



รายงานวิจัย

ตัวแบบอนุกรมเวลาในการพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออก  
จังหวัดนครศรีธรรมราช

Time Series Model in Forecasting Dengue Haemorrhagic  
Fever Disease in Nakhon Si Thammarat

ศุภวรรณ พรหมเพรา

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัย (เงินรายได้)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ชื่อโครงการ ตัวแบบอนุกรมเวลาในการพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช  
แหล่งทุน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช (งบรายได้) ประจำปีงบประมาณ 2556  
ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ ปี 2556 ถึง ปี 2558  
ชื่อ-สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวรรณ พรหมเพรา  
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดนครศรีธรรมราช การวิเคราะห์อนุกรมเวลาตัวแปรเดียวถูกใช้ในการสร้างตัวแบบและพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ปี พ.ศ. 2558 ของจังหวัดนครศรีธรรมราชตัวแบบอาร์มาถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึง ธันวาคม 2557 และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบด้วยข้อมูลสัปดาห์ที่ 1-9 ของเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2558 เทคนิควิธีการวิเคราะห์แบบบอซซ์-เจนกินส์สำหรับตัวแบบอาร์มาถูกใช้เพื่อสร้างตัวแบบ ซึ่งมีกระบวนการที่ประกอบด้วยการระบุตัวแบบเบื้องต้น การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบและการตรวจสอบตัวแบบด้วยข้อมูลอนุกรมเวลา แล้วทำการพยากรณ์ด้วยตัวแบบที่พัฒนาขึ้นพบว่า ตัวแบบ ARIMA(2,0,0) หรือ AR(2) เป็นตัวแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมกับข้อมูลผู้ป่วยรายสัปดาห์ของจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยโค้งของการพยากรณ์แนบชิดกับข้อมูลจริงที่ทำการตรวจสอบ

คำสำคัญ: ตัวแบบอนุกรมเวลา บอซซ์-เจนกินส์ การพยากรณ์ โรคไข้เลือดออก

**Research Title:** Time Series Model in Forecasting Dengue Haemorrhagic Fever Disease in Nakhon Si Thammarat  
**Researcher:** Assistant Professor Suppawan Promprao  
**Faculty:** Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

### ABSTRACT

This study aimed to identify time series models for forecasting the Dengue Haemorrhagic Fever (DHF) patients in Nakhon Si Thammarat. A univariate time series analysis method has been used to model and forecast the weekly Dengue Haemorrhagic Fever (DHF) in Nakhon Si Thammarat. Autoregressive integrated moving average (ARIMA) models were developed on the DHF patients' data from January 2012 to December 2014 and then validated the models using the data collected between January-February 2015 (week 1-9). The Box-Jenkins Methodology for ARIMA Models were used to develop the model. It referred to a set of procedures for identifying, fitting and checking ARIMA models with time series data. Forecasts follow directly from the form of fitted model. The results showed that  $ARIMA(2,0,0) = AR(2)$  was fitted well for weekly DHF patients data. The regressive forecast curves were consistent with the pattern of actual values.

**Keyword:** Time Series Model, Box-Jenkins, Forecasting, Dengue Haemorrhagic Fever

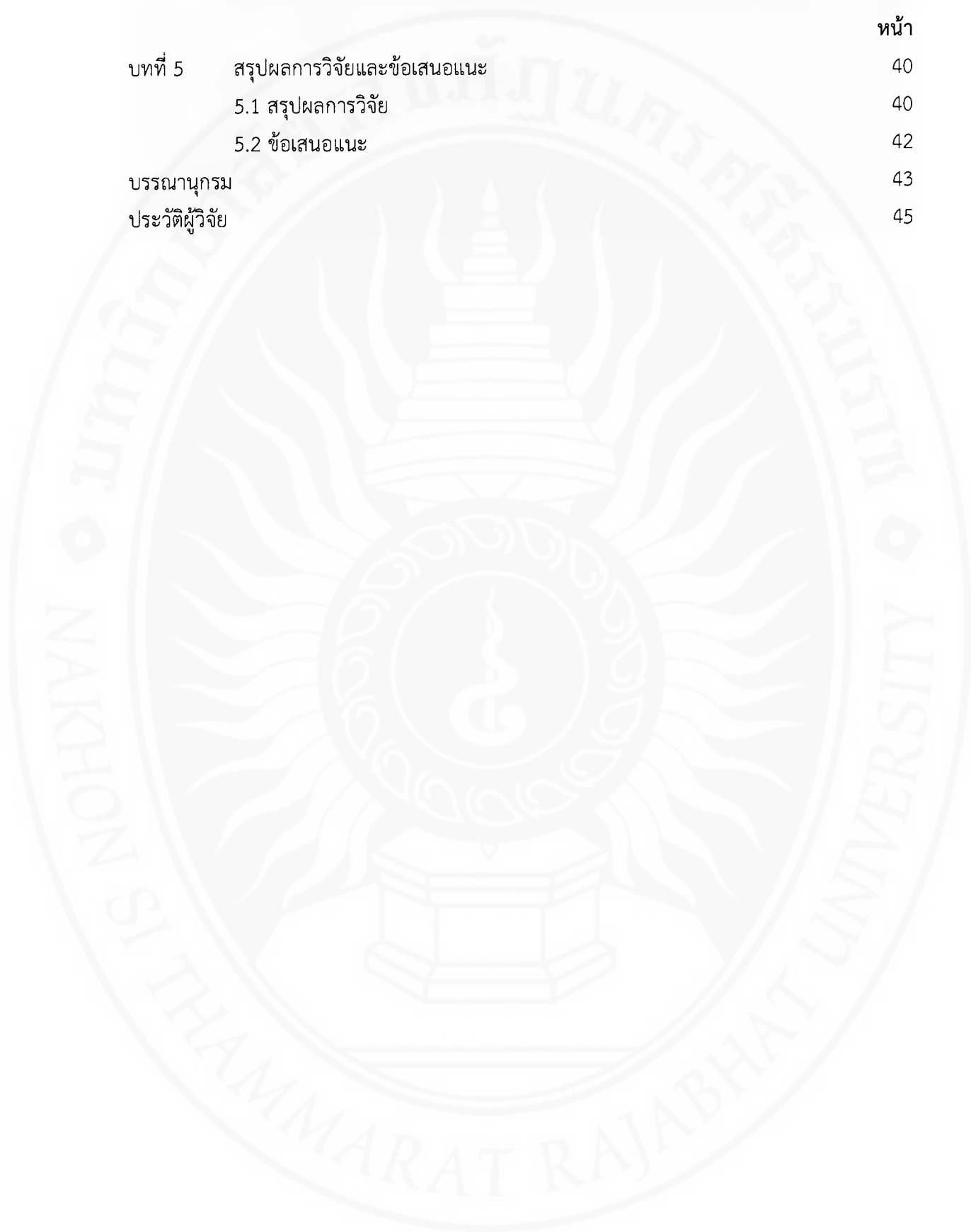
## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมืออย่างดียิ่งจากบุคลากรหลายท่านและหลายหน่วยงาน ผู้วิจัยขอขอบคุณงานระบาดวิทยา กลุ่มงานควบคุมโรคติดต่อ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด นครศรีธรรมราช ที่สนับสนุนข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราชที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.3 สมมติฐานการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.7 นิยามศัพท์	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ความหมายและส่วนประกอบของอนุกรมเวลา	8
2.2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์	10
2.3 ตัวแบบ ARMA (p,d)	13
2.4 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์	16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 ขั้นตอนการศึกษา	22
3.2 สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	26
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	27
4.1 การกำหนดตัวแบบ	27
4.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์	31
4.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ	34
4.4 การพยากรณ์	37

บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	40
	5.1 สรุปผลการวิจัย	40
	5.2 ข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม		43
ประวัติผู้วิจัย		45



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แนวโน้มผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2527-2556	2
1.2 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ปี พ.ศ. 2550-2555	2
1.3 อัตราป่วยโรคไข้เลือดออกสะสมต่อแสนประชากร สัปดาห์ที่ 1-40 ของปี พ.ศ. 2555	3
1.4 ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2556 เปรียบเทียบ 5 ปีย้อนหลัง	4
2.1 ตัวอย่างกราฟแสดงค่าแนวโน้ม	9
2.2 ตัวอย่างกราฟแสดงการผันแปรตามฤดูกาล	9
2.3 ตัวอย่างกราฟแสดงการผันแปรตามวัฏจักร	10
2.4 ตัวอย่างกราฟแสดงค่า $r_k$ ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รายสัปดาห์ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว	11
2.5 ตัวอย่างกราฟแสดงค่า $r_k$ ของข้อมูลการผลิตเหล็กรายเดือนลักษณะลดลงอย่างช้า	12
3.1 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบอนุกรมเวลา	22
4.1 การเคลื่อนไหวของข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557	27
4.2 คอเรโลแกรมของ $r_k$ ของข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557	30
4.3 คอเรโลแกรมของ $r_{kk}$ ของข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557	30
4.4 คอเรโลแกรมของ $r_k$ และ $r_{kk}$ ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ด้วยตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0)	35
4.5 การกระจายของความคลาดเคลื่อน	36
4.6 กราฟ P-P Plot ของความคลาดเคลื่อน	37
4.7 การเคลื่อนไหวของข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดนครศรีธรรมราช ค่าจริงกับค่าพยากรณ์ และช่วงความเชื่อมั่นขนาด 95%	38

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	อัตราป่วยสะสมของโรคไข้เลือดออก ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม – 31 ธันวาคม 2557 พบ จังหวัดที่มีอัตราป่วยสะสมสูงสุด 10 อันดับแรก	5
1.2	อัตราป่วยสะสมของโรคไข้เลือดออก ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 – 6 มกราคม 2554 พบจังหวัดที่มีอัตราป่วยสะสมสูงสุด 10 อันดับแรก	5
3.1	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รายสัปดาห์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2555-2558	23
4.1	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของอนุกรมเวลาผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัด นครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557	28
4.2	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยโรค ไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557	29
4.3	ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าBIC และค่าสถิติ Ljung-Box Qของตัวแบบเบื้องต้นที่ระบุ	31
4.4	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสม	32
4.5	ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์โดยวิธี บอกรีต-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสม	33
4.6	ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน	34
4.7	การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก สัปดาห์ที่ 157-170	38
		46



## บทที่ 1

### บทนำ

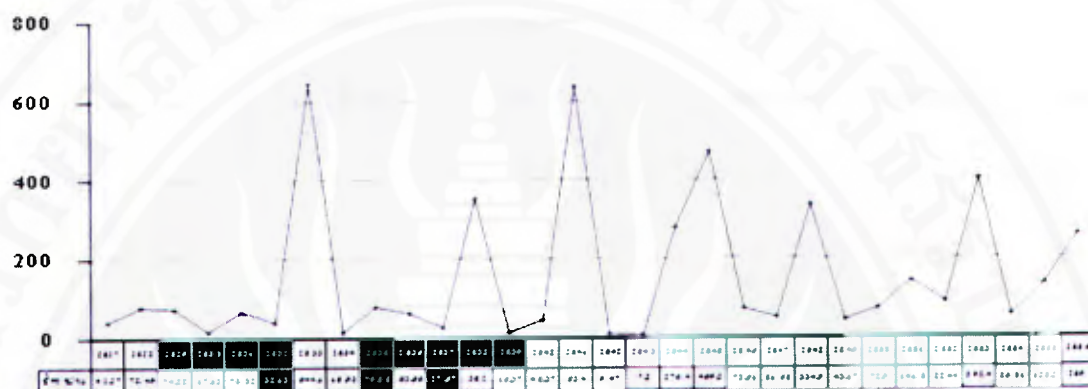
โรคไข้เลือดออกเป็นโรคที่เป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศไทยและทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อนชื้น ก่อให้เกิดความกังวลต่อผู้ปกครองเวลาเด็กมีไข้ โรคนี้ระบาดในฤดูฝน ยุ้งลายที่เป็นพาหะนำโรคชอบออกหากินในเวลากลางวันตามบ้านเรือน และโรงเรียน ชอบวางไข่ตามภาชนะที่มีน้ำขัง การรักษาโรคปัจจุบันเป็นเพียงประคับประคองโดยการเฝ้าระวังภาวะช็อค เลือดออกและอาการแทรกซ้อน ผู้ป่วยที่ติดเชื้อไข้เลือดออกอาจจะไม่มีอาการ หรือมีอาการเพียงเล็กน้อย หรืออาจจะเกิดอาการรุนแรงจนเสียชีวิต ความรุนแรงของการติดเชื้อขึ้นกับอายุ ภาวะภูมิคุ้มกัน และความรุนแรงของเชื้อ ประเทศไทยเริ่มพบโรคไข้เลือดออกประปราย ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2492 และมีการระบาดใหญ่ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2501 ในเขตกรุงเทพ-ธนบุรี ปัจจุบันโรคไข้เลือดออกยังไม่มียารักษาเป็นการเฉพาะ การได้รับทราบข้อมูลจำนวนผู้ป่วยจากการพยากรณ์ในอนาคตจะเป็นแนวทางที่สำคัญแนวทางหนึ่งในการยับยั้งการระบาดของโรคและเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนการป้องกันและควบคุมการเกิดโรคซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในปัจจุบันนี้

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

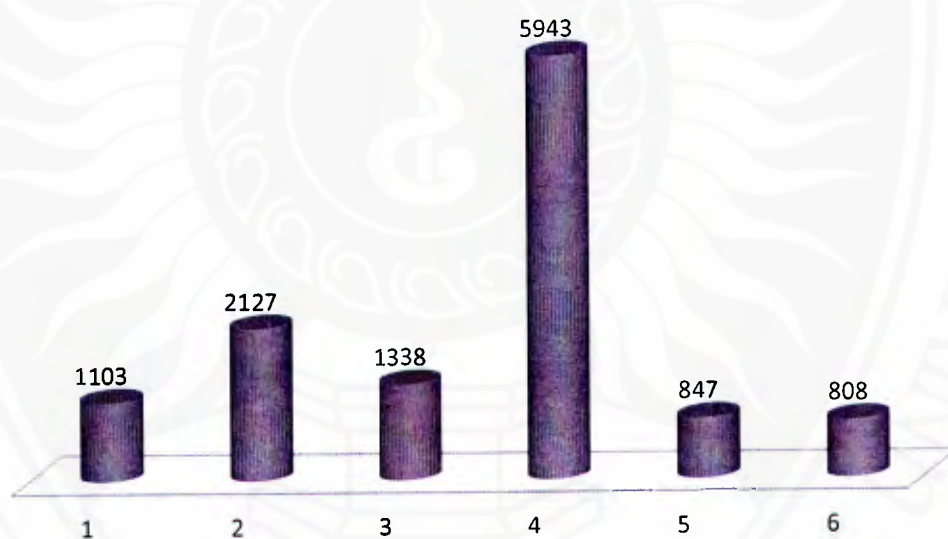
โรคไข้เลือดออกหรือโรคไข้เลือดออกเดงกี เป็นโรคติดเชื้อไวรัสเดงกีที่มียุ้งลายเป็นพาหะนำโรค โรคนี้ได้กลายเป็นปัญหาสาธารณสุขในหลายประเทศทั่วโลก เนื่องจากโรคได้แพร่กระจายอย่างกว้างขวางและจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นอย่างมากใน 30 ปีที่ผ่านมา มากกว่า 100 ประเทศที่โรคนี้กลายเป็นโรคประจำถิ่น และยังคงคุกคามต่อสุขภาพของประชากรโลกมากกว่าร้อยละ 40 (2,500 ล้านคน) การระบาดใหญ่เกิดขึ้นครั้งแรกที่ประเทศฟิลิปปินส์ เมื่อปี พ.ศ. 2497 ปัจจุบันพบไข้เลือดออกทั้งในประเทศเขตร้อนและเขตอบอุ่น (subtropical) ในทวีปแอฟริกา ทวีปอเมริกา ประเทศในแถบเมดิเตอร์เรเนียนตะวันออก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และแปซิฟิก (Gubler, 1997) การระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501-2545 มีแนวโน้มสูงขึ้น และมีการระบาดหลายลักษณะ เช่น ระบาดปีเว้นปี ปีเว้น 2 ปี หรือระบาดติดต่อกัน 2 ปี แล้วเว้น 1 ปี แต่ในระยะ 15 ปีย้อนหลัง ลักษณะการระบาดมีแนวโน้มระบาด 2 ปี เว้น 2 ปี ส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะอยู่ในกลุ่มอายุ 0-14 ปี อัตราป่วยสูงสุดในกลุ่มอายุ 5-9 ปี อัตราส่วนผู้ป่วยเพศหญิงต่อเพศชายใกล้เคียงกัน พบผู้ป่วยได้ตลอดทั้งปี แต่จะพบมากในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีรายงานผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตจากโรคไข้เลือดออกอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2527 (ภาพที่ 1.1) โดยในช่วงเวลา 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึงสัปดาห์ที่ 41 เดือนตุลาคม 2555 มีรายงานจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นสูงสุด ในปี 2553 แล้วค่อย ๆ ลดลง (ภาพที่ 1.2) แต่ข้อมูลอัตราป่วยสะสมรายสัปดาห์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงปัจจุบัน ณ สัปดาห์ที่ 40 ของปี พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 1.3)

แนวโน้มอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช  
ปี 2527-2556 (ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2556)

