 ด้วยค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเท่ากับ 109 คน แต่ไม่เกิดการระบาดในปีพ.ศ. 2557

3.4 ผลการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด

ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ได้แก่ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA (1, 0, 0) (2, 1, 2)₁₂ โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 12.96 คน สำหรับสมการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด แสดงดังนี้

$$\begin{aligned} Z_t = & 0.5871Z_{t-1} - 0.4436Z_{t-12} + 0.2604Z_{t-13} + 0.4523Z_{t-24} \\ & - 0.4184Z_{t-25} + 0.9913Z_{t-36} - 0.582Z_{t-37} + a_t \\ & + 1.3274a_{t-12} + 0.5445a_{t-24} \end{aligned}$$

จากการใช้กฎในการแปลความหมายข้อที่ 7 คาดการณ์ว่าจังหวัดตราดอาจจะเกิดการระบาดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 ด้วยค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเท่ากับ 114 คน แต่ไม่เกิดการระบาดในปีพ.ศ. 2557

อภิปรายผล

การวิจัยนี้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับการปรับแก้แผนภูมิควบคุม *TCC* ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาอภิปราย ดังนี้

1. ผลการวิจัย ปรากฏว่า ตัวประมาณบอกสเกลค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน (Median of Absolute Deviation to the Median: *MADM*) และตัวประมาณค่าบอกสเกลพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (Interquartile Range: *IQR*) เป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งทั้งคู่ เนื่องจากฟังก์ชันเพียงพอ (Influence Function: *IF*) หรือเส้นโค้งเพียงพอ (Influence Curve: *IC*) ของตัวประมาณค่าบอกสเกลทั้งสองมีขอบเขต (Hampel, 1971) แต่จุดแบ่งข้อมูล (Breakdown Point: *BDP*) ของตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* มีค่ามากกว่าจุดแบ่งข้อมูลของตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* จึงทำให้ตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* มีความแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกล *IQR* จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาความแกร่งของตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* อาทิเช่น Holland and Welsch (1977) ศึกษาด้านวิเคราะห์การถดถอยที่ใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* Brown and Forsythe (1974) ศึกษาการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนที่คำนวณด้วยตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* Lax (1985) ศึกษาสมรรถนะของตัวอย่างที่จำกัดสำหรับการแจกแจงสมมาตรที่หางยาวโดยใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* Wu, Zhao, and Wang (2002) นำตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* ไปใช้กับแผนภูมิควบคุมชีวฮาร์ท เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้นำตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* ไปปรับแก้แผนภูมิควบคุม *TCC* ทำให้แผนภูมิควบคุม *ATCC* มีความแกร่งต่อข้อมูลที่ค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้น

2. ผลการวิจัย ปรากฏว่า การคำนวณหาค่า ARL_0 เพื่อตรวจสอบสมรรถนะของแผนภูมิควบคุมภายใต้เงื่อนไขที่กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมนั้นต้องใช้การทดลองซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ได้ค่า ARL_0 คงที่ การใช้จำนวนการทดลองซ้ำน้อยเกินกว่าอาจทำให้ค่า ARL_0 ที่ได้มีความไม่คงที่และมีความแปรผันมากไป ดังนั้นการกำหนดจำนวนการทดลองซ้ำจึงมีความสำคัญต่อการคำนวณค่า ARL_0 สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาค่า ARL_0 มีด้วยกันหลายงานวิจัย อาทิเช่น Borckardt, Nash, Hardesty, Herbert, Cooney, and Pelic (2005) Torng and Lee (2008) Torng, Liao, Lee, and Wu (2009) Tercero-Gomez, Ramirez-Galindo, Cordero-Franco, Smith, and Beruvides (2012) เป็นต้น งานวิจัยเหล่านี้เลือกใช้การทดลองซ้ำ 300,000 รอบ จึงเป็นเหตุผลที่งานวิจัยนี้เลือกใช้การทำซ้ำ 300,000 รอบ เมื่อคำนวณค่า ARL_0 ภายใต้การจำลองข้อมูลจำนวน 90 เงื่อนไขผลการวิจัยปรากฏชัดเจนว่า แผนภูมิควบคุม *ATCC* มีสมรรถนะดีกว่าแผนภูมิควบคุม *TCC* ซึ่งผลการวิจัยในส่วนนี้เป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากแผนภูมิควบคุม *ATCC* เป็นแผนภูมิควบคุมที่มีความแกร่งกว่าแผนภูมิควบคุม *TCC* ดังนั้นขีดจำกัดควบคุมจึงมีความกว้างมากกว่า เมื่อนำมาคำนวณหาค่า ARL_0 จึงทำให้ค่า ARL_0 ของแผนภูมิควบคุม *ATCC* มีค่ามากกว่าแผนภูมิควบคุม *TCC* เมื่อคำนวณหาค่า ARL_0 ภายใต้ข้อมูลจริงจำนวน 4 เงื่อนไข ผลการวิจัยปรากฏเช่นเดียวกัน

พิจารณาค่า ARL_0 ภายใต้การแจกแจงปกติ การแจกแจงที่ การแจกแจงโลจิสติก การแจกแจงลาปลาซ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงโคกำลังสอง ผลการวิจัย ปรากฏว่า ค่า ARL_0 มีค่าเข้าใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกับทฤษฎีเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ($n \geq 100$) ขณะที่ค่า ARL_0 มีค่าแตกต่างกันมากเมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก ผลการวิจัยนี้เป็นไปตามทฤษฎีบทลิมิตศูนย์กลาง (Central Limit Theorem) ที่กล่าวไว้ว่า “ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่มากพอ การกระจายของค่าตัวอย่างจะมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติเสมอ” ดังนั้นการคำนวณค่า ARL_0 ภายใต้การแจกแจงที่ การแจกแจงโลจิสติก การแจกแจงลาปลาซ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงโคกำลังสอง เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่จึงมีค่า ARL_0 ใกล้เคียงกัน เนื่องจากทุกการแจกแจงมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ ขณะที่การคำนวณค่า ARL_0 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็กได้ค่า ARL_0 ที่แตกต่างกันตามการแจกแจงของข้อมูล

พิจารณาค่า ARL_0 ภายใต้การแจกแจงไม่สมมาตร ได้แก่ การแจกแจงแกมมา และการแจกแจงโคกำลังสอง ผลการวิจัย ปรากฏว่า แผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ภายใต้การแจกแจงทั้งสองมีความแกร่งน้อยเมื่อการแจกแจงมีลักษณะเบ้มาก เนื่องจาก ค่า ARL_0 ขึ้นอยู่กับลักษณะความเบ้ของการแจกแจง ถ้าการแจกแจงมีลักษณะเบ้น้อย (การแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ) ค่า ARL_0 ที่คำนวณได้มีค่ามาก นั่นคือ แผนภูมิควบคุมมีความแกร่งมาก แต่ถ้าการแจกแจงมีลักษณะเบ้มาก (การแจกแจงไม่ใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ) ค่า ARL_0 ที่คำนวณได้มีค่าน้อย นั่นคือ แผนภูมิควบคุมมีความแกร่งน้อย

พิจารณาค่า ARL_0 ภายใต้การแจกแจงสมมาตร ได้แก่ การแจกแจงที่ การแจกแจงโลจิสติก และการแจกแจงลาปลาซ ผลการวิจัย ปรากฏว่า แผนภูมิควบคุม TCC และแผนภูมิควบคุม $ATCC$ ภายใต้การแจกแจงดังกล่าวมีความแกร่งมากเมื่อการแจกแจงมีลักษณะโด่งใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ เนื่องจาก ค่า ARL_0 ขึ้นอยู่กับลักษณะความโด่งของการแจกแจง ถ้าการแจกแจงมีลักษณะโด่งน้อยค่า ARL_0 มีค่านวนได้มีค่าน้อย นั่นคือ แผนภูมิควบคุมมีความแกร่งน้อย แต่ถ้าการแจกแจงมีลักษณะโด่งมาก (ใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ) ค่า ARL_0 ที่คำนวณได้มีค่ามาก นั่นคือ แผนภูมิควบคุมมีความแกร่งมาก

3. ผลการวิจัย ปรากฏว่า เมื่อใช้แผนภูมิควบคุม $ATCC$ ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ คาดการณ์ได้ว่าอาจจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน – สิงหาคม) ในปี พ.ศ. 2558 ยกเว้นในจังหวัดจันทบุรีที่คาดการณ์ว่าอาจจะเกิดการระบาดในปีพ.ศ. 2557 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานข่าวการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี (สำนักข่าว กรมประชาสัมพันธ์, 2557) ที่มีการแจ้งเตือนการระบาดของโรคไข้เลือดออกในช่วงเวลาดังกล่าว เนื่องจากจากสถานการณ์โรคไข้เลือดออกในภาพรวมของประเทศมีอัตราสูงและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สำหรับจังหวัดจันทบุรีมีแนวโน้มของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ต้นปีพ.ศ. 2557 โดยเฉพาะเขตเทศบาลเมืองจันทบุรี มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่เดือน มกราคม – กรกฎาคม พ.ศ. 2557 รวม 120 ราย และเสียชีวิตแล้ว 1 ราย ทำให้เทศบาลเมืองจันทบุรี ประชาสัมพันธ์และทำความเข้าใจกับประชาชนให้ช่วยกันรักษาความสะอาดบริเวณบ้านไม่ให้มีน้ำท่วมขังเพราะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุงลายที่เป็นพาหะของโรคไข้เลือดออก อีกทั้งออกณรงค์กำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ชุมชนย่อยทั้ง 12 ชุมชน อย่างเร่งด่วนด้วยการพ่นสารเคมีกำจัดยุงลาย และ

ยังประสานงานกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรีให้มีกิจกรรมการป้องกัน ควบคุม โรคไข้เลือดออกในโรงเรียน อาทิเช่น การพ่นสารเคมีกำจัดยุงลาย การให้ความรู้เรื่องโรคไข้เลือดออก การจัดกิจกรรม 5 ส.ร่วมกับชุมชน เป็นต้น

ตัวแบบที่ใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ได้แก่ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA เนื่องจาก ตัวแบบดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลาและมี ฤดูกาล จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายเดือนมีอัตราการเกิดเป็น ฤดูกาลโดยมีแนวโน้มในการเกิดโรคไข้เลือดออกสูงในเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม การนำ ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA มาใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจึงมีความเหมาะสมและให้ค่า พยากรณ์แม่นยำกว่าตัวแบบอื่น สำหรับค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในงานวิจัยนี้ พยากรณ์เพียงแค่ 2 ปี ได้แก่ ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกปีพ.ศ. 2557 และค่าพยากรณ์ จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกปีพ.ศ. 2558 เนื่องจากตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA เป็นตัวแบบที่มีความ เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้น ๆ ในอนาคต และค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำ มากกว่าการพยากรณ์ในช่วงเวลายาว ๆ หากพิจารณาค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในปี พ.ศ. 2559 ปรากฏว่า ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในปีพ.ศ. 2559 มีแนวโน้มซ้ำกับค่า พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในปีพ.ศ. 2558 ด้วยเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงพยากรณ์ จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเพียงแค่ 2 ปีเท่านั้น คือ ในปีพ.ศ. 2557 และในปีพ.ศ. 2558

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่นำมาใช้สร้างตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ได้แก่ จำนวน ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จำนวน 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด เนื่องจากในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกสูงเป็นอันดับ 1 ใน 5 ของประเทศเกือบทุกปี (สำนักงานระบาด วิทยาม, 2556ค) ดังนั้นการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 จึง เป็นประโยชน์ต่อการวางแผน ควบคุม ป้องกันเพื่อลดการระบาดของโรคไข้เลือดในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9

กฎในการแปลความหมายที่นำมาใช้ตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออก ได้แก่ กฎใน การแปลความหมาย 7 ข้อ เนื่องจาก แผนภูมิควบคุม ATCC เป็นแผนภูมิควบคุมที่มีความเคร่งต่อ ข้อมูลที่มีค่าผิดปกติจึงทำให้ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม ATCC มีความกว้างกว่าแผนภูมิ ควบคุมทั่วไป การใช้กฎในการแปลความหมายที่มีหลักเกณฑ์น้อยเกินไปอาจไม่สามารถตรวจพบการ ระบาดของโรคไข้เลือดออกได้ ในทำนองเดียวกันการใช้กฎในการแปลความหมายที่มีหลักเกณฑ์มาก เกินไปอาจทำให้ตรวจพบการระบาดมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น กฎในการแปลความหมายมีด้วยกันหลายวิธี อาทิเช่น กฎในการแปลความหมาย 4 ข้อ (Alwan, Champ, & Maragah, 1994; Fu, Shmueli, & Chang, 2003; Göb, Del Castillo, & Ratz, 2001) กฎในการแปลความหมาย 8 ข้อ (Western Electric Company, 1956; Nelson, 1984) เป็นต้น ถ้าใช้กฎในการแปลความหมาย 4 ข้อ อาจ ตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกไม่ได้ เนื่องจาก จำนวนกฎมีน้อยเกินไปจนไม่สามารถตรวจ พบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ ถ้าใช้กฎในการแปลความหมาย 8 ข้อ อาจให้ผลการตรวจสอบ การระบาดของโรคไข้เลือดออกเหมือนการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ หรืออาจตรวจพบการ ระบาดของโรคไข้เลือดออกมากเกินไปทำให้การวางแผน ควบคุม ป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือด

ด้อยประสิทธิภาพลง ดังนั้นการใช้กฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ สำหรับการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในงานวิจัยนี้จึงมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากจำนวนกรณีไม่น้อยเกินไปจนไม่สามารถตรวจพบการระบาดได้และไม่มากเกินไปจนทำให้การพิจารณายุ่งยาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เพื่อวางแผน ควบคุม ป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9 และหน่วยงานอาจนำผลการวิจัยไปใช้ ได้แก่ สำนักกระบาดวิทยา และสำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กระทรวงสาธารณสุข เนื่องจากหน่วยงานดังกล่าวเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออก สำหรับการนำแผนภูมิควบคุม ATCC ไปใช้ตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุขเขตอื่นต้องมีความเข้าใจในเรื่องการสร้างตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ เนื่องจากแต่ละจังหวัดอาจได้ตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแตกต่างกันตามอัตราการเกิดโรคไข้เลือดออก อีกทั้งการตรวจสอบการระบาดของโรคไข้เลือดออกอาจแตกต่างกันตามตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA ที่ได้

แผนภูมิควบคุม ATCC เหมาะสมจะนำไปใช้ตรวจสอบคุณลักษณะเชิงคุณภาพของกระบวนการที่มีค่าผิดปกติ เนื่องจากเป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งในการสร้างขีดจำกัดควบคุม ผู้วิจัยจึงเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1.1 นักวิจัยควรใช้แผนภูมิควบคุม ATCC ภายใต้การแจกแจงดังนี้

- 1.1.1 การแจกแจงปกติ ด้วยพารามิเตอร์ตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1
- 1.1.2 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4
- 1.1.3 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 10
- 1.1.4 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 20
- 1.1.5 การแจกแจงที่ ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 30
- 1.1.6 การแจกแจงโลจิสติก ด้วยพารามิเตอร์ตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1
- 1.1.7 การแจกแจงลาปลาซ ด้วยพารามิเตอร์ตำแหน่งเท่ากับ 0 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1
- 1.1.8 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 1 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1
- 1.1.9 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 2 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1
- 1.1.10 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 3 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1

1.1.11 การแจกแจงแกมมา ด้วยพารามิเตอร์รูปร่างเท่ากับ 4 และพารามิเตอร์สเกลเท่ากับ 1

1.1.12 การแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 1

1.1.13 การแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 2

1.1.14 การแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 3

1.1.15 การแจกแจงโคก้าลึงสอง ด้วยองศาเสรีเท่ากับ 4

1.2 นักวิจัยควรใช้แผนภูมิควบคุม *ATCC* ภายใต้ขนาดตัวอย่างดังนี้

1.2.1 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10

1.2.2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20

1.2.3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30

1.2.4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100

1.2.5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 1,000

1.2.6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000

การนำแผนภูมิควบคุม *ATCC* ไปใช้นอกเหนือจากเงื่อนไขที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นอาจทำให้สมรรถนะของแผนภูมิควบคุม *ATCC* ไม่เป็นไปตามผลการวิจัย เนื่องจากการกำหนดการแจกแจงค่าพารามิเตอร์ และขนาดตัวอย่าง ส่งผลต่อสมรรถนะของแผนภูมิควบคุม *ATCC* โดยตรง นักวิจัยสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Borrer, Montgomery, and Runger (1999) Stoumbos and Reynolds (2000) Calzada & Scariano (2001) Lin and Chou (2007) Abu-Shawiesh (2008) Torng and Lee (2008)

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 แผนภูมิควบคุม *ATCC* เป็นแผนภูมิควบคุมที่มีความแข็งแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ เนื่องจากใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่ง แต่ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งในทางสถิติมีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการทำวิจัยต่อไปควรหาตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งมากกว่าตัวประมาณค่าบอกสเกลค่าเบี่ยงเบนของมัธยฐานสัมบูรณ์ที่เบี่ยงเบนจากค่ามัธยฐาน และนำมาใช้แทนตัวประมาณค่าบอกสเกลพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ในแผนภูมิควบคุม *TCC* เพื่อให้แผนภูมิควบคุมดังกล่าวมีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้น อาทิเช่น ตัวประมาณค่าบอกสเกล S_n และตัวประมาณค่าบอกสเกล Q_n ที่นำเสนอโดย Rousseeuw and Croux (1992, 1993) เป็นต้น

2.2 ควรนำตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าบอกสเกลที่มีความแกร่งไปปรับแก้แผนภูมิควบคุมชีวฮาร์ท (Shewhart's Control Chart) เนื่องจากแผนภูมิควบคุมชีวฮาร์ทใช้ตัวประมาณค่าบอกสเกลที่ไม่มีความแกร่ง ได้แก่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังนั้นการนำตัวประมาณค่าบอกสเกล *MADM* ไปปรับแก้แผนภูมิควบคุมชีวฮาร์ทจะทำให้แผนภูมิควบคุมชีวฮาร์ทมีความแกร่งต่อข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมากยิ่งขึ้น