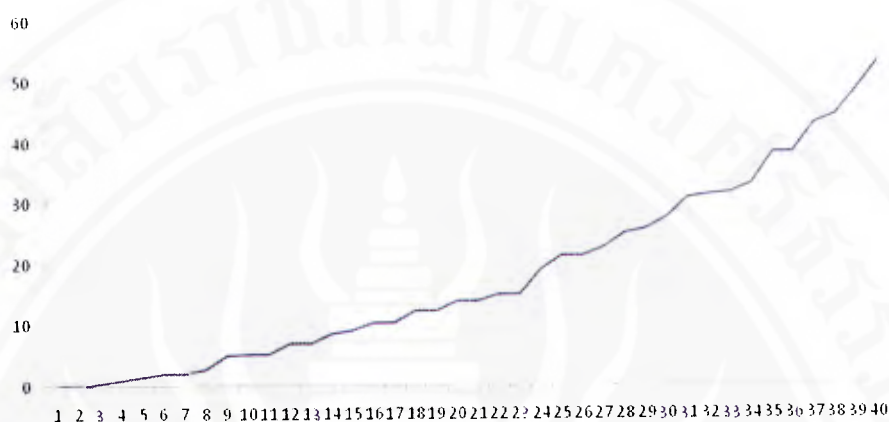


ภาพที่ 1.1 แนวโน้มผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2527-2556  
ที่มา : งานระบาดวิทยา กลุ่มงานควบคุมโรคติดต่อ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 1.2 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ปี พ.ศ. 2550 -2555  
ที่มา : สำนักโรคติดต่อภายในโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

อัตราป่วยสะสมต่อแสนประชากร สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 40 ของปี พ.ศ. 2555

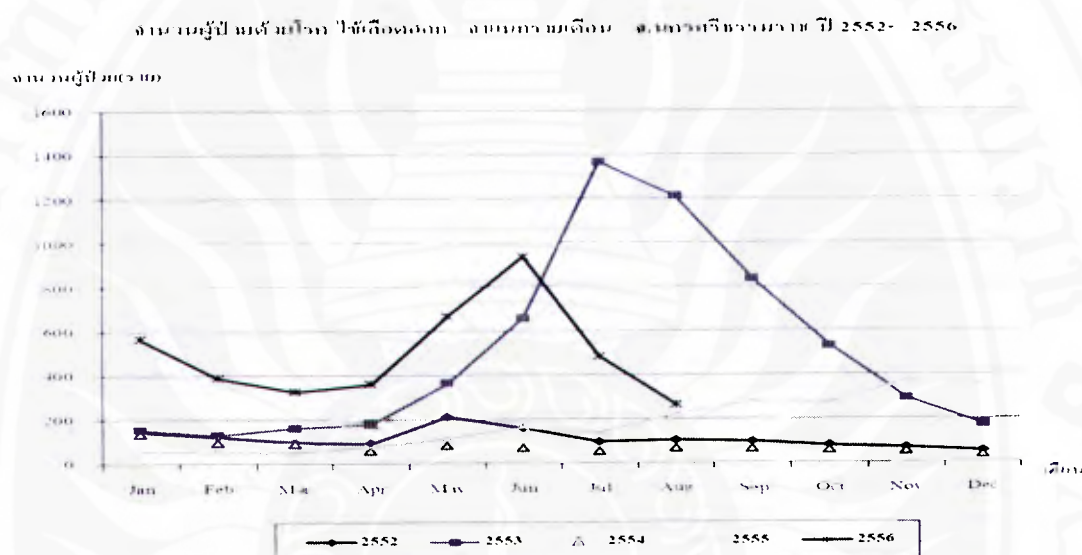


ภาพที่ 1.3 อัตราป่วยโรคไข้เลือดออกสะสมต่อแสนประชากร สัปดาห์ที่ 1-40 ของปี พ.ศ. 2555  
ที่มา : สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

นอกจากนี้งานระบาดวิทยา กลุ่มงานควบคุมโรคติดต่อ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด นครศรีธรรมราช ได้รายงานสถานการณ์โรคจากการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาที่มีความสำคัญ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม – 30 กันยายน 2555 โรคไข้เลือดออกเป็นโรคจากการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา ลำดับที่ 6 จาก 10 ลำดับแรก โดยพบผู้ป่วย 754 ราย อัตราป่วยต่อแสนประชากร 49.69 ผู้ป่วยตาย 2 ราย อัตราตายต่อแสนประชากร 0.13 และอัตราป่วยตาย ร้อยละ 0.27 พบผู้ป่วยเพศหญิง ใกล้เคียงกับเพศชาย อัตราส่วนผู้ป่วยเพศชายต่อหญิงเป็น 1.05 ต่อ 1.00 กลุ่มอายุที่พบสูงสุด คือ กลุ่มอายุ 10-14 ปี รองลงมา คือกลุ่มอายุ 5- 9 ปี พบผู้ป่วยเป็นนักเรียนสูงที่สุด รองลงมาเป็นผู้ป่วย ในความปกครอง โดยพบผู้ป่วยสูงสุดในเดือนสิงหาคม เป็นผู้ป่วยในเขตองค์การบริหารตำบลมากกว่า เขตเทศบาล อำเภอที่มีอัตราป่วยสูงสุดคือ อำเภอทุ่งสง มีอัตราป่วย 109.90 ต่อแสนคน รองลงมาเป็น อำเภอลานสกา นบพิตำ พรหมคีรี นาบอน พระพรหม ทุ่งใหญ่ ฉวาง เมือง ท่าศาลา พิปูน ขนอม สีชล ช้างกลาง เฉลิมพระเกียรติ ร่อนพิบูลย์ เขียวใหญ่ ชะอวด หัวไทร ถ้าพรธรา จุฬาภรณ์ ปากพั่น และบางขัน ในปี 2555 จังหวัดนครศรีธรรมราช มีผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออก เสียชีวิต 2 ราย เป็น ผู้ป่วยจากอำเภอเมือง 1 ราย เสียชีวิตในเดือนสิงหาคม ส่วนอีกรายเป็นผู้ป่วยจากอำเภอทุ่งสง เสียชีวิตในเดือนพฤษภาคม นอกจากนี้ ยังมีรายงานผู้ป่วยโรคติดต่ออุบัติใหม่ (อุบัติ) ได้แก่ โรคชิคุน กุนยา มีผู้ป่วย 23 ราย โรคมาลาเรีย มีผู้ป่วย 25 ราย ผู้ป่วยตาย 1 ราย โรคเท้าช้างเป็นอีกโรคที่มีการเฝ้าระวัง แต่ไม่พบผู้ป่วยในช่วงนี้

ในปี 2556 นับตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 สิงหาคม 2556 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด นครศรีธรรมราช ได้รับรายงานผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกทุกชนิด (DF, DHF, DSS) จำนวนทั้งสิ้น 3,982 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 259.43 ต่อแสนประชากร มีรายงานผู้เสียชีวิต 4 ราย เป็นผู้ป่วยในอำเภอ

ท่าศาลา สิชล เมือง และพิปูน อัตราตายต่อแสนประชากรเท่ากับ 0.26 อัตราป่วยตายร้อยละ 0.10 ยังคงพบผู้ป่วยเพศหญิงและเพศชายใกล้เคียงกัน กลุ่มอายุ 10-14 ปี และอาชีพนักเรียน ยังเป็นกลุ่มที่พบผู้ป่วยสูงสุดกลุ่มเดียวกับปี 2555 โดยพบผู้ป่วยในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลมากกว่าในเขตเทศบาล และพบผู้ป่วยสูงสุดในเดือนมิถุนายน โดยมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเปรียบเทียบ 5 ปีย้อนหลัง ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ.2556 เปรียบเทียบ 5 ปีย้อนหลัง  
ที่มา : งานระบาดวิทยา กลุ่มงานควบคุมโรคติดต่อ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช

ในปี 2557 จังหวัดนครศรีธรรมราชต้องประสบปัญหาวิกฤตอีกครั้งเมื่อมีรายงานผู้ป่วยเสียชีวิตสูงสุดในประเทศไทยจำนวน 6 ราย (ตารางที่ 1.1) และอัตราป่วยสะสมในช่วง 4 สัปดาห์ตั้งแต่วันที่ 23 มกราคม – 20 ธันวาคม 2557 เป็นลำดับที่ 8 จาก 10 จังหวัด โดยมีจำนวนป่วยในช่วงนี้ถึง 179 ราย เป็นที่ 2 รองจากกรุงเทพมหานคร หลังจากที่พบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเสียชีวิตสูงสุดในประเทศไทยมาแล้วในปี 2553 ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 อัตราป่วยสะสมของโรคไข้เลือดออก ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม - 31 ธันวาคม 2557 พบ จังหวัดที่มีอัตราป่วยสะสมสูงสุด 10 อันดับแรก

จังหวัด	ป่วย (ราย)	ตาย (ราย)	อัตราป่วย (ต่อแสนประชากร)	อัตราตาย (ต่อแสนประชากร)	อัตราป่วยตาย (ร้อยละ)
แม่ฮ่องสอน	594	1	242.00	0.41	0.17
กระบี่	995	0	222.13	0.00	0.00
ปัตตานี	1417	1	209.86	0.15	0.07
จันทบุรี	1080	1	206.49	0.19	0.09
นครศรีธรรมราช	3063	6	199.11	0.39	0.20
ภูเก็ต	714	1	195.50	0.27	0.14
พัทลุง	729	1	141.21	0.19	0.14
นราธิวาส	1050	0	137.84	0.00	0.00
ระยอง	820	1	125.14	0.15	0.12
เพชรบุรี	579	0	123.20	0.00	0.00

ที่มา : กลุ่มระบาดวิทยา สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

ตารางที่ 1.2 อัตราป่วยสะสมของโรคไข้เลือดออก ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 - 6 มกราคม 2554 พบจังหวัดที่มีอัตราป่วยสะสมสูงสุด 10 อันดับแรก

จังหวัด	ป่วย (ราย)	ตาย (ราย)	อัตราป่วย (ต่อแสนประชากร)	อัตราตาย (ต่อแสนประชากร)	อัตราป่วยตาย (ร้อยละ)
ปัตตานี	3186	11	491.95	1.70	0.35
สงขลา	6048	13	450.02	0.97	0.21
จันทบุรี	2205	0	431.30	0.00	0.00
นราธิวาส	3124	5	429.08	0.69	0.16
พัทลุง	2050	3	403.72	0.59	0.15
เชียงใหม่	6538	3	400.48	0.18	0.05
ตาก	2079	9	400.07	1.73	0.43
นครศรีธรรมราช	5870	18	387.08	1.19	0.31
กระบี่	1599	6	374.86	1.41	0.38
สตูล	1062	2	362.33	0.68	0.19

ที่มา : กลุ่มระบาดวิทยา สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

จากสถานการณ์ดังกล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า จังหวัดนครศรีธรรมราช พบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกอย่างต่อเนื่องทุกปี มีจำนวนผู้ป่วยถึงขั้นเสียชีวิต กลุ่มอายุที่พบมากเป็นวัยนักเรียนระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาตอนต้น การทราบจำนวนผู้ป่วยจากการใช้เทคนิคการพยากรณ์จึงมีความจำเป็นที่จะช่วยให้หน่วยงานและ/หรือผู้เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ เอกชน ประชาชนและผู้ปกครองสามารถใช้เป็นแนวทางในการคาดการณ์โรคและการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา เพื่อนำไปสู่การวางแผนป้องกันและควบคุมการเกิดโรคไข้เลือดออก ที่มีความสำคัญยิ่ง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อกำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

1.2.2 เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ปี พ.ศ. 2558 ของจังหวัดนครศรีธรรมราช

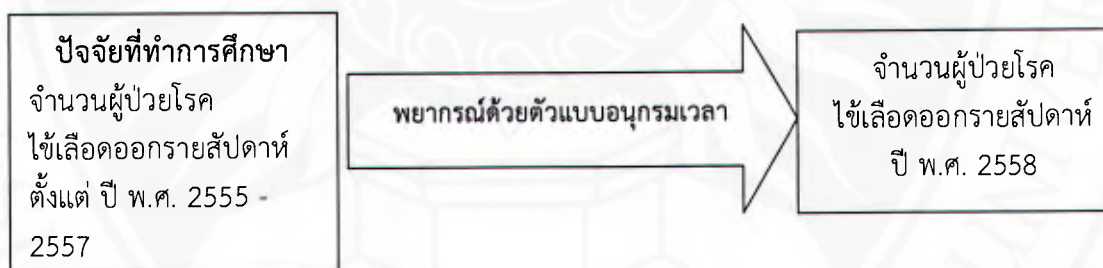
## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

สามารถใช้จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2555 – 2557 เพื่อการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในปี พ.ศ. 2558 ได้

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

กำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาด้วยข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 156 สัปดาห์ จากสัปดาห์ที่ 1 ของปี พ.ศ. 2555 ถึงสัปดาห์ที่ 52 ของปี พ.ศ. 2557

## 1.5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

1.6.2 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช/ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประกอบการวางแผนเพื่อการเฝ้าระวังการเกิดโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ได้

1.6.3 บทความวิจัยได้รับการพิจารณาให้นำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับชาติ อย่างน้อย

1 เรื่อง

## 1.7 นิยามศัพท์

ตัวแบบอนุกรมเวลา หมายถึงตัวแบบที่มีตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรที่เป็นไปตามช่วงเวลา

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นเทคนิคทางสถิติในการหารูปแบบหรือตัวแบบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เปลี่ยนไปตามเวลา ในอดีตจนถึงปัจจุบัน แล้วนำรูปแบบนั้นมาพยากรณ์ค่าของตัวแปรในอนาคต

อนุกรมเวลา (Time Series) คือ เซตของข้อมูลเชิงปริมาณที่จัดเก็บในช่วงเวลาหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ในแต่ละวันเมื่อปิดทำการซื้อขายในแต่ละวัน รายได้ประชาชาติ (GNP) รายไตรมาส รายรับในแต่ละปีของบริษัทแห่งหนึ่ง เป็นต้น

ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) คือ ชุดของข้อมูลที่เก็บรวบรวมตามระยะเวลาเป็นช่วง ๆ อย่างต่อเนื่องกัน เช่น ข้อมูลยอดขายสินค้าที่เก็บรวบรวมต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลาหลาย ๆ เดือน ข้อมูลรายได้ประชาชาติปีต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลาหลาย ๆ ปี ข้อมูลอนุกรมเวลาอาจอยู่ในลักษณะที่เป็นข้อมูลรายปี รายไตรมาส หรือรายเดือนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์

การระบาด (Epidemic) หมายถึง เหตุการณ์ที่มีจำนวนของผู้ที่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยมากผิดปกติเกินกว่าจำนวนที่เคยรวบรวมไว้เดิมในช่วงระยะเวลาเดียวกันของปีก่อน ๆ (mean+2 s.d.)

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “ตัวแบบอนุกรมเวลาในการพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช” มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช และพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ปี พ.ศ. 2558 ของจังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ ได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของอนุกรมเวลา ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา รวมทั้งงานวิจัยที่นักวิจัยได้ทำการศึกษามาก่อนแล้วที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

#### 2.1 ความหมายและส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน (decomposition method) เป็นวิธีการพยากรณ์วิธีหนึ่งที่เก่าแก่ที่สุด ผู้ที่นำวิธีนี้มาใช้คือนักเศรษฐศาสตร์ ที่พยายามจะแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็น ส่วน ๆ ซึ่งประกอบด้วย ค่าแนวโน้ม ความผันแปรตามฤดูกาล ความผันแปรตามวัฏจักร และความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ในปัจจุบันวิธีการนี้ยังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในวงการธุรกิจ

##### 2.1.1 ความหมายของอนุกรมเวลา

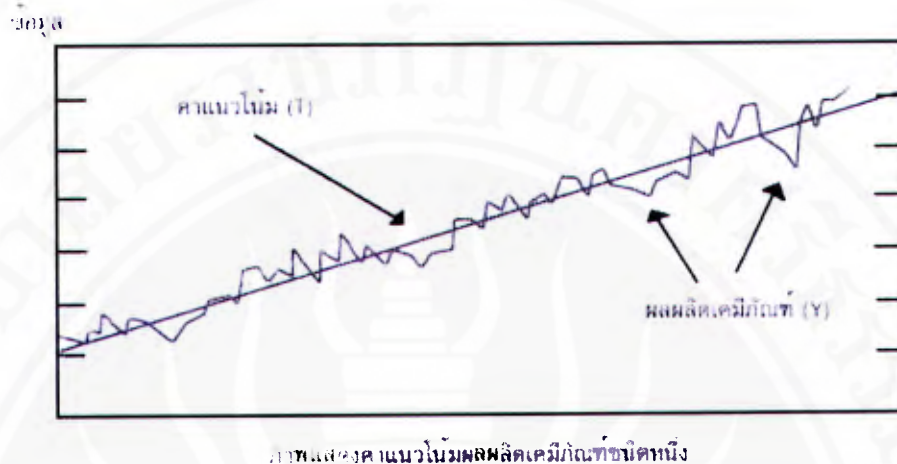
อนุกรมเวลา (time series) หมายถึงค่าข้อมูลหรือค่าสังเกตที่เก็บรวบรวมตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูลอาจห่างเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ แต่ส่วนใหญ่ช่วงเวลาระหว่างเท่ากัน โดยอาจจะเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี ก็ได้ เช่น ราคาหุ้นของธนาคารที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นรายวัน ยอดขายของห้างสรรพสินค้ารายปี จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์

##### 2.1.2 ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลามีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ แนวโน้ม (trend: T) ความผันแปรตามฤดูกาล (seasonal variation: S) ความผันแปรตามวัฏจักร (cyclical variation: C) และความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (irregular variation: I)

2.1.2.1 แนวโน้ม หมายถึงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาวว่าน่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง และลักษณะแนวโน้มนั้นน่าจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ ระยะเวลาที่จะทำให้สามารถเห็นแนวโน้มส่วนใหญ่ควรจะไมต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา การอธิบายแนวโน้มจะอธิบายจากเส้นที่เรียกว่าเส้นแนวโน้ม และค่าที่ได้จากแนวโน้มเราเรียกว่า ค่าแนวโน้ม ลักษณะเด่นของเส้นแนวโน้มคือจะต้องเรียบไม่มีการหักมุม ณ ที่ใด ๆ ของเส้นแนวโน้ม ไม่ว่าเส้นแนวโน้มนั้นจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ตาม ตัวอย่างดังภาพที่ 2.1

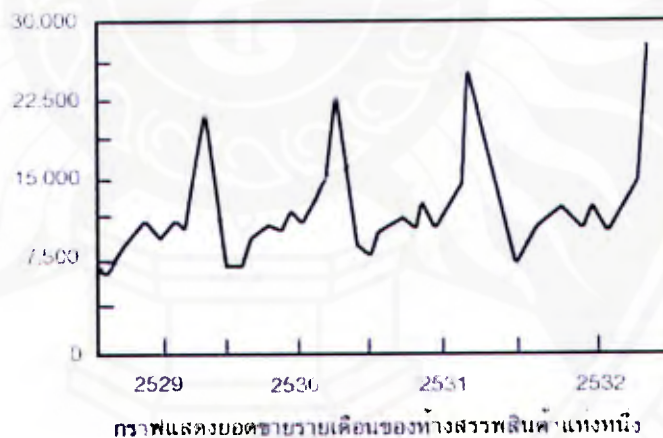




ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างกราฟแสดงค่าแนวโน้ม

ที่มา : อนุกรมเวลา <http://www.fpo.go.th/S-I/Source/ECO/ECO24.htm>

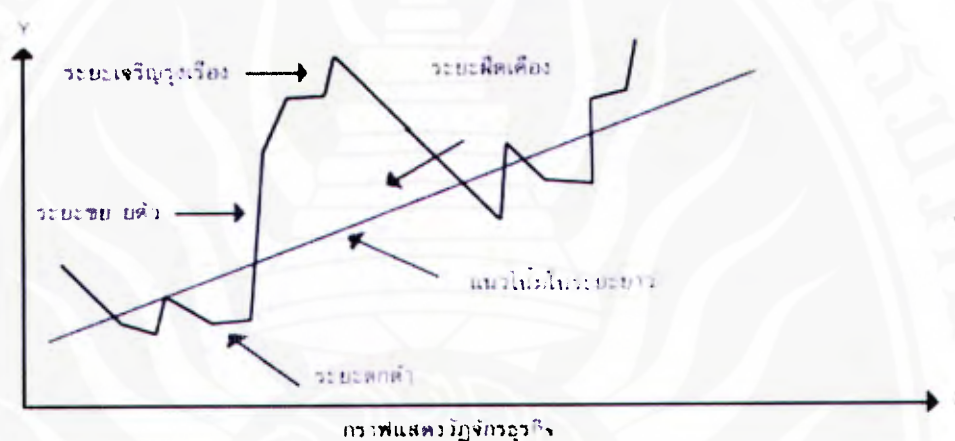
2.1.2.2 ความผันแปรตามฤดูกาล หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งจะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันในช่วงเดียวกันของแต่ละปี โดยทั่วไปช่วงเวลาของฤดูกาลหนึ่ง ๆ มักจะสั้นกว่า 1 ปี



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างกราฟแสดงการผันแปรตามฤดูกาล

ที่มา : อนุกรมเวลา <http://www.fpo.go.th/S-I/Source/ECO/ECO24.htm>

2.1.2.3 ความผันแปรตามวัฏจักร หมายถึงการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กัน คล้ายกับความผันแปรตามฤดูกาลต่างกันที่ระยะเวลาของการเคลื่อนไหวของข้อมูลจะมีระยะเวลา นานกว่า 1 ปี โดยทั่วไปความผันแปรตามวัฏจักรมักจะมีพบในวัฏจักรของธุรกิจซึ่งมีแบบแผนของ การเปลี่ยนแปลง 4 ระยะ คือ ระยะเจริญรุ่งเรือง (prosperity) ระยะถดถอยหรือชะงักงัน (recession) ระยะตกต่ำหรือหยุดอยู่กับที่ (depression) ระยะฟื้นตัว (recovery)



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างกราฟแสดงการแปรผันตามวัฏจักร

ที่มา : อนุกรมเวลา <http://www.fpo.go.th/S-I/Source/ECO/ECO24.htm>

2.1.2.4 ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ หมายถึงการเคลื่อนไหวของ ข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของเหตุการณ์ที่ ไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ล่วงหน้า

## 2.2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์-เจนกินส์

การพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ ยุ่งยากและซับซ้อนที่สุดในบรรดาวิธีการที่พยากรณ์ด้วยกัน ต้องใช้ข้อมูลและเวลาในการคำนวณ ค่อนข้างมาก แต่มีข้อดีตรงที่สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวทุกประเภทและเป็นวิธีการที่มี ความแม่นยำของการพยากรณ์ค่อนข้างสูง โดยควรมีข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีของบ็อกซ์-เจ นกินส์ อย่างน้อย 30 รายการ หรือ 30 ค่าขึ้นไป การกำหนดตัวแบบให้กับอนุกรมเวลาตามวิธีของ บ็อกซ์-เจนกินส์ จะกำหนดอยู่ในกลุ่มของตัวแบบ ARMA (p,q) (Auto Regressive and Moving Average order p and q model) หรือ ARIMA (p,d,q) (Auto Regressive Integrated Moving Average order p, d and q model) ตัวแบบ ARMA (p,q) จะเป็นตัวแบบที่ใช้กับข้อมูลอนุกรม

เวลาที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) ส่วนตัวแบบ ARIMA (p,d,q) จะเป็นตัวแบบที่ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่นิ่ง (nonstationary) ดังนั้น ตามวิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์ สามารถแบ่งข้อมูลอนุกรมเวลาออกเป็น 2 แบบ คือ อนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (stationary time series) และอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่นิ่ง (nonstationary time series)

### 2.2.1 อนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง

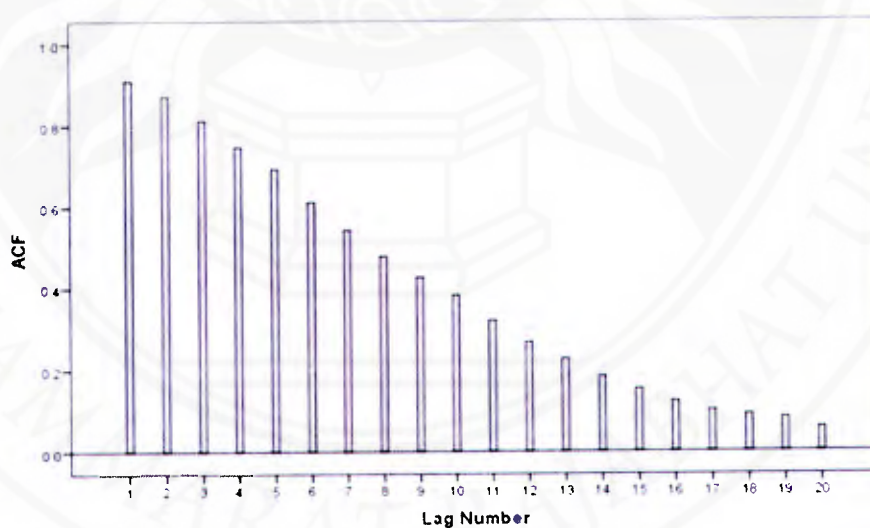
อนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกต ( $Y_t$ ) มีคุณสมบัติทางสถิติคือ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และฟังก์ชันความน่าจะเป็นของค่าสังเกต ณ เวลาต่าง ๆ กันคงที่ พิจารณาได้จากค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน กราฟ ดังนี้

2.2.1.1 ค่าเฉลี่ย  $[E(Y_t)]$  คงที่สำหรับทุก ๆ ค่าของ  $t$  พิจารณาโดยการแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น ส่วน ๆ แล้วหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาแต่ละส่วน ถ้าค่าเฉลี่ยแต่ละส่วนย่อยไม่แตกต่างกันมากนัก จะสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยคงที่

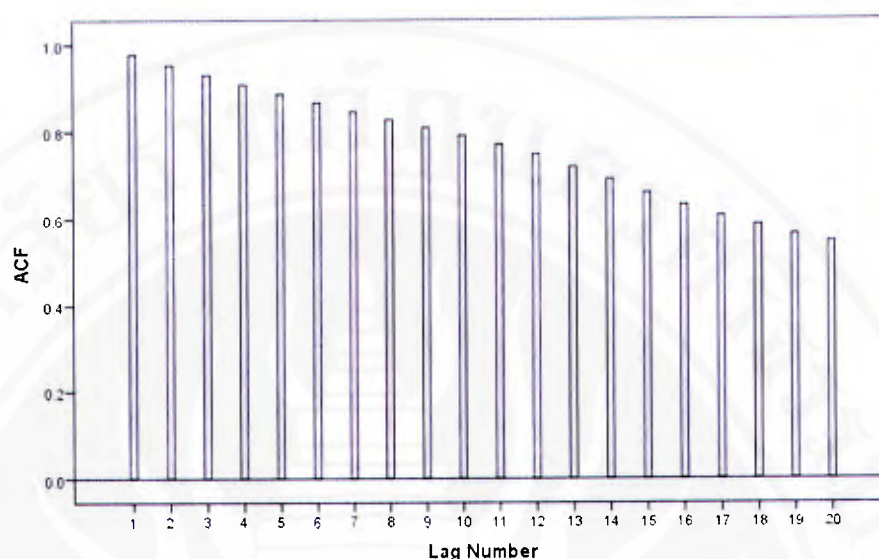
2.2.1.2 ค่าความแปรปรวน  $[V(Y_t)]$  คงที่สำหรับทุก ๆ ค่าของ  $t$  หรือไม่ จะทำได้โดยการแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น ส่วน ๆ แล้วหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอนุกรมเวลาแต่ละส่วน ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละส่วนย่อยไม่แตกต่างกันมากนัก จะสรุปได้ว่าความแปรปรวนคงที่

2.2.1.3 การพล็อตกราฟของอนุกรมเวลาแล้วดูการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ถ้าการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีแนวโน้ม และ/หรือฤดูกาล แสดงว่าอนุกรมเวลาชุดนั้นไม่นิ่ง

2.2.1.4 กราฟคอเรลโรแกรมของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r_k$ ) เป็นกราฟที่เกิดจากการพล็อตค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองที่ lag  $k$  (coefficient autocorrelation at lag  $k$ :  $r_k$ ) กับค่า  $k$  ถ้าอนุกรมเวลานิ่ง ค่า  $r_k$  มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อ  $k$  มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ถ้าค่า  $r_k$  มีลักษณะลดลงค่อนข้างช้า เมื่อ  $k$  มีค่าเพิ่มขึ้น และ  $r_k$  มีค่าค่อนข้างสูง แสดงว่าอนุกรมเวลาชุดนั้นไม่นิ่ง



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างกราฟแสดงค่า  $r_k$  ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รายสัปดาห์ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างกราฟแสดงค่า  $r_k$  ของข้อมูลการผลิตเหล็กรายเดือนลักษณะลดลงอย่างช้า  
ที่มา : ข้อมูลการผลิตเหล็กรายเดือน ดัดแปลงจาก ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549, หน้า 471

### 2.2.2 อนุกรมเวลาที่ไม่นิ่ง

อนุกรมเวลาที่ไม่นิ่ง เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกต ( $Y_t$ ) มีคุณสมบัติทางสถิติไม่คงที่ คือเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป อนุกรมเวลาที่ไม่นิ่งจะใช้ตัวแบบ ARMA (p,q) ไม่ได้ ต้องแปลงอนุกรมเวลาดังกล่าวให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีคุณสมบัตินิ่งเสียก่อนจึงจะใช้ตัวแบบ ARMA (p,q) ได้ ส่วนการแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่นิ่งให้เป็นอนุกรมเวลาที่นิ่ง มีวิธีการดังต่อไปนี้

2.2.2.1 การหาผลต่าง (regular differencing) ถ้าอนุกรมเวลาเดิม คือ  $Y_t$  เป็นอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม เราแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้ม คือ  $Z_t$  โดย  $Z_t = \nabla^d Y_t$  เมื่อ  $d$  เป็นลำดับของการหาผลต่าง เช่น

$$\text{เมื่อ } d=1, Z_t = \nabla^1 Y_t = \nabla Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$\text{เมื่อ } d=2, Z_t = \nabla^2 Y_t = \nabla (Y_t - Y_{t-1}) = \nabla Y_t - \nabla Y_{t-1} = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-1} + Y_{t-2} = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}$$

2.2.2.2 การหาผลต่างฤดูกาล (seasonal differencing) อนุกรมเวลาเดิม คือ  $Y_t$  เป็นอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาล เราสามารถแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีควมผันแปรตามฤดูกาล คือ  $Z_t$  โดย  $Z_t = \nabla_L^D Y_t$  เมื่อ  $D$  เป็นลำดับของการหาผลต่างฤดูกาล และ  $L$  เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี เช่น ถ้าอนุกรมเวลาเดิมเป็นอนุกรมเวลารายไตรมาส ( $L=4$ )

เมื่อ  $D=1$ ,  $Z_t = \nabla_4^1 Y_t = \nabla_4 Y_t = Y_t - Y_{t-4}$

เมื่อ  $D=2$ ,  $Z_t = \nabla_4^2 Y_t = \nabla_4 (Y_t - Y_{t-4}) = \nabla_4 Y_t - \nabla_4 Y_{t-4} = (Y_t - Y_{t-4}) - (Y_{t-4} - Y_{t-8}) = Y_t - 2Y_{t-4} - Y_{t-8}$

โดยที่การหาผลต่างในลักษณะนี้จะทำที่ครั้งก็ได้จนกว่าจะได้อนุกรมเวลาที่นิ่ง

2.2.2.3 การหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ถ้าอนุกรมเวลาเดิม คือ  $Y_t$  เป็นอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล การแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาที่นิ่ง จะทำได้โดยหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลควบคู่กันไป ค่า  $d$  และ  $D$  จะมีค่าเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาที่เปลี่ยนแปลงแล้วเป็นอนุกรมเวลาที่นิ่งหรือยัง เช่น ถ้าอนุกรมเวลาเดิมเป็นอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและเป็นอนุกรมเวลารายไตรมาส เมื่อ  $d = 1$  และ  $D = 1$

$$Z_t = \nabla \nabla_4 Y_t = \nabla (Y_t - Y_{t-4}) = \nabla Y_t - \nabla Y_{t-4} = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-4} - Y_{t-5}) = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-4} + Y_{t-5}$$

2.2.2.4 การแปลงโดยใช้ลอการิทึม รากที่สอง หรือกำลังสอง เช่น  $Z_t = \log(Y_t)$   $Z_t = \sqrt{Y_t}$  การแปลงประเภทนี้จะใช้ในกรณีที่มีความแปรปรวนของอนุกรมเวลาเดิม  $[V(Y_t)]$  ไม่คงที่

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการแปลงอนุกรมเวลาเดิมที่ไม่นิ่งให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่นิ่ง ตัวแบบสำหรับอนุกรมเวลาใหม่ คือ ARMA (p,q) ส่วนตัวแบบสำหรับอนุกรมเวลาเดิม คือ ARIMA (p,d,q)

### 2.3 ตัวแบบ ARMA (p,q)

ตัวแบบ ARMA (p,q) มี  $p$  เป็นอันดับของ AR และมี  $q$  เป็นอันดับของ MA จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบเป็น  $p+q+1$  ตัวแบบที่กำหนดให้กับอนุกรมเวลามักจะเป็นตัวแบบที่มีจำนวนพารามิเตอร์น้อย ในทางปฏิบัติมักไม่เกิน 3 พารามิเตอร์ สำหรับวิธีของบอกซ์เจนกินส์ ตัวแบบ ARMA (p,q) เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัตินิ่ง มีดังนี้

#### 2.3.1 ตัวแบบการถดถอยในตัวเองอันดับ $p$

ตัวแบบการถดถอยในตัวเองอันดับ  $p$  (autoregression model of order  $p$ : AR(p)) (autoregression model of order  $p$ : AR(p)) มีตัวแบบทั่วไป ดังนี้

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

โดยที่  $Y_t$  คือข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา  $t$

$\delta$  คือค่าคงที่ในสมการ

$\phi_i$  คือค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองที่  $i$

$\varepsilon_t$  คือค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$  ซึ่งมีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma_\varepsilon^2$  และเป็นอิสระต่อกัน

จาก

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

หรือ

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} - \dots - \phi_p Y_{t-p} = \delta + \varepsilon_t$$