2.3 อาจนำแผนภูมิควบคุม *ATCC* ใช้ร่วมกับตัวแบบเชิงฤดูกาล ARIMA และกฎในการแปลความหมาย 7 ข้อ เพื่อตรวจสอบการระบาดของโรคอื่นที่มีลักษณะการระบาดของโรคตามฤดูกาล (Seasonal) คล้ายคลึงกับโรคไข้เลือดออกเพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมและป้องกันโรค

ตามแนวทางการสอบสวนทางระบาดวิทยา (Epidemiological Investigation) อีกทั้งยังเป็นโอกาสสำหรับการวิจัยและสร้างองค์ความรู้ใหม่

2.4 ควรมีการศึกษาการแปลความหมายอื่นเพื่อใช้ตรวจสอบการระบาดของโรค เนื่องจากการกฏในการแปลความหมาย 7 ข้อ มีความยุ่งยากในการใช้เพราะต้องอาศัยความการพิจารณาเพียงอย่างเดียวไม่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์แทนได้ หากมีกฏในการแปลความหมายอื่นที่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยคอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการแปลความหมายมากยิ่งขึ้น

2.5 ควรมีการศึกษากรณีที่มีขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยมีค่ามากกว่าหนึ่ง เนื่องจากงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างย่อยเท่ากับ 1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่าย ดังนั้นงานวิจัยต่อไปควรศึกษากรณีที่มีขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยอื่น ๆ เพื่อให้ทราบถึงขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยที่มีความเหมาะสมสำหรับการวิจัยต่อไป

2.6 ควรมีการศึกษากรณีหลายตัวแปร (Multivariate Variable) เนื่องจากงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะตัวแปรเดียว (Univariate) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษากรณีหลายตัวแปร การศึกษากรณีหลายตัวแปรจะทำให้ผลการวิจัยมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

- วิชิต หล่อจี้ระชุมท์กุล และจิราวัลย์ จิตรถเวช. (2548). *เทคนิคการพยากรณ์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สุจิตรา นิมมานนิตย์ (2551). *แนวทางการวินิจฉัยและรักษาโรคไข้เลือดออกเดงกี* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข.
- สำนักข่าว กรมประชาสัมพันธ์. (2557). *สถานการณ์โรคไข้เลือดออกระบาดหนักในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี*. วันที่ค้นข้อมูล 30 ธันวาคม 2557, เข้าถึงได้จาก http://thainews.prd.go.th/centerweb/News/NewsDetail?NT01_NewsID=TNSOC5707230010138
- สำนักงานระบาดวิทยา. (2556ก). *ไข้เลือดออก*. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2556, เข้าถึงได้จาก http://www.boe.moph.go.th/fact/Dengue_Haemorrhagic_Fever.htm
- สำนักงานระบาดวิทยา. (2556ข). *ระบบเฝ้าระวังโรค*. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2556, เข้าถึงได้จาก http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/506wk/y56/d262766_2956.pdf
- สำนักงานระบาดวิทยา. (2556ค). *สรุปสถานการณ์ประจำปี*. วันที่ค้นข้อมูล 30 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก <http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/disease.php?dcontent=old&ds=26>
- สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง. (2556). *สถานการณ์โรคไข้เลือดออก*. วันที่ค้นข้อมูล 30 กรกฎาคม 2556, เข้าถึงได้จาก <http://www.thaivbd.org/dengue.php>
- Abu-Shawiesh, M. O. (2008). A simple robust control chart based on MAD. *Journal of Mathematics and Statistics*, 4(2), 102.
- Alwan, L. C., Champ, C. W., & Maragah, H. D. (1994). Study of average run lengths for supplementary runs rules in the presence of autocorrelation. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 23(2), 373-391.
- Alemi, F. (2004). Tukey's control chart. *Quality Management in Healthcare*, 13(4), 216-221.
- Andrews, D. F., Bickel, P. J., Hampel, F. R., Huber, P. J., Rogers, W. H., & Tukey, J. W. (1972). *Robust Estimates of Location: Survey and Advances*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Arunachalam, N., Tana, S., Espino, F., Kittayapong, P., Abeyewickrem, W., Wai, K. T., Tyagi, B. K., Kroeger, A., Sommerfeld, J., & Petzold, M. (2010). Eco-bio-social determinants of dengue vector breeding: a multicountry study in urban and periurban Asia. *Bulletin of the world Health Organization*, 88(3), 173-184.
- Barbazan, P., Yoksan, S., & Gonzalez, J. P. (2002). Dengue hemorrhagic fever epidemiology in Thailand: description and forecasting of epidemics. *Microbes and Infection*, 4(7), 699-705.

- Barclay, E. (2008). Is climate change affecting dengue in the Americas?. *The Lancet*, 371(9617), 973-974.
- Beebe, N. W., Cooper, R. D., Mottram, P., & Sweeney, A. W. (2009). Australia's dengue risk driven by human adaptation to climate change. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 3(5), e429.
- Benneyan, J.C. (2001). Performance of Number-Between g-Type Statistical Control Charts for Monitoring Adverse Events. *Health Care Management Science*, 4, 319-336.
- Benneyan, J.C., Lloyd, R.C., & Plsek, P.E. (2003). Statistical process control as a tool for research and healthcare improvement. *Quality and Safety in Health Care*, 12, 458-464.
- Bhatnagar, S., Lal, V., Gupta, S. D., & Gupta, O. P. (2012). Forecasting incidence of dengue in Rajasthan, using time series analyses. *Indian Journal of Public Health*, 56(4), 281-285.
- Bickel, P. J., & Lehmann, E. L. (1975). Descriptive statistics for nonparametric models. II. Location. *The Annals of Statistics*, 3(5), 1045-1069.
- Bickel, P. J., & Lehmann, E. L. (1976). Descriptive statistics for nonparametric models. III. Dispersion. *The Annals of Statistics*, 4(6), 1139-1158.
- Borckardt, J. J., Nash, M. R., Hardesty, S., Herbert, J., Cooney, H., & Pelic, C. (2005). An empirical evaluation of Tukey's control chart for use in health care and quality management applications. *Quality Management in Healthcare*, 14(2), 112-115.
- Borror, C. M., Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (1999). Robustness of the EWMA control chart to non-normality. *Journal of Quality Technology*, 31, 309-316.
- Box, G. E. P., & Cox, D. R. (1964). An Analysis of Transformations, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 26(2), 211-252.
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis forecasting and control* (2nd ed.). San Francisco: Holden-day.
- Brady, O. J., Gething, P. W., Bhatt, S., Messina, J. P., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Moyes, C. L., Farlow, A. W., Scott, T. W., & Hay, S. I. (2012). Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6(8), e1760.
- Brown, M. B., & Forsythe, A. B. (1974). Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69(346), 364-367.

- Calzada, M. E., & Scariano, S. M. (2001). The robustness of the synthetic control chart to non-normality. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 30(2), 311-326.
- Campbell-Lendrum, D., & Reithinger, R. (2002). Dengue and climate change. *Trends in Parasitology*, 18(12), 524.
- Champ, C. W., & Woodall, W. H. (1987). Exact results for Shewhart control charts with supplementary runs rules. *Technometrics*, 29(4), 393-399.
- Champ, C. W., & Woodall, W. H. (1990). A program to evaluate the run length distribution of a Shewhart control chart with supplementary runs rules. *Journal of Quality Technology*, 22(1), 68-73.
- Chang, Y. S., & Bai, D. S. (2001). Control charts for positively - skewed populations with weighted standard deviations. *Quality and Reliability Engineering International*, 17(5), 397-406.
- Chastel, C. (2012). Eventual role of asymptomatic cases of dengue for the introduction and spread of dengue viruses in non-endemic regions. *Frontiers in physiology*, 3, 1-4.
- Chen, C. C., & Chang, H. C. (2013). Predicting Dengue Outbreaks Using Approximate Entropy Algorithm and Pattern Recognition. *Journal of Infection*, 67, 65-71.
- Choudhury, Z. M., Banu, S., & Islam, A. M. (2008). Forecasting dengue incidence in Dhaka, Bangladesh: A time series analysis. *Dengue Bulletin*, 32, 29-37.
- Cobelens, F. G., Groen, J., Osterhaus, A. D., Leentvaar - Kuipers, A., Wertheim - van Dillen, P. M., & Kager, P. A. (2002). Incidence and risk factors of probable dengue virus infection among Dutch travellers to Asia. *Tropical Medicine & International Health*, 7(4), 331-338.
- Coory, M., Duckett, S., & Baker, K.S. (2008). Using control charts to monitor quality of hospital care with administrative data. *International Journal for Quality in Health Care*, 20, 31-39.
- Davis, R. B. (2004). Constructing control charts with average run length constraints. In *Proc. of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. Salt Lake City, Utah, pp. 1-9.
- Davis, R. B., & Woodall, W. H. (1988). Performance of the control chart trend rule under linear shift. *Journal of Quality Technology*, 20(4).
- Ditsuwan, T., Liabsuetrakul, T., Chongsuvivatwong, V., Thammapalo, S., & McNeil, E. (2011). Assessing the spreading patterns of dengue infection and chikungunya fever outbreaks in lower southern Thailand using a geographic information system. *Annals of Epidemiology*, 21(4), 253-261.