สามารถเขียนในรูปแบบของตัวดำเนินการถอยหลัง (backward operator) ได้เป็น

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \delta + \varepsilon_t$$

เรียก B ว่าตัวถอยหลัง (backward shift หรือ backshift) โดยที่  $B^p Y_t = Y_{t-p}$

ตัวแบบการถอยหลังในตัวเองอันดับ p [AR (p)] ที่นิยมใช้กันเมื่อ p=1 และ p=2

### 2.3.1.1 ตัวแบบการถอยหลังในตัวเองอันดับ 1 [AR (1)] มีตัวแบบ ดังนี้

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

หรือ

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} = \delta + \varepsilon_t$$

หรือ

$$(1 - \phi_1 B) Y_t = \delta + \varepsilon_t$$

มี  $|\phi_1| < 1$  เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีสมบัตินิ่ง (stationary)

### 2.3.1.2 ตัวแบบการถอยหลังในตัวเองอันดับ 2 [AR (2)] มีตัวแบบ ดังนี้

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

หรือ

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = \delta + \varepsilon_t$$

หรือ

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2) Y_t = \delta + \varepsilon_t$$

มี  $\phi_1 + \phi_2 < 1$ ,  $\phi_2 - \phi_1 < 1$  และ  $|\phi_2| < 1$  เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีสมบัตินิ่ง (stationary)

### 2.3.2 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ q

ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ q (moving average model of order q: MA(q))

มีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

โดยที่  $Y_t$  คือข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา  $t$

$\mu$  คือค่าคงที่ในสมการ

$\theta_i$  คือค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองที่  $i$

$\varepsilon_t$  คือค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$  ซึ่งมีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma_\varepsilon^2$  และเป็นอิสระต่อกัน

จาก

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

สามารถเขียนในรูปแบบของตัวดำเนินการถดถอยหลัง ได้เป็น

$$Y_t = \mu + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t$$

โดยที่  $B^q \varepsilon_t = \varepsilon_{t-q}$

ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ  $q$  [MA ( $q$ )] ที่นิยมใช้กันเมื่อ  $q=1$  และ  $q=2$

2.3.2.1 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ 1 [MA (1)] มีตัวแบบ ดังนี้

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

หรือ

$$Y_t = \mu + (1 - \theta_1 B) \varepsilon_t$$

มี  $|\theta_1| < 1$  เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีสมบัติเป็นอินเวอร์ติเบิล (invertible) ซึ่งคุณสมบัตินี้หมายถึง การที่สามารถเขียน  $\varepsilon_t$  ในเทอม  $Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots$  ได้ และหาค่าประมาณของค่าความคลาดเคลื่อน  $\varepsilon_t$  ได้

2.3.2.2 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ 2 [MA(2)] มีตัวแบบ ดังนี้

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

หรือ

$$Y_t = \mu + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) \varepsilon_t$$

มี  $\theta_1 + \theta_2 < 1, \theta_2 - \theta_1 < 1$  และ  $|\theta_2| < 1$  เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีสมบัติเป็นอินเวอร์ติเบิล

### 2.3.3 ตัวแบบผสมการถดถอยในตัวเองและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ $p$ และ $q$

ตัวแบบผสมการถดถอยในตัวเองและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ  $p$  และ  $q$  (mixed autoregressive and moving average model of order  $p$  and  $q$ : ARMA ( $p,q$ )) มีตัวแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

ตัวแบบลักษณะนี้จะมีเทอม AR อยู่  $p$  เทอม และเทอมของ MA อยู่  $q$  เทอม ตัวแบบ ARMA( $p,q$ ) ที่สำคัญและใช้กันมาก คือตัวแบบ ARMA(1,1) ซึ่งมีสมการทั่วไปเป็นดังนี้

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

มี  $|\phi_1| < 1$  เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีสมบัตินิ่ง และ  $|\theta_1| < 1$  เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลามีสมบัติเป็นอินเวอร์ติเบิล

## 2.4 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box et al., 1994) เป็นวิธีที่ใช้เลือกรูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากสหสัมพันธ์ระหว่าง  $Y$  ที่คาบเวลา  $t$  ( $Y_t$ ) และคาบเวลาที่ผ่านมา ( $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots$ ) เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจะใช้ตัวแบบนี้ในการพยากรณ์  $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots$  ในอนาคต อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะนิ่ง (stationary data series) เท่านั้น ซึ่งหมายถึงคงที่ในค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม ไม่แปรผันตามเวลา ขั้นตอนของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่สำคัญประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่

### 2.4.1 การตรวจสอบสถานะนิ่ง

การตรวจสอบสถานะนิ่ง ทำได้โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลา และจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) ซึ่งแทนด้วย  $r_k$

### 2.4.2 การแปลงอนุกรมเวลา

การแปลง (transform) อนุกรมเวลา จะกระทำต่อเมื่อตรวจสอบแล้วพบว่าอนุกรมเวลาไม่อยู่ในสถานะนิ่ง นั่นหมายถึงถ้าอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ย จะทำการแปลงเป็นอนุกรมเวลาเป็นชุดใหม่  $\{Z_t\}$  ที่มีลักษณะคงที่ในค่าเฉลี่ย โดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา และถ้าไม่คงที่ในความแปรปรวนจะแปลงอนุกรมเวลาด้วยการใส่  $\ln$  หรือถอดรากที่สอง เป็นต้น

### 2.4.3 การกำหนดตัวแบบเบื้องต้น

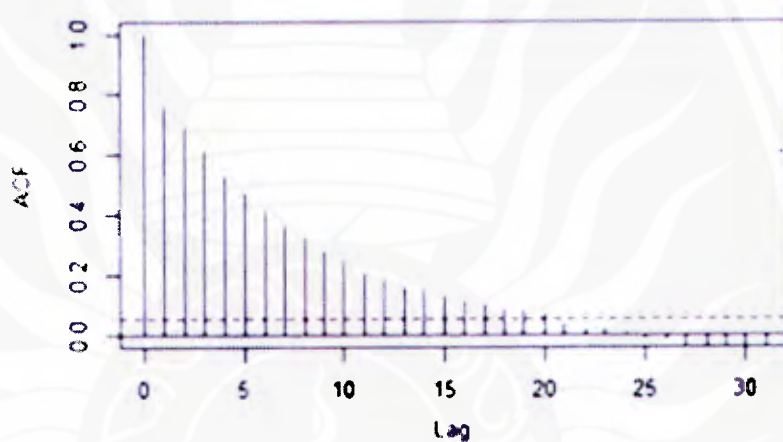
การกำหนดตัวแบบเบื้องต้นที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาโดยพิจารณาจากกราฟ ACF (Autocorrelation Function: ACF) แทนด้วย  $r_k$  และ PACF (Partial Autocorrelation Function: PACF) แทนด้วย  $r_{kk}$  แล้วกำหนดตัวแบบโดยพิจารณาจากลักษณะหลักของตัวแบบและจากกราฟดังต่อไปนี้



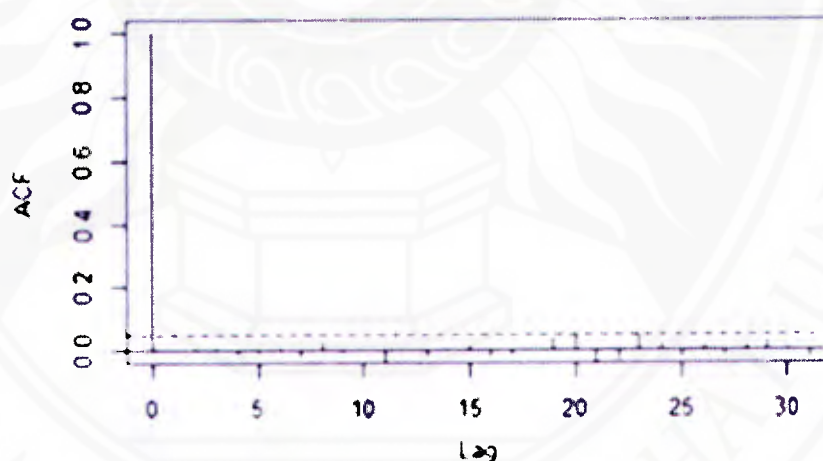
## ลักษณะหลักของตัวแบบ ARIMA (p,q)

	AR (p)	MA (q)	ARMA (p,q)
ACF	Tails off (ลดลงไปสู่ค่า 0 เร็ว)	Cuts off after q (เป็น 0 หลัง k=q)	Tails off (ลดลงไปสู่ค่า 0 เร็ว)
PACF	Cuts off after p (เป็น 0 หลัง k=p)	Tails off (ลดลงไปสู่ค่า 0 เร็ว)	Tails off (ลดลงไปสู่ค่า 0 เร็ว)

## ลักษณะของกราฟ Tails off



## ลักษณะของกราฟ Cuts off after lag 1



## 2.4.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการของตัวแบบเบื้องต้นที่เลือกไว้ เป็นการหาค่าประมาณของพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีการต่าง ๆ แต่วิธีที่นิยมใช้ ได้แก่ วิธีการประมาณแบบง่าย วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least square method) หรือแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (maximum

likelihood) สำหรับวิธีการประมาณแบบง่ายค่าประมาณพารามิเตอร์เป็นคำตอบที่ได้จากสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ACF ของประชากร ( $\rho_k$ ) และพารามิเตอร์ในตัวแบบ จำนวนสมการความสัมพันธ์ที่นำมาพิจารณาเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณ เมื่อแทนค่า  $\rho_k$  ด้วย  $r_k$  และแทนพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ สำหรับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ค่าประมาณของพารามิเตอร์เป็นค่าที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (SSE) มีค่าต่ำสุด ส่วนวิธีภาวน่าจะเป็นสูงสุด ค่าประมาณของพารามิเตอร์เป็นค่าที่ทำให้ฟังก์ชันภาวน่าจะเป็นมีค่าสูงสุด ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและวิธีภาวน่าจะเป็นสูงสุด ค่าประมาณของพารามิเตอร์หาไม่ได้จากการแก้สมการทำนองเดียวกันกับวิธีประมาณแบบง่าย ในทางปฏิบัติจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงตัวเลขช่วย ซึ่งต้องกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับค่าประมาณของพารามิเตอร์ก่อน ค่าเริ่มต้นอาจจะเป็นค่าประมาณที่พิจารณาจากการพล็อตของอนุกรมเวลาจากวิธีการประมาณแบบง่าย เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์ตัวเลขจะได้ค่าประมาณสุดท้ายของพารามิเตอร์และนำไปสร้างสมการพยากรณ์ (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549)

#### 2.4.5 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ดำเนินการหลังการกำหนดตัวแบบและประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบแล้ว โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนหรือส่วนตกค้าง (residuals:  $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ ) อย่างไรก็ตามการพิจารณาจากการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา  $e_t$  เป็นการพิจารณาด้วยสายตาอาจจะเกิดความผิดพลาดได้ จึงมักพิจารณาร่วมกับการทดสอบสมมติฐาน ที่ทำการทดสอบว่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่ ( $H_0: \rho_k(e_t) = 0$ ) สำหรับแต่ละ  $k$  ด้วยการทดสอบแบบ  $t$  และการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อน  $r_k(e_t)$  ( $H_0: \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \dots = \rho_m(e_t) = 0$ ) ด้วยการทดสอบสหสัมพันธ์ในตัวเองของบ็อกซ์และลึจ (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) จะนำไปสู่ตัวแบบอนุกรมเวลาที่เรียกว่า ตัวแบบ ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) หรือเขียนเป็นตัวแบบ ARIMA (p, d, q) มีรูปแบบทั่วไป ดังนี้

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_q(B)\varepsilon_t$$

โดยที่  $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$\phi_1, \dots, \phi_p$  คือสัมประสิทธิ์การถดถอย (Autoregressive Coefficients)

$\theta_1, \dots, \theta_q$  คือ สัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Coefficients)

$B$  คือ ตัวดำเนินการถอยหลังเวลา (Backward Shift Operator) นั่นคือ  $B^p Y_t = Y_{t-p}$

$d$  คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลา  $\{Y_t\}$  อยู่ในสภาวะนิ่ง

$p$  คือ อันดับของตัวแบบการถดถอยในตัวเอง

$q$  คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

$\varepsilon_t$  คือ ตัวแปรสุ่มอิสระและมีการแจกแจงปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ ให้เท่ากับ  $\sigma_\varepsilon^2$  เรียก  $\varepsilon_t$  ว่ากระตุกสุ่ม (random shocks)

อย่างไรก็ตาม หากตรวจสอบแล้วพบว่า ตัวแบบที่กำหนดเหมาะสมก็จะสร้างสมการพยากรณ์จากตัวแบบนั้น แต่หากพบว่าตัวแบบที่กำหนดไม่เหมาะสมต้องเริ่มกำหนดตัวแบบจากขั้นตอนที่ 1 ใหม่

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี พ.ศ. 2555 มนตรียา อุ๋นเทียมโสสม และวัลภา ศรีสุภาพ ได้หารูปแบบการพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออกด้วยวิธีการทางระบาดวิทยาเชิงพรรณนา และการใช้สถิติเชิงปริมาณเพื่อการพยากรณ์โรคลวงหน้า เป็นการเตรียมความพร้อมและหามาตรการป้องกันควบคุมโรคให้เฉพาะเจาะจง โดยการรวบรวมข้อมูลจากระบบรายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาโรคไข้เลือดออก ในพื้นที่สาธารณสุข เขต 3 และเขต 9 ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว สมุทรปราการ จันทบุรี ชลบุรี ระยอง และตราด ตั้งแต่ปี 2546-2554 และข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณหรืออนุกรมเวลา โดยการทำให้เรียบยกกำลังสามหรือวินเตอร์โมเดล เขาพบว่าการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในอนาคต คือ ปี 2555 ด้วยการพยากรณ์เชิงปริมาณ จากข้อมูลย้อนหลัง 9 ปี คาดว่าปี 2555 น่าจะมีผู้ป่วยประมาณ 10,647 ราย โดยมีการระบาดคล้ายกับปี 2554 ซึ่งในปี 2555 จะเป็นปีรอบวัฏจักรที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันภายใต้สภาพภูมิศาสตร์ที่มีเหตุการณ์ไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ถ้าเหตุการณ์ปี 2555 ไม่ผิดปกติไปจากเดิมมากก็จะมีอัตราการระบาดมากกว่าปี 2554 (มนตรียา อุ๋นเทียมโสสมและวัลภา ศรีสุภาพ, 2555)

ในขณะเดียวกัน ชาญชัยณรงค์ ทรงศาศรี ได้ทำการพยากรณ์แนวโน้มการเกิดโรค ในปี 2555 โดยใช้เทคนิคเดียวกัน เพื่อพยากรณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในพื้นที่สำนักงานป้องกันและควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น ซึ่งรับผิดชอบจังหวัดเลย หนองบัวลำภู หนองคาย อุดรธานี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม และร้อยเอ็ด โดยคาดว่าในปี 2555 น่าจะมีรายงานผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกประมาณ 3,057 ราย โดยเดือนกรกฎาคม จะมีรายงานผู้ป่วยสูงสุด ภายใต้สภาวะทางภูมิศาสตร์หรือสิ่งแวดล้อมที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยเสนอแนะว่าการพยากรณ์โรคเชิงปริมาณด้วยวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม ในการพิจารณาการระบาดของโรคในอนาคตได้หลายปีล่วงหน้าเพราะมีการปรับค่าแนวโน้ม ค่าฤดูกาล ค่าวัฏจักร การเกิดโรคจากข้อมูลในอดีตเป็นองค์ประกอบด้วยวิธีการทางสถิติ โดย

ได้เสนอแนะให้มีการประยุกต์ใช้กับพื้นที่ในแต่ละจังหวัดหรืออำเภอ จะทำให้เห็นสถานการณ์และรูปแบบการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงและวางแผนทำกิจกรรมป้องกันโรคได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ Sarawuth Chesoh และ Apiradee Lim ได้ทำการพัฒนาตัวแบบทางสถิติเพื่อทำนายปริมาณการจับปลาในทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย ในปี 2551 ใช้ข้อมูลการจับปลารายเดือน ตั้งแต่ มกราคม 2520 ถึง ธันวาคม 2549 ตัวแบบ observation-driven model ที่ได้ประกอบด้วย ผลกระทบจากฤดูกาล และเวลาที่ล่าช้าไป 2 เดือน (time lag term for 2 month) เขาสามารถใช้ตัวแบบนี้ในการพยากรณ์ระยะสั้น และระยะกลาง เท่านั้น อย่างไรก็ตามองค์ประกอบเกี่ยวกับชนิดของปลา ความพยายามในการจับปลา และความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ไม่ได้นำมาพิจารณาและเป็นข้อจำกัดในการศึกษานี้ (Sarawuth Chesoh and Apiradee Lim, 2008)