- Earnest, A., Tan, S. B., Wilder-Smith, A., & Machin, D. (2012). Comparing statistical models to predict dengue fever notifications. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2012, 1-6.
- Endy, T. P., Chunsuttiwat, S., Nisalak, A., Libraty, D. H., Green, S., Rothman, A. L., Vaughn, D. W., & Ennis, F. A. (2002). Epidemiology of inapparent and symptomatic acute dengue virus infection: a prospective study of primary school children in Kamphaeng Phet, Thailand. *American Journal of Epidemiology*, 156(1), 40-51.
- Epstein, P. R. (2000). Is global warming harmful to health?. *Scientific American*, 283(2), 50-57.
- Fasting, S., & Gisvold, S.E. (2003). Statistical Process Control Methods Allow the Analysis and Improvement of Anesthesia Care. *Canadian Journal of Anesthesia*, 50(8), 767-774.
- Fishman, G. S. (1996). *Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications*. New York: Springer Verlag.
- Frigge, M., Hoaglin, D. C., & Iglewicz, B. (1989). Some implementations of the boxplot. *The American Statistician*, 43(1), 50-54.
- Fu, J. C., Shmueli, G., & Chang, Y. M. (2003). A unified Markov chain approach for computing the run length distribution in control charts with simple or compound rules. *Statistics & Probability Letters*, 65(4), 457-466.
- Göb, R., Del Castillo, E., & Ratz, M. (2001). Run length comparisons of Shewhart charts and most powerful test charts for the detection of trends and shifts. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 30(2), 355-376.
- Grant, P.S., & Kim, A.T. (2007). Infection Control Consultation in a 150- bed Acute Care Hospital: Making this Unobserved and Unmeasured Critical Job Function Visible. *American Journal of Infection Control*, 35, 402-406.
- Gubler, D. J. (2002). Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends in Microbiology*, 10(2), 100-103.
- Guthrie, B., Love, T., Fahey, T., Morris, A., & Sullivan, F. (2005). Control, compare and communicate: designing control charts to summarise efficiently data from multiple quality indicators. *Quality and Safety in Health Care*, 14(6), 450-454.
- Gustafson, T.L. (2000). Practical risk-adjusted quality control charts for infection control. *American Journal of Infectious Control*, 28(6), 406-414.

- Hales, S., de Wet, N., Maindonald, J., & Woodward, A. (2002). Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *The Lancet*, *360*(9336), 830-834.
- Halton, J. H. (1970). A retrospective and prospective survey of the Monte Carlo method. *Siam Review*, *12*(1), 1-63.
- Hammersley, J. M., & Handscomb, D. C. (1964). *Monte Carlo Methods*. London: Methuen.
- Hampel, F. R. (1968). *Contributions to the theory of robust estimation*. Ph.D thesis, University of California, Berkeley.
- Hampel, F. R. (1971). A general qualitative definition of robustness. *The Annals of Mathematical Statistics*, *42*(6), 1887-1896.
- Hampel, F. R. (1974). The influence curve and its role in robust estimation. *Journal of the American Statistical Association*, *69*(346), 383-393.
- Hampel, F. R., Ronchetti, E. M., Rousseeuw, P. J., & Stahe, W. A. (1986). *Robust statistics: The approach based on influence functions*. New York: Wiley.
- Hanslik, T., Boelle, P.Y., & Flahault, A. (2001). The control chart: an epidemiological tool for public health monitoring. *Public Health*, *115*, 277-281.
- Harbarth, S., Fankhauser, C., Schrenzel, J., Christenson, J., Gervaz, P., Clerc, C.B., Renzi, G., Vernaz, N., Sax, H., & Pittet, D. (2008). Universal Screening for Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus at Hospital Admission and Nosocomial Infection in Surgical Patients. *The Journal of the American Medical Association*, *299*(10), 1149-1157.
- Hoaglin, D. C., Mosteller, F., Tukey, J. W. (2000). *Understanding Robust and Exploratory Data Analysis*. New York: Wiley-Interscience.
- Hodges Jr, J. L. (1967). Efficiency in normal samples and tolerance of extreme values for some estimates of location. In *Proc. Fifth Berkeley Symp. Math. Statist. Probab* (Vol. 1, pp. 163-186).
- Holland, P. W., & Welsch, R. E. (1977). Robust regression using iteratively reweighted least-squares. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, *6*(9), 813-827.
- Huber, K., Loan, L. L., Chantha, N., & Failloux, A. B. (2004). Human transportation influences Aedes aegypti gene flow in Southeast Asia. *Acta tropica*, *90*(1), 23-29.
- Huber, P. J. (1964). Robust estimation of a location parameter. *The Annals of Mathematical Statistics*, *35*(1), 73-101.
- Huber, P. J. (1981). *Robust Statistics*, New York: John Wiley.

- Iglewicz, B. (1983). *Under-standing Robust and Exploratory Data Analysis*. New York: John Wiley and Sons.
- Iglewicz, B., & Hoaglin, D. C. (1987). Use of boxplots for process evaluation. *Journal of Quality Technology*, 19(4), 180-190.
- Jamali, A. S., Jinlin, L., & Durad, M. H. (2006, August). Average run length performance of Shewhart control charts with interpretation rules. *In Industrial Informatics, 2006 IEEE International Conference on* (pp. 1329-1333). IEEE.
- Jelinek, T. (2000). Dengue fever in international travelers. *Clinical Infectious Diseases*, 31(1), 144-147.
- Khan, E., Siddiqui, J., Shakoor, S., Mehraj, V., Jamil, B., & Hasan, R. (2007). Dengue outbreak in Karachi, Pakistan, 2006: experience at a tertiary care center. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 101(11), 1114-1119.
- Khasnis, A. A., & Nettleman, M. D. (2005). Global warming and infectious disease. *Archives of Medical Research*, 36(6), 689-696.
- Khoo, M. B. (2003). Design of runs rules schemes. *Quality Engineering*, 16(1), 27-43.
- Kuan, M. M., Lin, T., Chuang, J. H., & Wu, H. S. (2010). Epidemiological trends and the effect of airport fever screening on prevention of domestic dengue fever outbreaks in Taiwan, 1998–2007. *International Journal of Infectious Diseases*, 14(8), e693-e697.
- Lancaster, H. O., & Seneta, E. (1969). *Chi-Square Distribution*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Law, A. M. (2007). *Simulation modeling and analysis* (4th edition). John Wiley & Sons.
- Lax, D. A. (1985). Robust estimators of scale: Finite-sample performance in long-tailed symmetric distributions. *Journal of the American Statistical Association*, 80(391), 736-741.
- Lin, Y. C., & Chou, C. Y. (2007). Non-normality and the variable parameters control charts. *European Journal of Operational Research*, 176(1), 361-373.
- Lindbäck, H., Lindbäck, J., Tegnell, A., Janzon, R., Vene, S., & Ekdahl, K. (2003). Dengue fever in travelers to the tropics, 1998 and 1999. *Emerging Infectious Diseases*, 9(4), 438.
- Ljung, G. M., & Box, G. E. (1979). The likelihood function of stationary autoregressive-moving average models. *Biometrika*, 66(2), 265-270.
- Luz, P. M., Mendes, B. V., Codeço, C. T., Struchiner, C. J., & Galvani, A. P. (2008). Time series analysis of dengue incidence in Rio de Janeiro, Brazil. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 79(6), 933-939.

- Mahabir, R. S., Severson, D. W., & Chadee, D. D. (2012). Impact of road networks on the distribution of dengue fever cases in Trinidad, West Indies. *Acta tropica*, *123*(3), 178-183.
- Martens, W. J., Jetten, T. H., & Focks, D. A. (1997). Sensitivity of malaria, schistosomiasis and dengue to global warming. *Climatic Change*, *35*(2), 145-156.
- Martinez, E. Z., Silva, E. A. S. D., & Fabbro, A. L. D. (2011). A SARIMA forecasting model to predict the number of cases of dengue in Campinas, State of São Paulo, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, *44*(4), 436-440.
- Massey Jr, F. J. (1951). The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, *46*(253), 68-78.
- Mertens, W.C., Higby, D.J., Brown, D., Parisi, R., Fitzgerald, J., Benjamin, E.M., & Lindenauer, P.K. (2003). Improving the Care of Patients With Regard to Chemotherapy Induced nausea and Emesis: The Effect of Feedback to Clinicians on Adherence to Antiemetic Prescribing Guidelines. *Journal of Clinical Oncology*, *21*(7), 1373–1378.
- Mohammed, H. P., Ramos, M. M., Rivera, A., Johansson, M., Muñoz – Jordan, J. L., Sun, W., & Tomashek, K. M. (2010). Travel – Associated Dengue Infections in the United States, 1996 to 2005. *Journal of Travel Medicine*, *17*(1), 8-14.
- Mohamed, M.A., Worthington, P., & Woodall, W.H. (2008). Plotting basic control charts: tutorial notes for healthcare practitioners. *Quality and Safety in Health Care*, *17*, 137–145.
- Montgomery, D. C. (2005). *Introduction to Statistical Quality Control* (5th ed.). The United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D. C., & Woodall, W. H. (1999). Research Issues and Ideas in Statistical Process Control. *Journal of Quality Technology*, *31*(4), 376-387.
- Montgomery, D. C. (1997). A discussion on statistically-based process monitoring and control. *Journal of Quality Technology*, *29*(2), 157-162.
- Nelson, L. S. (1984). The Shewhart control chart—Tests for special causes. *Journal of Quality Technology*, *16*(4), 237–239.
- Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, *438*(7066), 310-317.
- Pongsumpun, P., Patanarapelert, K., Sriprom, M., Varamit, S., & Tang, I. M. (2004). Infection risk to travelers going to dengue fever endemic regions. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, *35*(1), 155-159.

- Polansky, A. M., Chou, Y. M., & Mason, R. L. (1999). An algorithm for fitting Johnson transformations to non-normal data. *Journal of Quality Technology*, 31(3), 345-350.
- Prabhu, S. S., Runger, G. C., & Keats, J. B. (1993). \bar{X} chart with adaptive sample sizes. *International Journal of Production Research*, 31(12), 2895-2909.
- Promprou, S., Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasinee, K. (2006). Forecasting dengue haemorrhagic fever cases in Southern Thailand using ARIMA Models. *Dengue Bulletin*, 30, 99-106.
- Quesenberry, C. (1993). The effect of sample size on estimated limits for and \bar{X} control charts. *Journal of Quality Technology*, 25(4), 237-247.
- Rajapakse, S., Rodrigo, C., & Rajapakse, A. (2012). Treatment of dengue fever. *Infection and Drug Resistance*, 5, 103-112.
- Rasgon, J. L. (2011). Dengue fever: Mosquitoes attacked from within. *Nature*, 476(7361), 407-408.
- Reilly, M. W., & Kuehne, E. A., (2013). Dengue Fever in a 16-Year-Old Girl After Travel in Asia, *Journal of Pediatric Health Care*, 27(4), 308-311.
- Reiter, P., Lathrop, S., Bunning, M., Biggerstaff, B., Singer, D., Tiwari, T., Baber, L., Amador, M., Thirion, J., Hayes, J., Seca, C., Mendez, J., Ramirez, B., Robinson, J., Rawlings, J., Vorndam, V., Waterman, S., Gubler, D., Clark, G., & Hayes, E. (2003). Texas lifestyle limits transmission of dengue virus. *Emerging Infectious Diseases*, 9(1), 86.
- Rigau-Perez, J. G., Millard, P. S., Walker, D. R., Deseda, C. C., & Casta-Vélez, A. (1999). A deviation bar chart for detecting dengue outbreaks in Puerto Rico. *American Journal of Public Health*, 89(3), 374-378.
- Robert, C. P., & Casella, G. (1999). *Monte Carlo statistical methods*. Springer.
- Rodriguez-Figueroa, L., Rigau-Perez, J. G., Suarez, E. L., & Reiter, P. (1995). Risk factors for dengue infection during an outbreak in Yanes, Puerto Rico in 1991. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 52(6), 496-502.
- Rousseeuw, P. J., & Croux, C. (1992). Explicit scale estimators with high breakdown point. *L*, 1, 77-92.
- Rousseeuw, P. J., & Croux, C. (1993). Alternatives to the median absolute deviation. *Journal of the American Statistical Association*, 88(424), 1273-1283.
- Rovida, F., Percivalle, E., Campanini, G., Piralla, A., Novati, S., Muscatello, A., & Baldanti, F. (2011). Viremic dengue virus infections in travellers: potential for local outbreak in Northern Italy. *Journal of Clinical Virology*, 50(1), 76-79.

- Rubinstein, R. Y., & Kroese, D. P. (2011). *Simulation and the Monte Carlo Method* (Vol. 707). John Wiley & Sons.
- Ryan, T. P. (2011). *Statistical methods for quality improvement* (Vol. 840). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sangkawibha, N., Rojanasuphot, S., Ahandrik, S., Viriyapongse, S., Jatanasen, S., Salitul, V., Phanthumachinda, B., & Halstead, S. B. (1984). Risk factors in dengue shock syndrome: a prospective epidemiologic study in Rayong, Thailand I. The 1980 outbreak. *American Journal of Epidemiology*, *120*(5), 653-669.
- Seet, R., Ooi, E. E., Wong, H. B., & Paton, N. I. (2005). An outbreak of primary dengue infection among migrant Chinese workers in Singapore characterized by prominent gastrointestinal symptoms and a high proportion of symptomatic cases. *Journal of Clinical Virology*, *33*(4), 336-340.
- Seim, A., Andersen, B., & Sandber, W.S. (2006). Statistical Process Control as a Tool for Monitoring Nonoperative Time. *Anesthesiology*, *105*, 370-380.
- Shewhart, W.A. (1931). *Economic Control Chart of Quality Manufactured Product*. New York: Van Nostrand.
- Silawan, T., Singhasivanon, P., Kaewkungwal, J., Nimmanitya, S., & Suwonkerd, W. (2008). Temporal patterns and forecast of dengue infection in Northeastern Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical and Med Public Health*, *39*(1), 90-8.
- Simonoff, J. S. (1984). A comparison of robust methods and detection of outliers techniques when estimating a location parameter. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, *13*(7), 813-842.
- Sriprom, M., Chalvet-Monfray, K., Chaimane, T., Vongsawat, K., & Bicout, D. J. (2010). Monthly district level risk of dengue occurrences in Sakon Nakhon Province, Thailand. *Science of the Total Environment*, *408*(22), 5521-5528.
- Sriwattanapongse, W., & Khanabsakdi, S. (2011). Modeling and Forecasting Malaria and Dengue Hemorrhagic Fever Incidence and Prevalence in Northern Thailand. *Journal of Mathematics and System Science*, *1*(1), 52-59.
- Stephens, M. A. (1974). EDF statistics for goodness of fit and some comparisons. *Journal of the American statistical Association*, *69*(347), 730-737.
- Stephens, M. A. (1976). Asymptotic results for goodness-of-fit statistics with unknown parameters. *The Annals of Statistics*, *4*(2), 357-369.
- Stephens, M. A. (1977). Goodness of fit for the extreme value distribution. *Biometrika*, *64*(3), 583-588.

- Stephens, M. A. (1979). Tests of fit for the logistic distribution based on the empirical distribution function. *Biometrika*, 66(3), 591-595.
- Stoumbos, Z. G. B., & Reynolds Jr, M. R. (2000). Robustness to non-normality and autocorrelation of individuals control charts. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 66(2), 145-187.
- Stuadte, R. G., & Sheather, S. J. (1990). *Robust estimation and Testing*. New York: John Wiley and Sons.
- Suwanbamrung, C. (2012). Children's basic knowledge and activities for dengue problem solution: an islamic religious school, Southern Thailand. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(6), 456-464.
- Tercero-Gomez, V., Ramirez-Galindo, J., Cordero-Franco, A., Smith, M., & Beruvides, M. (2012). Modified Tukey's Control Chart. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 41(9), 1566-1579.
- Torng, C. C., & Lee, P. H. (2008). ARL performance of the Tukey's control chart. *Communications in Statistics—Simulation and Computation*®, 37(9), 1904-1913.
- Torng, C. C., Liao, H. N., Lee, P. H., & Wu, J. C. (2009). Performance evaluation of a Tukey's control chart in monitoring gamma distribution and short run processes. In Hong Kong: *In Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*.
- Tukey, J. W. (1960). *Contributions to probability and statistics*. Stanford: Stanford University Press.
- Tukey, J. W. (1970). *Exploratory Data Analysis* (Limited Preliminary Edition). MA: Addison-Wesley.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. MA: Reading.
- Velleman, P. F., & Hoaglin, D. C. (1981). *Applications, basics, and computing of exploratory data analysis* (Vol. 142). Boston: Duxbury Press.
- Wall, R.J., Ely, E.W., Elasy, T.A., Dittus, R.S., Foss, J., Wilerson, K.S., & Speroff, T. (2005). Using real time process measurements to reduce catheter related bloodstream infections in the intensive care unit. *Quality and Safety in Health Care*, 14, 295-302.
- Weaver, S. C., & Vasilakis, N. (2009). Molecular evolution of dengue viruses: contributions of phylogenetics to understanding the history and epidemiology of the preeminent arboviral disease. *Infection, Genetics and Evolution*, 9(4), 523-540.