ปณิธิ ธรรมวิริยะ. 2557 ได้ทำการศึกษาความคลาดเคลื่อน ของการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ระยะเวลาในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1, 2, 3 และ 6 เดือน โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียลกับวิธีบ็อกเจนกินส์ โดยเลือกใช้โรคกลุ่มไข้เลือดออกเป็นตัวอย่างในการศึกษา เขาทำการวิเคราะห์ฐานข้อมูลระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา (รายงาน 506) โดยใช้จำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการรายงานว่าเป็นโรคกลุ่มไข้เลือดออก (Dengue Fever: DF, Dengue Haemorrhagic Fever: DHF หรือ Dengue shock syndrome: DSS) ทั้งประเทศที่ได้รับรายงานในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2556 มาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์การเกิดโรคล่วงหน้า และใช้ช่วงเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2556 ในการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ วิธีที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ 2 วิธี ได้แก่ การปรับเรียบแบบเอ็กโปเนนเชียล (เลือกใช้วิธี Holt-Winters) กับวิธีของ Box-Jenkins (เลือกใช้ตัวแบบ ARIMA) ดัชนีที่ใช้ในการประเมินความแม่นยำของการพยากรณ์ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ของการพยากรณ์ในแต่ละเดือน เขาพบว่าจำนวนผู้ป่วยแต่ละปีในภาพรวมมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2556 เป็นปีที่มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด ส่วนปี พ.ศ. 2551 พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2556 เป็นปีที่มีการระบาดสูงกว่าค่ามัธยฐาน ในขณะที่ปี พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2555 เป็นปีที่มีการระบาดต่ำกว่าค่ามัธยฐานของช่วงเวลา 6 ปีที่ทำการศึกษา โดยไม่พบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ในแต่ละเดือนระหว่าง 2 วิธีที่ทำการศึกษา (ปณิธิ ธรรมวิริยะ, 2557)

ปี 2557 วรางคนา กิรติวิบูลย์ ทำการศึกษา ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำยางชัน เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของของปริมาณการส่งออกน้ำยางชันด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา 3 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกเจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกน้ำยางชันจำนวน 194 ค่า ใช้ข้อมูล

182 ค่าในการสร้างตัวแบบ และอีก 12 ค่า ใช้สำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดและเกณฑ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ที่สูงที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ วิธีการพยากรณ์รวม จากวิธีบ็อกเจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (วารางคณา กิริติวิบูลย์, 2557)

ดาว สงวนรังศิริกุล และคณะ ได้ศึกษาเปรียบเทียบหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร โดยนำเทคนิคการพยากรณ์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งประกอบด้วย วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย วิธีบ็อกเจนกินส์ วิธีสัดส่วนกับแนวโน้ม และวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์ พิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่ต่ำสุด ลักษณะข้อมูลที่ใช้เป็นแบบรายเดือน โรคที่ทำการศึกษากว่า 10 โรค เขาพบว่าสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีความโน้มและฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูลอนุกรมเวลาส่วนใหญ่ คือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ส่วนข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความโน้มและฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดกับอนุกรมเวลาส่วนใหญ่ คือ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์ (ดาว สงวนรังศิริกุล และคณะ, 2558)

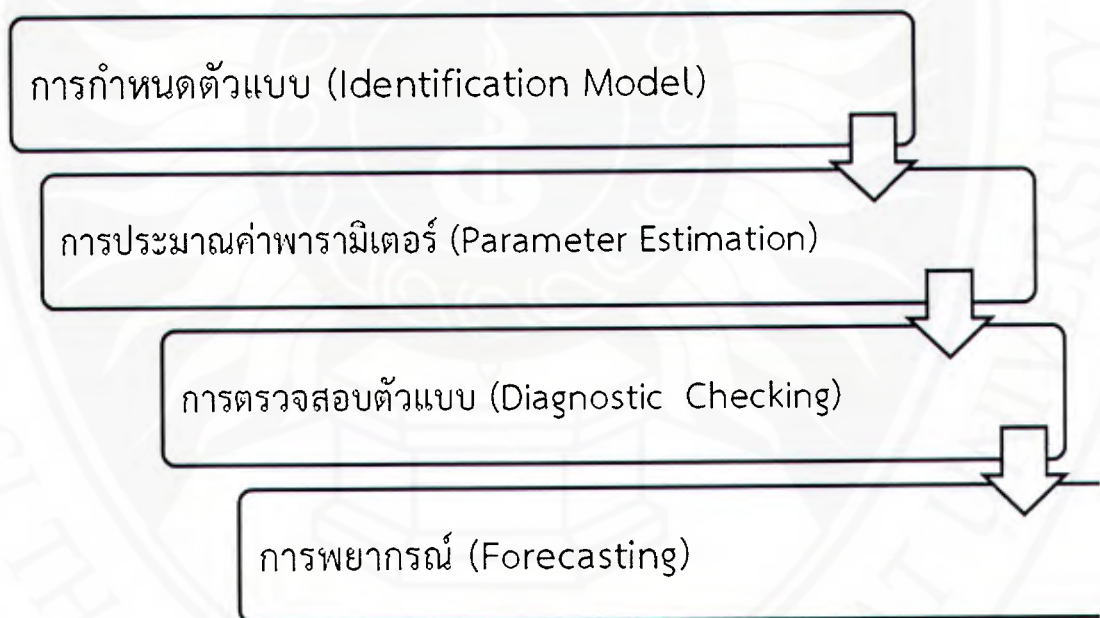
จากงานวิจัยที่นักวิจัยได้ทำการศึกษานั้นเป็นเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณกับข้อมูลอนุกรมเวลา โดยใช้วิธีการทำให้เรียบยกกำลังสามหรือวินเทอร์โมเดล (triple exponential smoothing or Winter's model) ทำการเปรียบเทียบระหว่างการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลกับวิธีบ็อกเจนกินส์ ทำการพยากรณ์ระยะสั้น และระยะกลาง ดำเนินการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (root mean square error: RMSE) การวิจัยนี้จะทำการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รายสัปดาห์ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี พ.ศ. 2558 โดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวข้อมูลของมันเองในอดีต เนื่องจากวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์อื่นในการพยากรณ์ระยะสั้น มีการเลือกรูปแบบของตัวแบบอย่างเป็นระบบ มีการทดสอบทางสถิติและหาช่วงความเชื่อมั่นของค่าสังเกตในอนาคต อย่างไรก็ตามขั้นตอนของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลาในการคำนวณมาก ผู้วิเคราะห์ต้องมีส่วนร่วมในแต่ละขั้นตอนของการวิเคราะห์ ต้องใช้กับอนุกรมเวลาขนาดใหญ่ซึ่งควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 30 (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) โดยในการศึกษานี้ใช้อนุกรมเวลาขนาด 156 ค่าสังเกต ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ภายใต้ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ทำให้ปัญหาที่เกิดจากการคำนวณในแต่ละขั้นตอนของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ลดลง

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง “ตัวแบบอนุกรมเวลาในการพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช” ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยซึ่งประกอบด้วยวิธีการศึกษา และสถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิโดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 พ.ศ. 2555 ถึงสัปดาห์ที่ 9 ของปี พ.ศ. 2558 จำนวน 165 สัปดาห์ จากงานระบาดวิทยา สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้ข้อมูลสัปดาห์ที่ 1 พ.ศ. 2555 ถึงสัปดาห์ที่ 52 ของปี พ.ศ. 2557 ในการสร้างตัวแบบ แล้วทดลองใช้ตัวแบบที่วิเคราะห์ได้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 9 ของปี พ.ศ. 2558 มีข้อมูล ขั้นตอนการสร้างตัวแบบ และรายละเอียดของข้อมูลและขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบอนุกรมเวลา

### 3.1.1 ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รายสัปดาห์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2555-2558 มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รายสัปดาห์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2555-2558

ปี พ.ศ./ สัปดาห์ที่	2555	2556	2557	2558	ปี พ.ศ./สัปดาห์ที่	2555	2556	2557	2558
1	9	164	25	57	27	38	165	85	
2	10	115	29	43	28	24	115	96	
3	15	127	18	34	29	32	90	123	
4	16	97	22	24	30	24	85	127	
5	12	116	14	27	31	24	96	121	
6	7	107	24	33	32	61	96	137	
7	17	111	12	19	33	48	90	88	
8	17	77	24	12	34	55	74	115	
9	8	71	15	15	35	48	51	117	
10	13	61	33		36	72	60	122	
11	9	85	23		37	69	44	97	
12	15	78	18		38	65	36	104	
13	8	69	18		39	59	31	123	
14	12	80	19		40	60	36	122	
15	13	72	14		41	53	23	109	
16	13	90	15		42	64	15	83	
17	18	100	14		43	77	31	99	
18	12	79	18		44	59	36	88	
19	16	111	26		45	76	35	94	
20	24	168	35		46	95	24	94	
21	21	216	44		47	79	22	77	
22	22	168	34		48	115	15	56	
23	32	204	34		49	61	10	71	
24	26	238	51		50	97	14	48	
25	35	205	59		51	102	6	44	
26	24	228	93		52	59	11	20	
					รวม	2040	4548	3191	264

ที่มา : งานระบาดวิทยา กลุ่มงานควบคุมโรคติดต่อ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช

### 3.1.2 การกำหนดตัวแบบ (Model Identification)

#### 3.1.2.1 การแสดงการระบุตัวแบบ พิจารณาตัวแบบทั่วไปของ ARIMA (p, d, q)

(Auto Regressive Integrated Moving Average: ARIMA)

$$(1 - \phi_1 B - \phi_1 B^2 - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d Z_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_p B^p) a_t$$

ขั้นตอนที่ 1 พล็อตข้อมูลอนุกรมเวลาและ/หรือเลือกการแปลงข้อมูลที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณและตรวจสอบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) โดย

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองคำนวณจาก

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

เมื่อ  $Y_t$  คือข้อมูล ณ เวลา  $t$

$k$  คือจำนวนช่วงเวลาที่ข้อมูลอยู่ห่างกัน  $k = 1, 2, 3, \dots$

$n$  คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

$\bar{Y}$  คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด  $\bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n}$

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนคำนวณจาก

$$r_{kk} = \begin{cases} r_1, & k = 1 \\ \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_j}, & k = 2, 3, 4, \dots \end{cases}$$

เมื่อ  $r_{k,j}$  คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนที่เวลาห่างกัน  $k$  กับ  $j$  โดยมีค่าเท่ากับ

$r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,k-j}$  สำหรับ  $j = 1, 2, 3, \dots, k-1$  และ

$V(r_{kk}) = 1/n$  สำหรับ  $k = 1, 2, 3, \dots$

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณากราฟของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง และฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน จากกราฟที่พล็อตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 4 ตัดสินใจเลือกใช้ตัวแบบเบื้องต้น (tentative model)



### 3.1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบเบื้องต้น

การประมาณค่าพารามิเตอร์จากตัวแบบที่พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลาเป็นการหาความสัมพันธ์ของฟังก์ชันสหสัมพันธ์กับพารามิเตอร์ซึ่งเป็นความสัมพันธ์สำหรับอนุกรมเวลาแต่ละรูปแบบ โดยอาศัยการพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง และฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

### 3.1.4 การตรวจสอบตัวแบบ

การตรวจสอบรูปแบบของตัวแบบเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ทำการศึกษา มีวิธีที่ตรวจสอบที่นิยม 2 วิธี

3.1.4.1 การทดสอบว่าพารามิเตอร์แต่ละตัวในตัวแบบเท่ากับ 0 หรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบ t-statistic ภายใต้สมมติฐาน

$$H_0: \gamma = 0$$

$$H_1: \gamma \neq 0$$

เมื่อกำหนด  $\gamma$  เป็นพารามิเตอร์ โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$T = \frac{\gamma}{S_\gamma}$$

โดยกำหนดให้

$\gamma$  = ค่าประมาณของพารามิเตอร์

$S_\gamma$  = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ  $\gamma$

3.1.4.2 การทดสอบของ Box-Pierce Chi-Square Test (Q) ซึ่ง Box-Pierce ได้เสนอวิธีตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบภายใต้สมมติฐาน

$$H_0: p_1(e_1) = \dots = p_k(e_k) = 0$$

โดยใช้ตัวสถิติเพื่อการทดสอบ Box-Pierce Chi-Square Test (Q) เพื่อตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$  คือ  $e_t$  เมื่อ  $t = 1, 2, 3, \dots, n$  มีความเป็นอิสระต่อกันหรือไม่ โดยเปรียบเทียบผลรวมของค่าสหสัมพันธ์ของ  $e_t$  ณ เวลาต่าง ๆ โดย

$$Q = (n - d) \sum r_j^2(e_t)$$

เมื่อ

$n$  = จำนวนค่าสังเกตในอนุกรมเวลา

$d$  = อันดับผลต่างของอนุกรมเวลาที่ทำให้อนุกรมเวลามีลักษณะนิ่ง (stationary)

$r_j^2 e_t$  = ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน  $j$  ช่วงเวลา

โดย  $Q$  มีการแจกแจงแบบไคกำลังสอง (Chi-Square) โดยประมาณ ที่ระดับชั้นความเสรี (degree of freedom) เท่ากับ  $k - n_p$  ซึ่งจะยอมรับสมมติฐานหลักเมื่อ  $Q \geq \chi_{\alpha/2, (k-n_p)}^2$  แสดงว่า  $Q$  ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้น รูปแบบที่ใช้ยังไม่เหมาะสมจึงต้องกลับไปพิจารณาหารูปแบบที่เหมาะสมต่อไป

### 3.1.5 การพยากรณ์

เมื่อได้ตัวแบบอนุกรมเวลาที่มีรูปแบบที่ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีที่เหมาะสม ก็จะใช้รูปแบบนั้นเพื่อการพยากรณ์ค่าในอนาคต ทั้งในรูปแบบค่าพยากรณ์แบบจุด (Point forecast) และค่าพยากรณ์แบบช่วง (Interval forecast) ซึ่งจะพยากรณ์ล่วงหน้ากี่จุดหรือกี่ช่วงก็ได้ แต่ปกตินิยมพยากรณ์ระยะสั้น และเมื่อได้ค่าจริง ณ ช่วงเวลาที่ผ่านไปแล้วควรนำค่า ณ เวลาดังกล่าวนั้นไปปรับสมการพยากรณ์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมต่อไป

## 3.2 สถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบ ได้แก่

3.2.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF)

3.2.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน Autocorrelation Function: PACF)

3.2.3 การทดสอบสมมติฐาน

3.2.4 การพล็อตกราฟของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใน

ตัวเองบางส่วนของข้อมูลอนุกรมเวลา

3.2.5 ประมวลผลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows ภายใต้ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราช

ภัฏนครศรีธรรมราช

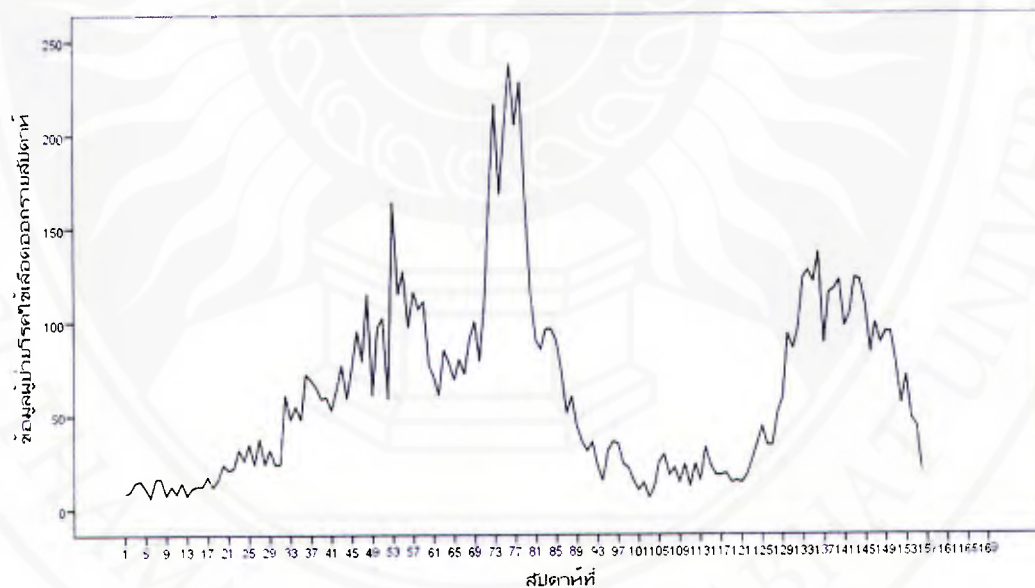
## บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยเรื่อง “ตัวแบบอนุกรมเวลาในการพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช” ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก และพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ปี 2558 ของจังหวัดนครศรีธรรมราช แบ่งการนำเสนอเป็น 4 ส่วน ส่วนที่ 1 การระบุตัวแบบเบื้องต้น ส่วนที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ ส่วนที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ และส่วนที่ 4 การพยากรณ์

### 4.1 การกำหนดตัวแบบ

การกำหนดตัวแบบเบื้องต้นของอนุกรมเวลา ดำเนินการด้วยการตรวจสอบความนิ่ง (stationary) ของข้อมูล ค่ารวมและตรวจสอบฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง ( $r_k$ ) และฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ( $r_{kk}$ ) และตรวจสอบคอเรลโรแกรมของ  $r_k$  และ  $r_{kk}$  แล้วทำการระบุรูปแบบของอนุกรมเวลาที่เหมาะสม

4.1.1 การตรวจสอบความนิ่งของข้อมูลทุกตัวที่ใช้ในการกำหนดตัวแบบ เริ่มด้วยการพล็อตกราฟข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์ โดยให้แกนนอนแทนสัปดาห์ แกนตั้งแทนจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ได้กราฟดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การเคลื่อนไหวของข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