- Western, E. (1956). *Statistical quality control handbook*. Indianapolis, IN: Western Electric Company.
- Wheeler, D. J. (1983). Detecting a shift in process average: Tables of the power function for \bar{X} charts. *Journal of Quality Technology*, 15(4).
- Wheeler, D. J. (2004). *Advanced topics in statistical process control: The Power of Shewhart's Charts*. (2nd ed.). Knoxville, TN: SPC Press.
- Wheeler, D.S., Giaccone, M., Hutchinson, N., Haygood, M., Demmel, K., Tritto, M.T., Margolis, P.A., & Provost, L.P. (2012). An unexpected increase in catheter-associated bloodstream infections at a children's hospital following introduction of the Spiro closed male connector. *American Journal of Infection Control*, 40, 48–50.
- White, E. M., & Schroeder, R. O. G. E. R. (1987). A simultaneous control chart. *Journal of Quality Technology*, 19(1), 1-10.
- Wilder-Smith, A., & Schwartz, E. (2005). Dengue in travelers. *New England Journal of Medicine*, 353(9), 924-932.
- Wilder-Smith, A., & Gubler, D. J. (2008). Geographic expansion of dengue: the impact of international travel. *Medical Clinics of North America*, 92(6), 1377-1390.
- Wongkoon, S., Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasinee, K. (2012). Development of temporal modeling for prediction of dengue infection in Northeastern Thailand. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(3), 249-252.
- World Health Organization. (2013). *Dengue Control*. Retrieved July 30, 2013, from World Health Organization Web site: <http://www.who.int/denguecontrol/en>
- Wu, C., Zhao, Y., & Wang, Z. (2002). The median absolute deviations and their applications to Shewhart control charts. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 31(3), 425-442.
- Zuur, A., Ieno, E. N., & Meesters, E. (2009). *A Beginner's Guide to R*. New York: Springer.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่า *ARL* ของแผนภูมิควบคุม *TCC* และแผนภูมิควบคุม *ATCC*

ตารางที่ 153 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่า $k = 1.5$

การแจกแจง	ขนาดการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยกระบวนการ (δ)						
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$N(0,1)$	143.34	68.18	22.29	8.66	4.12	2.37	1.62
$t_{(4)}$	24.13	18.44	9.60	4.40	2.21	1.42	1.15
$t_{(10)}$	53.14	35.56	15.81	6.92	3.41	2.01	1.42
$t_{(20)}$	80.61	47.77	18.70	7.77	3.78	2.19	1.52
$t_{(30)}$	95.51	53.38	19.81	8.06	3.89	2.25	1.55
$Logistic(0,1)$	48.51	39.13	19.41	8.69	4.12	2.26	1.51
$Laplace(0,1)$	21.96	14.20	7.57	3.81	1.89	1.30	1.13
$Gam(1,1)$	20.78	12.61	7.65	4.64	2.81	1.71	1.03
$Gam(2,1)$	31.52	17.51	9.89	5.70	3.39	2.10	1.39
$Gam(3,1)$	39.56	20.72	11.14	6.20	3.60	2.22	1.49
$Gam(4,1)$	46.14	23.13	12.00	6.50	3.72	2.28	1.53
$\chi^2_{(1)}$	13.22	8.50	5.35	3.24	1.76	1.00	1.00
$\chi^2_{(2)}$	20.78	12.61	7.65	4.64	2.81	1.71	1.03
$\chi^2_{(3)}$	26.64	15.39	8.97	5.30	3.19	1.97	1.29
$\chi^2_{(4)}$	31.52	17.51	9.89	5.70	3.39	2.10	1.39

ตารางที่ 154 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อกำหนดค่า $k = 3$

การแจกแจง	ขนาดการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยกระบวนการ (δ)						
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$N(0,1)$	143.34	68.18	22.29	8.66	4.12	2.37	1.62
$t_{(4)}$	44.03	35.16	19.74	9.20	4.12	2.10	1.38
$t_{(10)}$	70.24	46.90	20.58	8.75	4.12	2.30	1.54
$t_{(20)}$	94.51	55.49	21.36	8.69	4.12	2.34	1.58
$t_{(30)}$	106.85	59.18	21.65	8.68	4.12	2.35	1.59
$Logistic(0,1)$	59.39	41.65	19.65	8.71	4.13	2.26	1.51
$Laplace(0,1)$	34.98	27.75	16.06	8.27	4.12	2.04	1.34
$Gam(1,1)$	30.26	18.35	11.13	6.75	4.09	2.48	1.51
$Gam(2,1)$	39.41	21.78	12.22	6.99	4.10	2.49	1.61
$Gam(3,1)$	46.61	24.27	12.96	7.14	4.10	2.49	1.63
$Gam(4,1)$	52.63	26.24	13.52	7.26	4.10	2.48	1.63
$\chi^2_{(1)}$	24.52	16.08	10.42	6.63	4.10	2.38	1.00
$\chi^2_{(2)}$	30.26	18.35	11.13	6.75	4.09	2.48	1.51
$\chi^2_{(3)}$	35.16	20.23	11.73	6.88	4.10	2.50	1.58
$\chi^2_{(4)}$	39.41	21.78	12.22	6.99	4.10	2.49	1.61

ตารางที่ 155 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 143.34

การแจกแจง	k	ขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ (δ)						
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$N(0,1)$	1.5	143.34	68.18	22.29	8.66	4.12	2.37	1.62
$t_{(4)}$	2.9435	143.34	124.10	83.55	46.85	23.03	10.34	4.55
$t_{(10)}$	1.9165	143.34	96.01	41.51	16.74	7.18	3.51	2.04
$t_{(20)}$	1.6881	143.34	82.36	30.46	11.78	5.26	2.80	1.78
$t_{(30)}$	1.6213	143.34	77.62	27.42	10.58	4.82	2.63	1.72
$Logis(0,1)$	2.0736	143.27	99.89	46.29	19.71	8.58	4.06	2.24
$Lap(0,1)$	3.0813	143.27	113.65	65.77	33.86	16.88	8.34	4.12
$Gam(1,1)$	3.2577	143.34	86.94	52.73	31.98	19.40	11.77	7.14
$Gam(2,1)$	2.5173	143.34	77.48	42.27	23.33	13.06	7.45	4.35
$Gam(3,1)$	2.2519	143.34	72.31	37.14	19.50	10.52	5.87	3.43
$Gam(4,1)$	2.1068	143.34	68.89	33.97	17.27	9.12	5.05	2.97
$\chi^2_{(1)}$	4.8746	143.34	96.52	64.74	43.21	28.66	18.86	12.28
$\chi^2_{(2)}$	3.2577	143.34	86.94	52.73	31.98	19.40	11.77	7.14
$\chi^2_{(3)}$	2.7674	143.34	81.34	46.37	26.59	15.36	8.95	5.29
$\chi^2_{(4)}$	2.5173	143.34	77.48	42.27	23.33	13.06	7.45	4.35

ตารางที่ 156 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม $ATCC$ เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 143.34

การแจกแจง	k	ขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ (δ)						
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$N(0,1)$	3	143.34	68.18	22.29	8.66	4.12	2.37	1.62
$t_{(4)}$	4.5714	143.34	124.10	83.55	46.85	23.03	10.34	4.55
$t_{(10)}$	3.5571	143.34	96.01	41.51	16.74	7.18	3.51	2.04
$t_{(20)}$	3.2622	143.34	82.36	30.46	11.78	5.26	2.80	1.78
$t_{(30)}$	3.1711	143.34	77.62	27.42	10.58	4.82	2.63	1.72
$Logis(0,1)$	3.7243	143.27	99.89	46.29	19.71	8.58	4.06	2.24
$Lap(0,1)$	4.4786	143.27	113.65	65.77	33.86	16.88	8.34	4.12
$Gam(1,1)$	5.3061	143.34	86.94	52.73	31.98	19.40	11.77	7.14
$Gam(2,1)$	4.5691	143.34	77.48	42.27	23.33	13.06	7.45	4.35
$Gam(3,1)$	4.2274	143.34	72.31	37.14	19.50	10.52	5.87	3.43
$Gam(4,1)$	4.0202	143.34	68.89	33.97	17.27	9.12	5.05	2.97
$\chi^2_{(1)}$	6.2437	143.34	96.52	64.74	43.21	28.66	18.86	12.28
$\chi^2_{(2)}$	5.3061	143.34	86.94	52.73	31.98	19.40	11.77	7.14
$\chi^2_{(3)}$	4.8505	143.34	81.34	46.37	26.59	15.36	8.95	5.29
$\chi^2_{(4)}$	4.5691	143.34	77.48	42.27	23.33	13.06	7.45	4.35

ตารางที่ 157 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม TCC เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 370.40