พ.ศ. 2555-2557

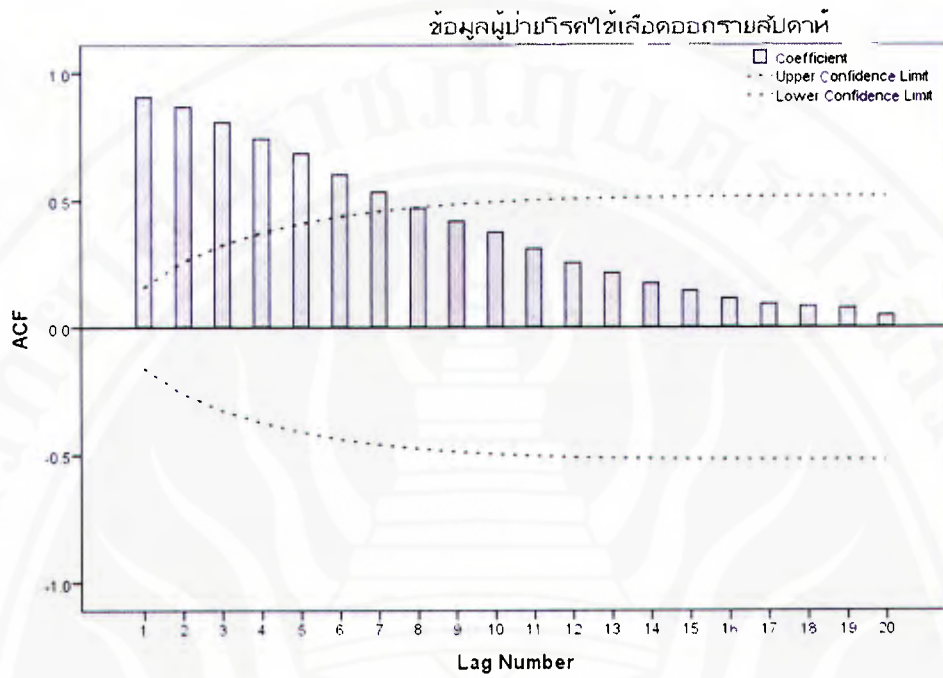
4.1.2 คำนวณค่า  $r_k$  และ  $r_{kk}$  และพล็อตกราฟคอเรลโรแกรมของ  $r_k$  และ  $r_{kk}$  ปรากฏผลตามตารางที่ 4.1-4.2 และภาพที่ 4.2 -4.3

ตารางที่ 4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองของอนุกรมเวลาผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557

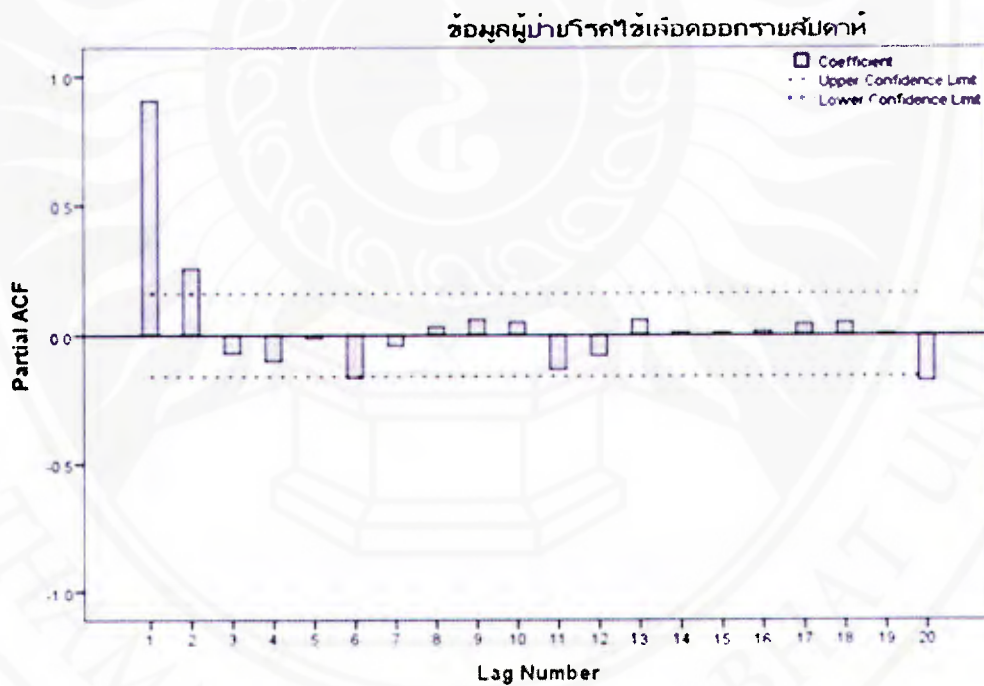
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง					
อนุกรม: ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์					
ช่วงเวลา (Lag)	สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ในตัวเอง	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error)	สถิติ Box-Ljung		
			ค่าสถิติ	ระดับชั้น ความเสรี	ค่า Sig. (p-value)
1	0.908	0.080	130.995	1	0.000
2	0.869	0.130	251.915	2	0.000
3	0.808	0.163	357.075	3	0.000
4	0.744	0.187	446.797	4	0.000
5	0.686	0.205	523.725	5	0.000
6	0.604	0.219	583.596	6	0.000
7	0.536	0.230	631.035	7	0.000
8	0.472	0.238	668.175	8	0.000
9	0.420	0.244	697.744	9	0.000
10	0.377	0.248	721.759	10	0.000
11	0.312	0.252	738.311	11	0.000
12	0.258	0.254	749.665	12	0.000
13	0.218	0.256	757.836	13	0.000
14	0.178	0.257	763.305	14	0.000
15	0.146	0.258	767.053	15	0.000
16	0.113	0.259	769.315	16	0.000
17	0.092	0.259	770.829	17	0.000
18	0.083	0.259	772.062	18	0.000
19	0.076	0.259	773.098	19	0.000
20	0.047	0.259	773.500	20	0.000

ตารางที่ 4.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยโรค  
ไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelations)		
อนุกรม: ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์		
ช่วงเวลา	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
1	0.908	0.080
2	0.258	0.080
3	-0.070	0.080
4	-0.101	0.080
5	-0.014	0.080
6	-0.165	0.080
7	-0.042	0.080
8	0.033	0.080
9	0.061	0.080
10	0.051	0.080
11	-0.135	0.080
12	-0.080	0.080
13	0.060	0.080
14	0.011	0.080
15	0.009	0.080
16	0.017	0.080
17	0.044	0.080
18	0.049	0.080
19	0.005	0.080
20	-0.179	0.080



ภาพที่ 4.2 คอเรลโรแกรมของ  $r_k$  ของข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557



ภาพที่ 4.3 คอเรลโรแกรมของ  $r_{kk}$  ของข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557

การพิจารณาความนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก จังหวัด นครศรีธรรมราช รายสัปดาห์ พ.ศ. 2555-2557 จากกราฟแสดงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ลักษณะมีความนิ่ง และเมื่อพิจารณา ค่า  $r_k$  และ  $r_{kk}$  จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 จะเห็นว่าค่า  $r_k$  เมื่อ  $k = 1$  ถึง 7 จะอยู่นอกช่วง  $\pm 2\sqrt{V(r_k)}$  ส่วนค่า  $r_{kk}$  นั้น มีเพียง  $r_{11}$  และ  $r_{22}$  เท่านั้นที่อยู่นอกช่วง  $\pm \frac{2}{\sqrt{n}}$  เมื่อทำการเปรียบเทียบคอเรลโรแกรมของตัวแบบต่าง ๆ แล้ว พบว่า ตัวแบบเบื้องต้นที่น่าจะเป็นไปได้ที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ ได้แก่ AR (1, 0, 0) หรือ AR (2, 0, 0) หรือ ARIMA (1, 1, 0) เนื่องจากค่า  $r_k$  มีค่าลดลงเร็ว เมื่อค่า  $k$  มีค่ามากขึ้น และค่า  $r_{11}$  มีค่าสูงมาก ส่วน  $r_{kk}$  ตัวอื่น ๆ มีค่าเข้าใกล้ 0 เมื่อค่า  $k$  มีค่ามากขึ้น ซึ่งจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์และตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของตัวแบบต่อไป

#### 4.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

จากการกำหนดตัวแบบเบื้องต้นที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาเป็นอนุกรมเวลา แบบต่าง ๆ 5 แบบที่คาดว่าจะจะเป็นรูปแบบที่เหมาะสม แล้วทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบด้วยการพล็อตกราฟของความคลาดเคลื่อน (residual) ผลปรากฏดังนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่า BIC และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบเบื้องต้นที่ระบุ

ตัวแบบ	BIC	Ljung-Box Q (Sig.)	KS (Sig.)	RMSE
ARIMA (1,0,0)	6.054	29.251 (0.032)	1.377 (0.045)	20.304
ARIMA (1,0,1)	6.062	16.963 (0.388)	1.379 (0.054)	19.741
ARIMA (1,1,0)	6.070	16.466 (0.491)	1.345 (0.054)	20.466
ARIMA (1,1,1)	6.020	17.729 (0.340)	1.345 (0.045)	19.634
<b>ARIMA (2,0,0)</b>	<b>6.008</b>	<b>18.374 (0.302)</b>	<b>1.379 (0.045)</b>	<b>19.523</b>
ARIMA (2,0,1)	6.099	16.590 (0.344)	1.446 (0.030)	19.783
ARIMA (2,0,2)	6.116	14.534 (0.441)	1.512 (0.021)	19.626

จากตารางที่ 4.3 ค่าสถิติและความมีนัยสำคัญ สำหรับแต่ละตัวแบบใกล้เคียงกันมากทำให้มีตัวแบบที่น่าจะมีความเหมาะสมมากกว่า 1 ตัวแบบ เมื่อพิจารณาจากค่า BIC พบว่า ตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) มีค่า BIC ต่ำที่สุด ค่าสถิติ Ljung-Box Q ของทุกตัวแบบไม่มีนัยสำคัญยกเว้นตัวแบบ ARIMA (1, 0, 0) ส่วนค่า KS เป็นตัวสถิติที่ใช้ทดสอบการแจกแจงปกติของค่าคลาดเคลื่อน พบว่า ค่า Sig. ของทุกตัวแบบไม่น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ยกเว้นตัวแบบ ARIMA (2, 0, 1) และ ARIMA (2, 0, 2) ในขณะที่ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ของตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) มีค่าน้อยที่สุด ดังนั้น ด้วยเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบจากตารางที่ 4.3 ควรเลือกตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) หากใช้การ

เลือกตัวแบบที่ดีที่สุดโดยอาศัยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ต่ำที่สุด (Box et al., 2008) อย่างไรก็ตามเพื่อให้ตัวแบบเบื้องต้น (Tentative Model) สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ได้อย่างแม่นยำ มีพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญในการพยากรณ์ จึงทำการทดลองประมาณค่าพารามิเตอร์และตรวจสอบคุณสมบัติของความคลาดเคลื่อนหรือเศษตกค้างจากการประมาณด้วยแต่ละตัวแบบ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสม

ตัวแบบ		ค่าประมาณ	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	ค่าสถิติที (t-Statistics)	Sig. (p-value)
ARIMA (1,0,0)	ค่าคงที่	56.980	17.445	3.266	0.001
	AR (lag1)	0.913	0.032	28.356	0.000
ARIMA (1,0,1)	ค่าคงที่	54.102	21.586	2.506	0.013
	AR (lag1)	0.949	0.027	35.689	0.000
	MA (lag1)	0.221	0.086	2.564	0.011
ARIMA (1,1,0)	ค่าคงที่	0.105	1.218	0.086	0.931
	AR (lag1)	-0.297	0.078	-3.837	0.000
	Difference	1.000	-	-	-
ARIMA (1,1,1)	ค่าคงที่	0.103	1.254	0.082	0.935
	AR (lag1)	-0.388	0.249	-1.561	0.121
	Difference	1.000	-	-	-
	MA (lag1)	-0.099	0.269	-0.367	0.714
ARIMA (2,0,0)	ค่าคงที่	53.904	21.815	2.471	0.015
	AR (lag1)	0.669	0.078	8.549	0.000
	AR (lag2)	0.267	0.078	3.405	0.001
ARIMA (2,0,1)	ค่าคงที่	54.324	21.590	2.516	0.013
	AR (lag1)	0.575	0.278	2.065	0.041
	AR (lag2)	0.354	0.255	1.387	0.167
	MA (lag1)	-0.097	0.297	-0.328	0.743
ARIMA (2,0,2)	ค่าคงที่	57.194	16.480	3.471	0.001
	AR (lag1)	1.647	0.219	7.516	0.000
	AR (lag2)	-0.679	0.207	-3.280	0.001
	MA (lag1)	0.979	0.215	4.554	0.000
	MA (lag2)	-0.342	0.084	-4.051	0.000



ตารางที่ 4.5 ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์โดยวิธี บอซซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสม

ตัวแบบ	Stationary R-squared	MAPE	MAE
ARIMA (1,0,0)	0.829	32.757	14.104
ARIMA (1,0,1)	0.839	30.539	13.496
ARIMA (1,1,0)	0.089	25.960	13.007
ARIMA (1,1,1)	0.090	25.856	13.059
<b>ARIMA (2,0,0)</b>	<b>0.842</b>	<b>30.006</b>	<b>13.243</b>
ARIMA (2,0,1)	0.842	30.015	13.212
ARIMA (2,0,2)	0.845	31.508	13.334

จากตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5 ตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) ที่กำหนดให้เป็นตัวแบบเบื้องต้น มีพารามิเตอร์ในตัวแบบที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ค่าคงที่ในตัวแบบ (Sig. = 0.015 < 0.05)  $\phi_1$  (Sig. = 0.000 < 0.05) และ  $\phi_2$  (Sig. = 0.001 < 0.05) แสดงให้เห็นว่าข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ณ เวลา t-1 ( $Y_{t-1}$ ) และ ณ เวลา t-2 ( $Y_{t-2}$ ) สามารถอธิบายข้อมูลผู้ป่วย ณ เวลา t ไต ๆ ได้ประมาณร้อยละ 84.20 (Stationary R-squared = 0.842) โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ของการพยากรณ์ในแต่ละสัปดาห์เป็น 13.243 และร้อยละ 30.006 ตามลำดับ โดยมีสมการทั่วไปเป็น

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$\phi_1 + \phi_2 < 1, \quad \phi_2 - \phi_1 < 1 \quad \text{และ} \quad |\phi_2| < 1$$

เมื่อประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows ประเมินค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ AR (2, 0, 0) พบว่า ได้ค่า  $\delta = 53.904$  (Sig. = 0.0015 < 0.05) ค่า  $\phi_1 = 0.669$  (Sig. = 0.000 < 0.05) ค่า  $\phi_2 = 0.267$  (Sig. = 0.001 < 0.05) (ตารางที่ 4.4) โดยค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้  $\phi_1 + \phi_2 = 0.669 + 0.267 = 0.936 < 1$ ,  $\phi_2 - \phi_1 = -0.402 < 1$  และ

$$|\phi_2| = |0.267| = 0.267 < 1$$

ได้ตัวแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมเป็น

$$Y_t = 53.904 + 0.669Y_{t-1} + 0.267Y_{t-2}$$

### 4.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

#### 4.3.1 การตรวจสอบนัยสำคัญของพารามิเตอร์

การตรวจสอบนัยสำคัญของพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ  $\delta$ ,  $\phi_1$  และ  $\phi_2$  ปรากฏว่า  $\delta = 53.904$  (Sig.=0.0015<0.05) ค่า  $\phi_1=0.669$  (Sig.=0.000<0.05) ค่า  $\phi_2=0.267$  (Sig.=0.001<0.05) ผลการทดสอบแสดงการปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ  $\delta \neq 0$ ,  $\phi_1 \neq 0$  และ  $\phi_2 \neq 0$  หรือตัวแบบ AR (2, 0, 0) เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.3.2 การตรวจสอบความเป็นอิสระ

การตรวจสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ จากการพิจารณาค่า Ljung-Box  $Q = 16.963$  (Sig.= 0.388>0.05) จึงไม่ปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่มีช่วงเวลาห่างกันตั้งแต่ 1,2,3, ...,24 มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน แสดงว่าตัวแบบ AR (2, 0, 0) เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.3.3 การตรวจสอบคุณสมบัติของค่าความคลาดเคลื่อน

การตรวจสอบคุณสมบัติของค่าความคลาดเคลื่อน มีประเด็นที่ทำการทดสอบและผลการทดสอบ ดังนี้