การแจกแจง	k	ขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ (δ)						
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$N(0,1)$	1.7239	370.40	155.22	43.89	14.97	6.30	3.24	2.00
$t_{(4)}$	3.9689	370.40	336.60	256.68	169.84	100.31	53.63	26.11
$t_{(10)}$	2.3271	370.40	252.84	110.73	43.47	17.22	7.34	3.57
$t_{(20)}$	1.9908	370.40	205.26	70.67	24.82	9.82	4.54	2.51
$t_{(30)}$	1.8950	370.40	188.43	60.31	20.79	8.35	4.00	2.30
$Logis(0,1)$	2.5067	370.38	257.57	118.44	49.48	20.65	8.94	4.21
$Lap(0,1)$	3.7665	370.38	293.81	170.06	87.54	43.63	21.57	10.64
$Gam(1,1)$	4.1218	370.40	224.66	136.26	82.65	50.13	30.40	18.44
$Gam(2,1)$	3.1380	370.40	197.97	106.56	57.85	31.73	17.62	9.95
$Gam(3,1)$	2.7863	370.40	183.21	91.91	46.89	24.42	13.03	7.18
$Gam(4,1)$	2.5942	370.40	173.37	82.84	40.56	20.45	10.69	5.84
$\chi^2_{(1)}$	6.2832	370.40	251.25	169.98	114.64	77.03	51.53	34.28
$\chi^2_{(2)}$	4.1218	370.40	224.66	136.26	82.65	50.13	30.40	18.44
$\chi^2_{(3)}$	3.4699	370.40	208.91	118.24	67.19	38.38	22.05	12.77
$\chi^2_{(4)}$	3.1380	370.40	197.97	106.56	57.85	31.73	17.62	9.95

ตารางที่ 158 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม ATCC เมื่อกำหนดค่า ARL_0 เท่ากับ 370.40

การแจกแจง	ค่า k	ขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ (δ)						
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
$N(0,1)$	3.4478	370.40	155.22	43.89	14.97	6.30	3.24	2.00
$t_{(4)}$	6.1638	370.40	336.60	256.68	169.84	100.31	53.63	26.11
$t_{(10)}$	4.3192	370.40	252.84	110.73	43.47	17.22	7.34	3.57
$t_{(20)}$	3.8471	370.40	205.26	70.67	24.82	9.82	4.54	2.51
$t_{(30)}$	3.7063	370.40	188.43	60.31	20.79	8.35	4.00	2.30
$Logis(0,1)$	4.5021	370.38	257.57	118.44	49.48	20.65	8.94	4.21
$Lap(0,1)$	5.4739	370.38	293.83	170.05	87.54	43.63	21.57	10.64
$Gam(1,1)$	6.7136	370.40	224.66	136.26	82.65	50.13	30.40	18.44
$Gam(2,1)$	5.6958	370.40	197.97	106.56	57.85	31.73	17.62	9.95
$Gam(3,1)$	5.2306	370.40	183.21	91.91	46.89	24.42	13.03	7.18
$Gam(4,1)$	4.9503	370.40	173.37	82.84	40.56	20.45	10.69	5.84
$\chi^2_{(1)}$	8.0479	370.40	251.25	169.98	114.64	77.03	51.53	34.28
$\chi^2_{(2)}$	6.7136	370.40	224.66	136.26	82.65	50.13	30.40	18.44
$\chi^2_{(3)}$	6.0818	370.40	208.91	118.24	67.19	38.38	22.05	12.77
$\chi^2_{(4)}$	5.6958	370.40	197.97	106.56	57.85	31.73	17.62	9.95

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ตารางที่ 159 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.009224$ $\hat{\sigma} = 0.9679$	0.467	0.245
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01594$ $\hat{\sigma} = 0.9579$	0.473	0.237
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04688$ $\hat{\sigma} = 0.9976$	0.481	0.226
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.0477$ $\hat{\sigma} = 0.9765$	0.470	0.241
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02263$ $\hat{\sigma} = 0.9644$	0.410	0.338
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02319$ $\hat{\sigma} = 0.9751$	0.410	0.338
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03517$ $\hat{\sigma} = 0.9630$	0.365	0.431
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03068$ $\hat{\sigma} = 0.9709$	0.374	0.409
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04958$ $\hat{\sigma} = 0.9512$	0.385	0.386
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04664$ $\hat{\sigma} = 0.9531$	0.381	0.394
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04339$ $\hat{\sigma} = 0.9550$	0.385	0.385
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04037$ $\hat{\sigma} = 0.9582$	0.370	0.419

ตารางที่ 160 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03868$ $\hat{\sigma} = 0.9606$	0.364	0.433
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.05726$ $\hat{\sigma} = 0.9463$	0.357	0.449
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.05485$ $\hat{\sigma} = 0.9478$	0.358	0.447
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.05011$ $\hat{\sigma} = 0.9492$	0.368	0.423
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04074$ $\hat{\sigma} = 0.9520$	0.356	0.451
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03892$ $\hat{\sigma} = 0.9532$	0.365	0.431
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.05569$ $\hat{\sigma} = 0.9398$	0.394	0.369
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.05245$ $\hat{\sigma} = 0.9407$	0.405	0.347
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04915$ $\hat{\sigma} = 0.9432$	0.441	0.285
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04337$ $\hat{\sigma} = 0.9452$	0.455	0.263
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04412$ $\hat{\sigma} = 0.9479$	0.449	0.273
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04946$ $\hat{\sigma} = 0.9516$	0.420	0.320

ตารางที่ 161 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04093$ $\hat{\sigma} = 1.029$	0.252	0.730
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04019$ $\hat{\sigma} = 0.9572$	0.229	0.804
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04998$ $\hat{\sigma} = 0.9746$	0.223	0.822
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.05562$ $\hat{\sigma} = 0.9756$	0.232	0.796
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04542$ $\hat{\sigma} = 0.9886$	0.236	0.783
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02085$ $\hat{\sigma} = 1.015$	0.247	0.747
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02525$ $\hat{\sigma} = 1.014$	0.270	0.669
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02155$ $\hat{\sigma} = 1.0178$	0.262	0.697
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01861$ $\hat{\sigma} = 1.022$	0.252	0.731
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02215$ $\hat{\sigma} = 1.027$	0.263	0.693
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02389$ $\hat{\sigma} = 1.031$	0.279	0.640
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03005$ $\hat{\sigma} = 1.036$	0.292	0.600

ตารางที่ 162 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02998$ $\hat{\sigma} = 1.029$	0.310	0.549
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01963$ $\hat{\sigma} = 0.9578$	0.316	0.537
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.00783$ $\hat{\sigma} = 0.9673$	0.313	0.543
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.00198$ $\hat{\sigma} = 0.9625$	0.309	0.551
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01066$ $\hat{\sigma} = 0.9743$	0.326	0.517
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02416$ $\hat{\sigma} = 0.9553$	0.365	0.431
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04389$ $\hat{\sigma} = 0.9727$	0.399	0.359
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03687$ $\hat{\sigma} = 0.9701$	0.405	0.347
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04028$ $\hat{\sigma} = 1.004$	0.366	0.429
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03643$ $\hat{\sigma} = 1.008$	0.366	0.428
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03206$ $\hat{\sigma} = 0.9972$	0.379	0.399
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03303$ $\hat{\sigma} = 0.9799$	0.392	0.373

ตารางที่ 163 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.01880$ $\hat{\sigma} = 0.9704$	0.167	0.936
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.00828$ $\hat{\sigma} = 0.9978$	0.148	0.964
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.00554$ $\hat{\sigma} = 0.9963$	0.143	0.969
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01637$ $\hat{\sigma} = 0.9977$	0.159	0.948
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01884$ $\hat{\sigma} = 0.9966$	0.168	0.935
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.0144$ $\hat{\sigma} = 0.9982$	0.151	0.960
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01012$ $\hat{\sigma} = 0.9997$	0.142	0.971
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.01311$ $\hat{\sigma} = 0.9923$	0.138	0.975
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.006272$ $\hat{\sigma} = 0.9970$	0.140	0.973
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.00532$ $\hat{\sigma} = 1.003$	0.137	0.977
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.004352$ $\hat{\sigma} = 1.002$	0.143	0.970
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.002365$ $\hat{\sigma} = 1.003$	0.133	0.980

ตารางที่ 164 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.002257$ $\hat{\sigma} = 1.003$	0.126	0.985
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01125$ $\hat{\sigma} = 1.003$	0.141	0.973
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02011$ $\hat{\sigma} = 1.004$	0.162	0.944
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02027$ $\hat{\sigma} = 0.9985$	0.180	0.914
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.04952$ $\hat{\sigma} = 0.9637$	0.197	0.886
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.05202$ $\hat{\sigma} = 0.91355$	0.186	0.904
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.0449$ $\hat{\sigma} = 0.9824$	0.178	0.918
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.03009$ $\hat{\sigma} = 0.9734$	0.186	0.903
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.009304$ $\hat{\sigma} = 1.054$	0.178	0.917
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.04204$ $\hat{\sigma} = 0.9773$	0.163	0.943
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.007908$ $\hat{\sigma} = 1.056$	0.161	0.945
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.006284$ $\hat{\sigma} = 1.046$	0.155	0.955

ตารางที่ 165 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.001778$ $\hat{\sigma} = 0.9743$	0.341	0.488
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.0165$ $\hat{\sigma} = 0.9461$	0.330	0.510
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.07678$ $\hat{\sigma} = 0.8745$	0.284	0.623
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.01566$ $\hat{\sigma} = 0.9874$	0.262	0.697
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.02957$ $\hat{\sigma} = 0.9209$	0.249	0.741
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.009511$ $\hat{\sigma} = 0.9884$	0.383	0.390
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.02888$ $\hat{\sigma} = 0.8932$	0.278	0.643
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.03793$ $\hat{\sigma} = 0.8852$	0.357	0.450
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.01301$ $\hat{\sigma} = 0.8943$	0.277	0.648
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.01511$ $\hat{\sigma} = 0.9322$	0.313	0.542
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.01098$ $\hat{\sigma} = 0.9297$	0.312	0.544
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.005272$ $\hat{\sigma} = 0.9411$	0.292	0.598