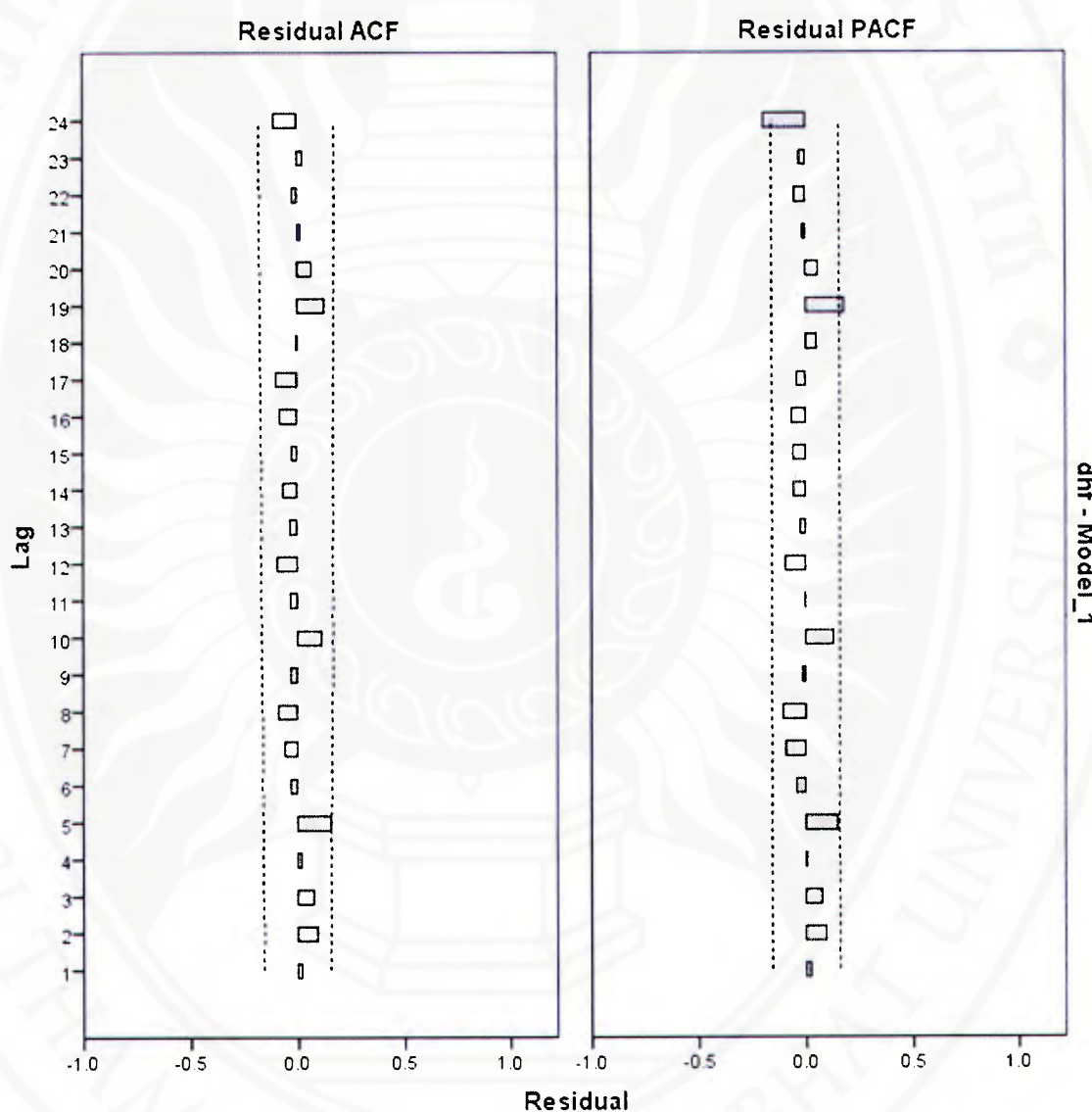
4.3.3.1 การแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดย Kolmogorov-Smirnov Test ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน

การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สมีนอฟ กรณีประชากรเดียว (One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test)		
		ความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ
จำนวนข้อมูล		156
Normal Parameters	ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.4141
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	19.60839
Most Extreme Differences	ค่าสัมบูรณ์ (Absolute)	0.110
	Positive	0.098
	Negative	-0.110
Kolmogorov-Smirnov Z		1.379
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.045

จากตารางที่ 4.6 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สมิโนฟ กรณีประชากรเดียว เพื่อตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อนหรือเศษตกค้างของการประมาณ พบว่าค่า Kolmogorov-Smirnov (KS) เท่ากับ 1.379 ค่า Sig. =0.045 ( $>0.01$ ) แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ด้วยค่าเฉลี่ย 0.414 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.608

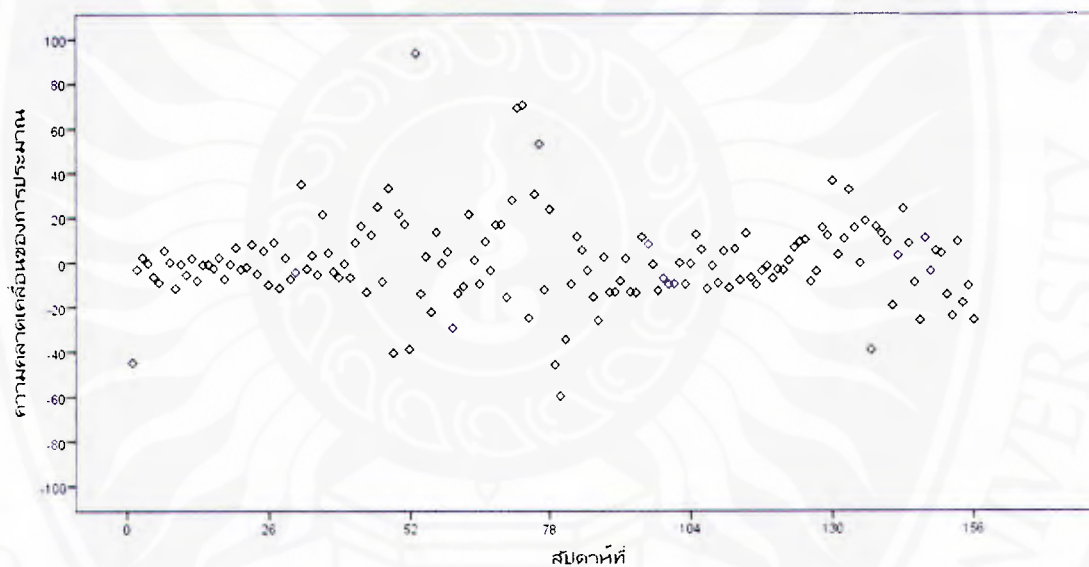
4.3.3.2 ตรวจสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยพล็อตคอเรลโรแกรมตามภาพที่ 4.4



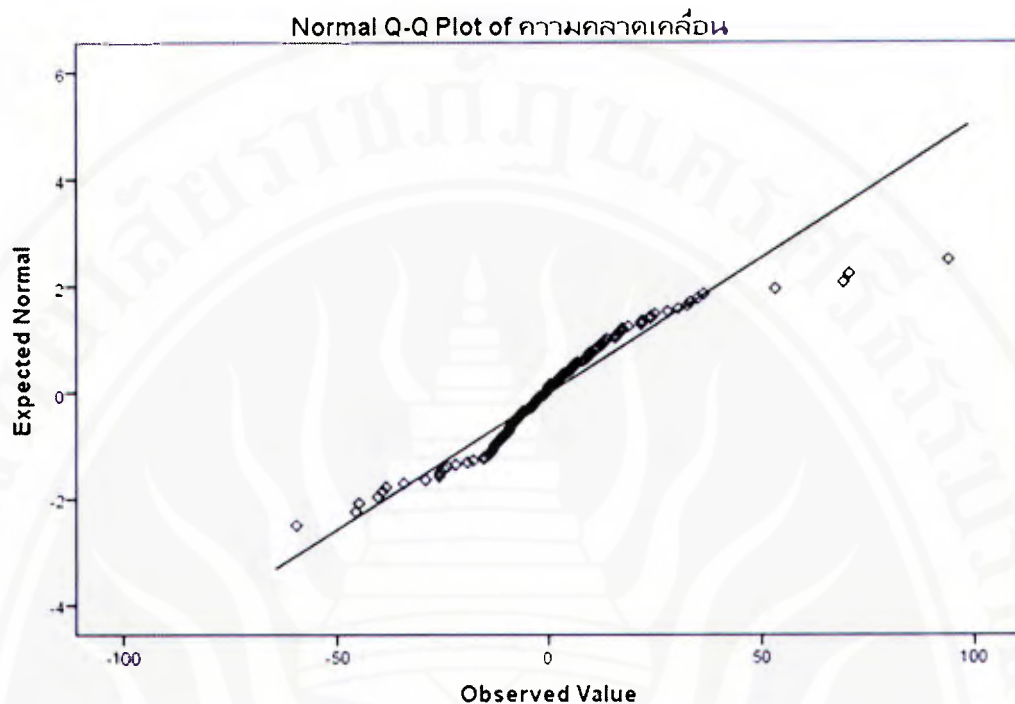
ภาพที่ 4.4 คอเรลโรแกรมของ  $r_k$  และ  $r_{kk}$  ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยวิธีบอซซ์-เจนกินส์ด้วยตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0)

จากภาพที่ 4.4 แสดงคอเรโลแกรม  $r_k$  และ  $r_{kk}$  ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ด้วยตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติเนื่องจาก  $KS = 1.379$  (Sig. = 0.045 > 0.01) ความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวที่เป็นอิสระกันเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในตัวเอง (residual ACF) ของทุกช่วงเวลา (lag) ตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 95 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในตัวเองบางส่วน (residual PACF) ของความคลาดเคลื่อนมีเพียง 2 ช่วงเวลา (lag 19 และ lag 24) เท่านั้นที่มีค่านอกช่วงความเชื่อมั่น 95 % เพียงเล็กน้อย และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.600 , Sig. = 0.128) ดังนั้น ตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) มีความเหมาะสม และเขียนสมการแทนตัวแบบได้ดังนี้

$$Y_t = 53.904 + 0.669Y_{t-1} + 0.267Y_{t-2}$$



ภาพที่ 4.5 การกระจายของความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.6 กราฟ P-P Plot ของความคลาดเคลื่อน

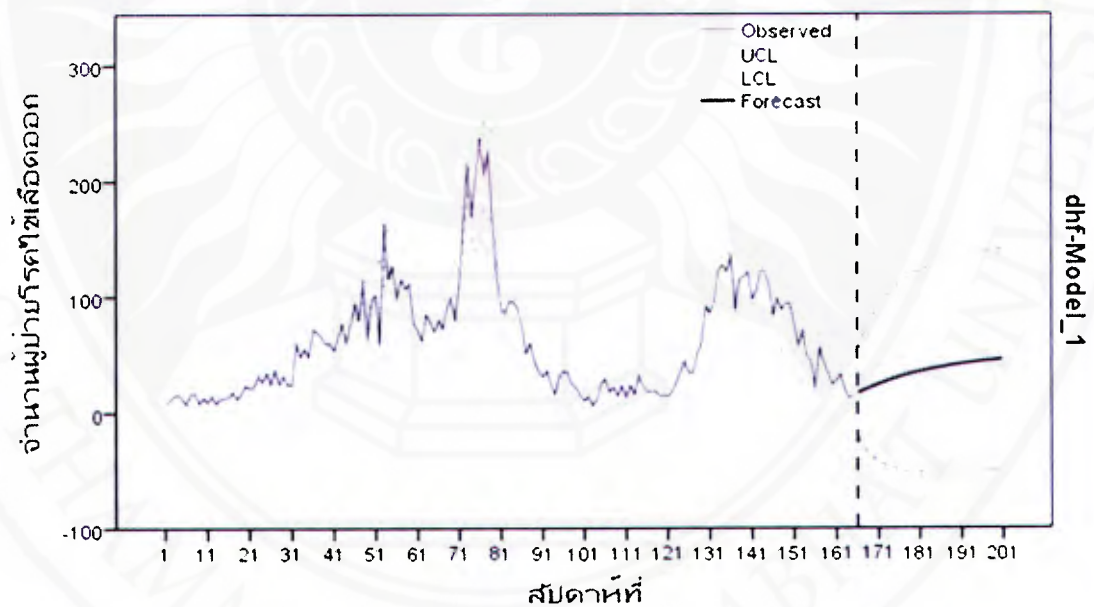
พิจารณาจากภาพที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนคงที่รอบค่าศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ และเมื่อตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนจาก กราฟ P-P Plot ภาพที่ 4.6 พบว่า กราฟลักษณะนี้ความคลาดเคลื่อนกระจายตัวใกล้เคียงแนวเส้นตรง แสดงให้เห็นถึงการแจกแจงแบบปกติ แสดงว่าตัวแบบที่กำหนดมีความเหมาะสม

#### 4.4 การพยากรณ์

ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสัปดาห์ที่ 157-170 (มกราคม – เมษายน 2558) โดยใช้ตัวแบบที่สร้างขึ้นจากข้อมูลสัปดาห์ที่ 1-156 พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในสัปดาห์ที่ปรากฏข้อมูลแล้ว คือสัปดาห์ที่ 157-163 ผลปรากฏ ดังตารางที่ 4.3 และปรากฏภาพการพยากรณ์ ตามภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก สัปดาห์ที่ 157-170

ที่	สัปดาห์ที่	เดือน ปี	จำนวนผู้ป่วย	
			พยากรณ์ล่วงหน้า	ค่าจริง
1	157	มกราคม 2558	28.58	57
2	158	มกราคม 2558	27.92	43
3	159	มกราคม 2558	29.76	34
4	160	มกราคม 2558	30.82	24
5	161	กุมภาพันธ์ 2558	32.02	27
6	162	กุมภาพันธ์ 2558	33.11	33
7	163	กุมภาพันธ์ 2558	34.16	19
8	164	กุมภาพันธ์ 2558	35.15	12
9	165	มีนาคม 2558	36.09	15
10	166	มีนาคม 2558	36.98	
11	167	มีนาคม 2558	37.83	
12	168	มีนาคม 2558	38.64	
13	169	เมษายน 2558	39.40	
14	170	เมษายน 2558	40.13	



ภาพที่ 4.7 การเคลื่อนไหวของข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดนครศรีธรรมราช  
ค่าจริงกับค่าพยากรณ์ และช่วงความเชื่อมั่นขนาด 95%

จากภาพที่ 4.7 เมื่อพิจารณากราฟค่าจริงกับค่าพยากรณ์ และช่วงความเชื่อมั่นขนาด 95% จะเห็นได้ว่าค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกับค่าจริง โดยมีรากที่สองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error: RMSE) = 19.417

เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริง (ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข) พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ( $t = 1.145$ ,  $df = 13.471$ ,  $Sig. = 0.272$ ) ช่วงความเชื่อมั่นขนาด 95 % ของความแตกต่างเป็น  $(-8.214, 26.869)$  แสดงว่า จำนวนผู้ป่วยที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMA (2,0,0) หรือ AR (2) ไม่มีความแตกต่างกับจำนวนผู้ป่วยจริงจากรายงาน

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง “ตัวแบบอนุกรมเวลาในการพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช” มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช และทำการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ปี พ.ศ. 2558 ของจังหวัดนครศรีธรรมราช

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รายสัปดาห์ ปี 2555-2557 รวม 156 สัปดาห์ หรือ 3 ปี ทำการกำหนดตัวแบบเบื้องต้น ประมาณค่าพารามิเตอร์ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบและทำการพยากรณ์ โดยมีตัวแบบเบื้องต้นที่กำหนดโดยพิจารณาจากสหสัมพันธ์ในตัวเองและสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ได้ตัวแบบเบื้องต้นเป็น AR (2, 0, 0) มีสมการทั่วไปเป็น

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$\text{เมื่อ } \phi_1 + \phi_2 < 1, \phi_2 - \phi_1 < 1 \text{ และ } |\phi_2| < 1$$

แทนค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบเบื้องต้นได้ตัวแบบที่มีสมการเป็น

$$Y_t = 53.904 + 0.669Y_{t-1} + 0.267Y_{t-2}$$

โดยมีค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเงื่อนไข  $\phi_1 + \phi_2 < 1$ ,  $\phi_2 - \phi_1 < 1$  และ  $|\phi_2| < 1$

ตัวแบบ AR (2, 0, 0) มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจาก Ljung-Box  $Q = 16.963$  (Sig. = 0.388 > 0.05) จึงไม่ปฏิเสธสมมติฐานที่แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่มีช่วงเวลาห่างกันตั้งแต่ 1, 2, 3, ... , 24 มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน ค่าสถิติ Kolmogorov-Smirnov (KS) เท่ากับ 1.379 ค่า Sig. = 0.045 (> 0.01) แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ด้วยค่าเฉลี่ย 0.414 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.608 นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในตัวเองของความคลาดเคลื่อน (residual ACF) ของทุกช่วงเวลา (lag) ตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 95 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในตัวเองบางส่วน (residual PACF) ของความคลาดเคลื่อนมีเพียง 2 ช่วงเวลา (lag 19 และ lag 24) เท่านั้นที่มีค่านอกช่วงความเชื่อมั่น 95 % เพียงเล็กน้อย และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.600 , Sig. = 0.128) ดังนั้น ตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) มีความเหมาะสม และเขียนสมการแทนตัวแบบได้ดังนี้



$$Y_t = 53.904 + 0.669Y_{t-1} + 0.267Y_{t-2}$$

เมื่อนำตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) ที่ได้รับการตรวจสอบแล้วไปพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในสัปดาห์ที่ 157 -165 (เดือนมกราคม-มีนาคม 2558) ผลปรากฏว่าค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกับค่าจริง โดยมีรากที่สองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error: RMSE) = 19.417 การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกด้วยวิธีบ็อกเจนกินส์ เป็นกระบวนการที่อาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูลจำนวนผู้ป่วยในอดีตในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกันซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของปัจจัยด้านการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกที่ดำเนินไปในลักษณะเช่นเดิมต่อเนื่องไปในอนาคต ซึ่งข้อสันนิษฐานอันนี้ไม่ง่ายที่จะเกิดขึ้นได้จริง ยิ่งเวลาผ่านไปนานเท่าไร แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ก็ย่อมมีมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้น การใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจึงเป็นที่ยอมรับในกรณีที่ใช้ทำการพยากรณ์ระยะสั้น (ปณิธิ ธรรมวิจยะ, 2557)