ตารางที่ 166 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

ถึงเดือน	การแจกแจง	ค่าประมาณ พารามิเตอร์	<i>AD</i>	ค่า <i>p-value</i>
มกราคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.0006105$ $\hat{\sigma} = 0.9564$	0.291	0.603
กุมภาพันธ์	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04116$ $\hat{\sigma} = 0.9629$	0.231	0.799
มีนาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.003694$ $\hat{\sigma} = 0.9345$	0.299	0.580
เมษายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03709$ $\hat{\sigma} = 0.9030$	0.494	0.211
พฤษภาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03467$ $\hat{\sigma} = 0.8998$	0.468	0.245
มิถุนายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.03573$ $\hat{\sigma} = 0.9214$	0.436	0.292
กรกฎาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = 0.02028$ $\hat{\sigma} = 0.8992$	0.381	0.395
สิงหาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.04682$ $\hat{\sigma} = 0.9252$	0.566	0.139
กันยายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.08823$ $\hat{\sigma} = 1.016$	0.572	0.135
ตุลาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.01579$ $\hat{\sigma} = 0.8933$	0.473	0.239
พฤศจิกายน	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02322$ $\hat{\sigma} = 0.9774$	0.381	0.396
ธันวาคม	ปรกติ (การแปลงจอห์นสัน)	$\hat{\mu} = -0.02221$ $\hat{\sigma} = 0.9979$	0.413	0.333

ภาคผนวก ค

ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

ตารางที่ 167 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม
พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,2)(0,1,2)₁₂

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	*	41.986	58.710	105.673	72.505	87.493	140.599
กุมภาพันธ์	*	31.244	51.232	102.325	53.700	41.907	101.492
มีนาคม	*	23.328	75.926	141.259	85.222	47.586	116.858
เมษายน	*	70.021	74.761	125.745	141.985	95.346	124.754
พฤษภาคม	*	212.251	184.758	202.637	258.763	211.861	289.247
มิถุนายน	*	343.538	301.144	293.137	328.005	198.121	232.857
กรกฎาคม	*	416.205	319.312	310.016	189.527	116.812	261.817
สิงหาคม	*	395.839	131.554	378.530	159.944	243.535	206.852
กันยายน	*	323.443	98.880	394.019	152.953	205.545	280.763
ตุลาคม	*	213.366	119.987	122.329	148.645	159.537	140.743
พฤศจิกายน	*	214.374	146.077	-98.521	72.187	204.612	95.916
ธันวาคม	*	100.568	107.250	2.591	71.823	152.505	69.987

ตารางที่ 168 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม
พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,2)(1,0,2)₁₂

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	14.112	23.106	0.674	28.407	20.796	22.177	34.347
กุมภาพันธ์	23.547	34.602	15.622	37.715	25.697	35.347	62.733
มีนาคม	40.760	76.413	33.112	88.598	26.877	46.665	50.160
เมษายน	68.441	109.398	43.716	124.234	40.970	79.877	88.983
พฤษภาคม	125.914	194.764	145.716	293.641	100.805	170.442	237.245
มิถุนายน	187.811	235.834	112.605	397.751	165.133	261.496	254.897
กรกฎาคม	135.678	212.685	66.966	410.756	120.464	245.144	257.887
สิงหาคม	164.848	148.646	75.732	348.640	130.140	159.652	181.181
กันยายน	89.316	92.903	75.157	141.661	63.364	89.529	130.209
ตุลาคม	38.383	21.129	33.573	76.837	31.973	38.173	64.915
พฤศจิกายน	70.543	29.368	42.659	79.863	50.413	58.293	60.329
ธันวาคม	48.016	25.243	40.485	18.724	30.435	54.477	42.389

ตารางที่ 169 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม
พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,2)(0,0,3)₁₂

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	6.043	27.625	77.229	32.799	50.304	45.432	175.826
กุมภาพันธ์	12.067	62.461	21.696	65.112	38.334	62.213	157.141
มีนาคม	17.291	46.819	35.957	81.005	46.508	60.058	126.454
เมษายน	11.853	94.223	70.910	98.632	70.739	62.888	148.409
พฤษภาคม	96.115	237.045	149.391	161.515	96.245	124.389	146.624
มิถุนายน	203.681	395.725	225.644	196.524	190.608	195.344	228.256
กรกฎาคม	215.582	405.754	114.297	331.128	235.457	366.429	292.913
สิงหาคม	236.455	263.882	76.161	412.059	177.678	326.343	239.467
กันยายน	97.736	137.462	44.363	247.727	152.481	273.359	119.875
ตุลาคม	107.023	109.587	74.691	157.865	98.992	98.500	156.756
พฤศจิกายน	94.679	78.606	89.380	93.041	121.523	181.435	142.342
ธันวาคม	54.724	54.849	49.455	103.542	102.200	233.579	58.401

ตารางที่ 170 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม
พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ด้วยตัวแบบเชิงฤดูกาล
ARIMA(1,0,0)(2,1,2)₁₂

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	*	15.8581	0.8917	14.518	12.8008	16.9412	24.748
กุมภาพันธ์	*	21.0822	6.6785	14.884	14.5705	7.8064	15.354
มีนาคม	*	47.0416	9.7533	27.695	22.1145	9.2871	41.203
เมษายน	*	38.7689	7.9390	62.308	37.7483	29.4459	100.399
พฤษภาคม	*	85.2977	27.2101	72.536	95.4265	52.7344	113.375
มิถุนายน	*	90.1674	11.5950	92.219	94.2131	56.8051	132.825
กรกฎาคม	*	14.7750	-4.4380	115.083	68.7827	70.3213	139.494
สิงหาคม	*	25.0357	17.8173	94.140	31.8491	36.9444	74.339
กันยายน	*	16.3323	13.6053	52.305	25.0574	41.0998	48.252
ตุลาคม	*	26.4646	21.9273	31.949	23.1248	34.0743	8.770
พฤศจิกายน	*	5.4803	2.3879	22.870	21.1309	18.3674	14.878
ธันวาคม	*	16.1001	19.4365	9.706	15.2000	24.5271	12.482

ภาคผนวก ง

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สาธารณสุข เขต 9

ตารางที่ 171 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	4	11	66	133	94	77	144
กุมภาพันธ์	-	8	46	135	76	53	119
มีนาคม	7	25	60	140	131	77	121
เมษายน	7	51	86	142	168	102	155
พฤษภาคม	14	220	231	231	268	117	166
มิถุนายน	35	397	332	291	269	123	270
กรกฎาคม	62	427	223	402	224	182	202
สิงหาคม	23	410	147	457	141	211	313
กันยายน	13	345	158	319	155	240	251
ตุลาคม	13	264	166	30	110	226	165
พฤศจิกายน	4	206	170	-	132	235	118
ธันวาคม	2	70	110	-	75	160	57

ตารางที่ 172 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	13	28	9	28	28	25	62
กุมภาพันธ์	12	39	4	60	16	31	36
มีนาคม	24	78	4	92	21	33	64
เมษายน	70	106	37	149	28	76	105
พฤษภาคม	149	227	54	352	149	176	184
มิถุนายน	220	255	74	487	160	274	281
กรกฎาคม	143	184	75	456	138	245	273
สิงหาคม	146	134	85	255	115	143	192
กันยายน	74	84	65	172	53	81	119
ตุลาคม	72	33	47	85	42	65	81
พฤศจิกายน	73	34	48	53	53	69	60
ธันวาคม	38	6	40	33	28	45	19

ตารางที่ 173 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	18	63	46	62	58	72	205
กุมภาพันธ์	18	49	30	65	36	56	143
มีนาคม	10	77	37	85	57	67	144
เมษายน	23	129	60	109	81	112	124
พฤษภาคม	122	305	132	143	147	156	153
มิถุนายน	269	477	160	293	198	275	235
กรกฎาคม	259	371	134	431	233	367	278
สิงหาคม	192	251	76	353	187	336	223
กันยายน	117	123	73	259	148	199	163
ตุลาคม	102	97	85	139	127	178	117
พฤศจิกายน	93	88	79	125	130	249	117
ธันวาคม	44	70	42	70	76	210	53

ตารางที่ 174 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556

เดือน	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
มกราคม	13	16	2	16	28	25	25
กุมภาพันธ์	13	19	6	12	16	31	20
มีนาคม	28	32	12	28	21	33	67
เมษายน	21	60	21	56	28	76	80
พฤษภาคม	17	93	40	87	149	176	114
มิถุนายน	28	74	32	119	160	274	169
กรกฎาคม	10	44	24	137	138	245	111
สิงหาคม	15	36	13	86	115	143	53
กันยายน	10	25	10	53	53	81	28
ตุลาคม	27	16	13	31	42	65	15
พฤศจิกายน	7	9	13	25	53	69	15
ธันวาคม	16	8	10	16	28	45	9