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์ด้วยตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) ในระยะสั้นช่วง 14 สัปดาห์ หรือ 3 เดือนครึ่ง (เดือนมกราคม – เมษายน 2558) และทำการเปรียบเทียบกับจำนวนผู้ป่วยจริงจากการรายงาน พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ผลการพยากรณ์สอดคล้องกับจำนวนผู้ป่วยจริงจากการรายงาน อย่างไรก็ตามการนำเอาผลการพยากรณ์ด้วยตัวแบบอนุกรมเวลานี้ไปใช้ ควรจะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องในช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ด้วย

นอกจากนี้ เมื่อได้ทดลองขยายช่วงเวลาของข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดตัวแบบและขยายช่วงการพยากรณ์เป็นระยะยาวโดยใช้ข้อมูล 165 สัปดาห์ และทำการพยากรณ์ไปอีก 36 สัปดาห์ จนถึงสัปดาห์ที่ 201 (เป็นสัปดาห์ที่ 46 ของปี พ.ศ. 2558 ตรงกับเดือนพฤศจิกายน 2558) พบว่า ตัวแบบ ARIMA (2, 0, 0) หรือ AR (2) ยังคงใช้ได้ดี เงื่อนไขหรือข้อกำหนดต่าง ๆ ของการกำหนดตัวแบบยังเป็นไปตามข้อตกลง มีเพียงค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบที่เปลี่ยนแปลงไปแต่ทั้ง 3 พารามิเตอร์ ยังคงมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยค่าประมาณพารามิเตอร์เป็นดังนี้

พารามิเตอร์ในตัวแบบ (ARIMA Model Parameters)							
		ค่าประมาณ		ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE)	ค่าสถิติที	ค่าพี (Sig.)	
ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายสัปดาห์	ไม่แปลงข้อมูล	ค่าคงที่	51.577	21.470	2.402	0.017	
		AR	Lag 1	0.664	0.076	8.793	0.000
			Lag 2	0.273	0.076	3.607	0.000

อย่างไรก็ตาม ทุกครั้งที่จะนำตัวแบบอนุกรมเวลาที่กำหนดไปใช้ จะต้องทำการตรวจสอบเงื่อนไข ข้อตกลง ข้อกำหนดของตัวแบบ การเป็นตัวแบบที่ดี ที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ควรละเลย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผลการศึกษานี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการสร้างตัวแบบพยากรณ์หรือวิธีการพยากรณ์โดยการปรับเปลี่ยนตัวแบบได้ตามความเหมาะสมกับข้อมูลโรคต่างๆ ที่อยู่ในลักษณะของอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกัน

5.2.2 ผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้ป่วยที่ยังคงมีอยู่ในอนาคตที่ได้จากการพยากรณ์สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนป้องกันและควบคุมการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกของประชาชนในจังหวัดนครศรีธรรมราชหรือพื้นที่ใกล้เคียง

## บรรณานุกรม

- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2548). การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาญชัยณรงค์ ทรงศาศรี. (2554). การพยากรณ์โรคด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา. เทคนิคและวิธีการพยากรณ์โรคและภัยสุขภาพ. ขอนแก่น.
- ดาว สวงวรงค์ศิริกุล พรรษา เขียวอนันตวานิช และมณีนรัตน์ แสงเกษม. การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาใน กรุงเทพมหานคร. *วิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 38 (1), 35-55.
- ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2549). การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปณิธิ คุ้มวิจยะ. (2557). ความแม่นยำของการพยากรณ์ระยะสั้นของการเกิดโรคกลุ่มไข้เลือดออกด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ปี 2551-2556. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์, 45: 225-31.
- มนตริยา อุ่นเทียมโสมและวัลภา ศรีสุภาพ. (2555). การพยากรณ์การเกิดโรคไข้เลือดออกด้วยสถิติอนุกรมเวลาในพื้นที่สาธารณสุขเขต 3 และ 9.
- วรางคณา กิรติวิบูลย์. (2557). ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำยางชั้น. *วิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*. 8 (2): 146-160.
- ศรเพชร มหามาศย์ และจิระพัฒน์ เกตุแก้ว. (2557). การพยากรณ์โรคไข้เลือดออก พ.ศ. 2557. *สำนักโรคติดต่อ นำโดยแมลง: (2554). แผนยุทธศาสตร์โรคติดต่อ นำโดยแมลงระดับชาติ ปี 2555 – 2559. นนทบุรี.*
- Akaike H. Statistical predictor identification. 1970. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*. 22: 203-217.
- Box, G.E., Jenkins, G.M., & Reinsel, G.C. (2008). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 4<sup>th</sup> ed. Belmont: Cengage Learning.
- Box, G.E., Jenkins, G.M., & Reinsel, G.C. (1994). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Chesoh, S. and Lim, A. 2008. Forecasting fish catches in the Songkhla lake basin. *Science Asia*. 34: 335-340.

Gubler, 1997 Epidemic Dengue/Dengue Haemorrhagic Fever: A Global Public Health Problem in the 21st Century. Dengue Bulletin. 21: 1-19.

อนุกรมเวลา. <http://www.fpo.go.th/S-I/Source/ECO/ECO24.htm> ค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2558



## ประวัตินักวิจัย

### 1. ชื่อ นามสกุล

(ภาษาไทย) นางสาววรรณ พรหมเพรา

(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Suppawan Promprao

### 2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

### 3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช  
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าจิว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช  
รหัสไปรษณีย์ 80280

โทรศัพท์ 0-7537-7443, 08-9725-0769

โทรสาร (075) 377443

### 4. ประวัติการศึกษา

ระดับ	สาขาวิชา	ปริญญา	สถาบัน	ปีการศึกษา ที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2525
ปริญญาโท	สถิติ	พัฒนบริหารศาสตร มหาบัณฑิต	สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหาร ศาสตร์	2531
ปริญญาเอก	วิทยาศาสตร์ เชิงคำนวณ	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	2548

### 5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ สถิติวิเคราะห์ เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง

### 6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

#### 6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

แผนงานวิจัย 1 การป้องกันโรคอุบัติใหม่และโรคติดต่อที่ระบาดต่อเนื่องและโรค  
เรื้อรังที่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจสังคมและครอบครัว (ทุน วช 2557)

แผนงานวิจัย 2 การป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกในตำบลเคิ่ง อำเภอชะ  
อวด จังหวัดนครศรีธรรมราช (ทุน วช 2558-2559)

แผนงานวิจัย 3 การป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกในตำบลเคิ่ง อำเภอชะ  
อวด จังหวัดนครศรีธรรมราช (ทุน วช 2560-2561) (รอผลการพิจารณาจาก วช)

## 6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

โครงการ 1 การมีส่วนร่วมของชุมชนในการศึกษาความหลากหลายของยุงในพื้นที่ป่าพรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช (ทุน สกอ 2554)

โครงการ 2 นิเวศวิทยาของยุงลายในพื้นที่ป่าพรุควนเคร็ง ตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช (ทุน วช 2557)

โครงการ 3 รูปแบบการกระจายตัวของยุงในตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช (ทุน วช 2558-2559)

โครงการ 4 พฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในหมู่บ้านที่มีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับหมู่บ้านที่ไม่มีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ในตำบลเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช (ทุน วช 2560-2561) (รอฟผลการพิจารณาจาก วช)

## 6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

1. ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2548). การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไข้เลือดออกในอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช. ใน การสัมมนาาระบาทวิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 “เครือข่ายระดับชาติวิทยาทั่วไทย ใฝ่ระวิงภัยทั่วประเทศ” วันที่ 25-27 พฤษภาคม พ.ศ. 2548 (หน้า 122-123). กรุงเทพฯ: สำนักโรคระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
2. ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2549). การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไข้เลือดออก กรณีศึกษา: อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช. ใน การประชุมวิชาการสถิติและสถิติประยุกต์ ประจำปี 2549 (หน้า p71-p74). ชลบุรี: ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับเครือข่ายการวิจัยสถิติศาสตร์ เครือข่ายการจัดการข้อมูลและชีวสถิติและสมาคมสถิติแห่งประเทศไทย
3. ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2551). การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิในการสำรวจความชุกชุกของลูกน้ำยุงลายในจังหวัดนครศรีธรรมราช. ในการประชุมวิชาการวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีน นครศรีธรรมราช ประจำปี 2551
4. ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2551). การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิในการสำรวจความชุกชุกของลูกน้ำยุงลายในจังหวัดนครศรีธรรมราช. ในการประชุมวิชาการสถิติและสถิติประยุกต์ ประจำปี 2551 วันที่ 21-23 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 (หน้า p326-p329). ชลบุรี: ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ร่วมกับสมาคมสถิติแห่งประเทศไทยและเครือข่ายการวิจัยสถิติศาสตร์
5. ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2554). ความคาดหวังของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 20 (วทร. 20) วันที่ 11-13 มกราคม พ.ศ. 2554 (หน้า 397). เชียงราย: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

6. ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2554). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาสถิติพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์. ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ครั้งที่ 20 (วทร. 20) วันที่ 11-13 มกราคม พ.ศ. 2554 (หน้า 398). เชียงราย: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ร่วมกับ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
7. จีริสุตา พรหมเพรา จุริย์ ไก่แก้ว และศุภวรรณ พรหมเพรา. (2554). ความหลากหลายของ ลูกน้ำยุงพาหะในบริเวณโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ตำบลโพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง จังหวัด นครศรีธรรมราช. ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 20 (วทร. 20) วันที่ 11-13 มกราคม พ.ศ. 2554 (หน้า 344). เชียงราย: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ร่วมกับมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย.
8. กุหลาบ หนูนะ ศุภวรรณ พรหมเพรา และสุมาลี เลี่ยมทอง. (2553). พฤติกรรมการ ป้องกันโรคไข้เลือดออกของนักเรียนชั้นประถมศึกษา กรณีศึกษา: โรงเรียนวัดทุ่งแย้ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช. ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 36 (วทท. 36) วันที่ 26-28 ตุลาคม พ.ศ. 2553 (หน้า 221). ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค กรุงเทพฯ ฯ สมาคม วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
9. ยุวดี วัฒนสุนทร สุมาลี เลี่ยมทอง และศุภวรรณ พรหมเพรา. (2553). คุณค่าทางอาหาร ของเมล็ดบัวสาย จากอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. ในการประชุม วิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 36 (วทท. 36) วันที่ 26-28 ตุลาคม พ.ศ. 2553 (หน้า 197). ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค กรุงเทพฯ ฯ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์และ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
10. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2003). Climatic factors influencing on the incidence rate of dengue haemorrhagic fever in Nakhon Si Thammarat. In 29<sup>th</sup> Congress on Science and Technology of Thailand. Khonkaen University, Thailand, 20<sup>th</sup>-22<sup>th</sup> October 2003 (pp. 241). Khon Kean: Khon Kean University.
11. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2004). Impact of climatic factors on dengue haemorrhagic fever incidence in southern Thailand. In 5<sup>th</sup> Applied Statistics Conference of the Northern Thailand, 27<sup>th</sup>-29<sup>th</sup> May 2004 (pp. ค11-ค12). Changmai: Changmai University.

12. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2004). Breeding sites of dengue vectors in Nakhon Si Thammarat. In **30<sup>th</sup> Congress on Science and Technology of Thailand, 19<sup>th</sup>-21<sup>th</sup> October 2004** (pp.199). Maung Thong Thani: Srinakarinwirot University.
13. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2005). Prediction of dengue haemorrhagic fever incidence using PCA: A case study in Nakhon Si Thammarat. In **1<sup>st</sup> Applied Statistics Conference for Development of the Northeast Thailand, 2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> May 2005** (pp. 370-381). Khon Kaen: Khon Kaen University.
14. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2005). Time series forecast of dengue haemorrhagic fever cases in southern Thailand using ARIMA models. In **17<sup>th</sup> International Epidemiology Association World Congress of Epidemiology, 21<sup>st</sup>-25<sup>th</sup> August 2005** (pp. 414). Bangkok: International Epidemiological Association.
15. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2005). Impact of climatic factors on dengue haemorrhagic fever incidence in southern Thailand. **Walailak Journal Science and Technology, 2(1)**, 59-70.
16. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2005). Climatic factors affecting dengue haemorrhagic fever incidence in southern Thailand. **Dengue Bulletin, 29**, 41-48.
17. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2006). Forecasting dengue haemorrhagic fever cases in southern Thailand using ARIMA models. **Dengue Bulletin, 30**, 99-106.
18. Promprou, S., Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasinee, K. (2007). High and low risk dengue haemorrhagic fever areas affecting key breeding place of *Aedes aegypti* (L.) and *ae. Albopictus* (Skuse) in Nakhon Si Thammarat Southern Thailand. **Walailak Journal Science and Technology, 4(1)**, 9-22.
19. Promprou, S. (2008). Stratified random sampling in *Aedes* density survey in Nakhon Si Thammarat. In **The Second International Conference on Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever, "Global Innovation to Fight Dengue"**, 15<sup>th</sup>-17<sup>th</sup> October 2008 (pp. 388). Hilton Arcadia, Phuket Thailand: Department of Disease Control, Ministry of Public Health.



20. Promprou, S. & Promprou, J. (2010). Logistic regression model to predict dengue haemorrhagic fever patients in Nakhon si Thammarat (NST) Thailand. In **36<sup>th</sup> Congress on Science and Technology of Thailand, 26<sup>th</sup>-28<sup>th</sup> October 2010** (pp.51). Bangkok International Trade & Exhibition Centre (BITEC). Bangkok Thailand.
21. Chareanward, P., Promprao, S. & Sittirug, A. (2011). The learner-centered learning activities management on a force topic in science. In **37<sup>th</sup> Congress on Science and Technology of Thailand, 10<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> October 2010** (p. 378). Centara Grand & Bangkok Convention Centre at Central World, Bangkok, Thailand.
22. Promprou, S. (2011). Regression model to predict dengue haemorrhagic fever patients in Nakhon Si Thammarat Thailand. **Laos Journal of Science, 2**, 727-732.
23. Kaikaw, J., Promprou, S. & Sutin, S. (2012). The larval occurrence of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* in Khun Kreang Peat Swamp Forest in Nakhon Si Thammarat Thailand. **Proceeding: 1<sup>st</sup> ASEAN Plus3 Graduate Research Congress (AGRC 2012), 2012**, 258-263.
24. Rungtip, J., Sittirug, H. & Promprou, S. (2012). Conceptual Development of Projectile Motion Using Science Water Rocket Learning Activities for Mathayomsuksa 4 Student. **Proceeding: 1<sup>st</sup> ASEAN Plus3 Graduate Research Congress (AGRC 2012), 2012**, 258-263.
25. Promprou, S. (2012). Regression model to predict dengue haemorrhagic fever patients in Khun Kreang Peat Land Nakhon si Thammarat Thailand. In **38<sup>th</sup> Congress on Science and Technology of Thailand, 17<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> October 2012**, the Empress Hotel ChaingMai Thailand.
26. Promprou, S., Kaikaw, J., Pollar, M. & Promprou, J. (2012). Spatial distribution and habitats characterization of *Aedes* and *Culex* larval mosquitoes in Khun Kreang Peat Lands, Nakhon Si Thammarat, Thailand. In **The international conference “The excellence in teacher education and research innovation” under the project of “The 120<sup>th</sup> Thai education anniversary celebration” To Honer His Majesty the King : “The teacher of the Land”, On the Occasion of HM’s 85<sup>th</sup> Birthday Anniversary, 24-28 December, 2012**, At the Royal Orchid Sheraton, Bangkok, Thailand, p. 288.

27. Promprou, S. (2013). Multiple linear regression model to predict dengue haemorrhagic fever (DHF) patients in Kreang Sub-District, Cha-Uat District, Nakhon si Thammarat, Thailand. *Journal of Applied Science Research*, 9(12), 6193-6197.
28. ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2557). การศึกษาความหลากหลายของยุงในพื้นที่ป่าพรุควนเคิ่ง ตำบลเคิ่ง อำเภอลำพูน จังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฉบับพิเศษ)*. หน้า 675-691.
29. Promprou, S. (2015). Community participation in the study of biodiversity of mosquitoes at Khun Kreang Peat Land, Kreang Sub-District, Cha-Uat District, Nakhon si Thammarat. Proceedings of The 5th Rajamangala University of Technology International Conference, June 2015 Information Technology Building Rajamangala University of Technology Suvarnabhomi Phranakhon Si Ayutthaya, Thailand, pp. 178-195.

#### 7. ผลงานเอกสาร ตำรา

- 7.1 ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2548). *สถิติเพื่อการวิจัย*. เอกสารประกอบการสอน รายวิชา สถิติเพื่อการวิจัย นครศรีธรรมราช: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- 7.2 ศุภวรรณ พรหมเพรา. (2559). *การวิเคราะห์การถดถอย*. นครศรีธรรมราช: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. (กำลังดำเนินการ)