

การพยากรณ์แนวโน้มการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตายในประเทศไทย



นายศึกษา กীরติภรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

FORECASTING MORTALITY TRENDS CLASSIFIED BY CAUSES OF DEATH IN THAILAND.

Mr. Suksa Keeratibharat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Insurance

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

ศึกษา กิริติภารัตน์ : การพยากรณ์แนวโน้มการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตายในประเทศไทย. (FORECASTING MORTALITY TRENDS CLASSIFIED BY CAUSES OF DEATH IN THAILAND.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สุวณิ สุรเสียงสังข์, 166 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทยจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทยตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานของบัญชีจำแนกโรค (ICD) ได้แก่ เนื้องอก โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิตบางโรค โรคระบบทางเดินหายใจ และสาเหตุการตายภายนอกของการป่วยและตาย โดยการหาความสัมพันธ์เชิงดูยภาพระยะยาวระหว่างพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาซึ่งประมาณได้จากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ ของสาเหตุการตาย ด้วยวิธีการของ Johansen และนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปพยากรณ์พารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ เพื่อใช้ในการพยากรณ์อัตราการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตาย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ จำนวนประชากรกลางปีและจำนวนประชากรที่ตายจากกระทรวงสาธารณสุขจำแนกตามสาเหตุการตาย เพศและอายุในปี พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2554

ผลการศึกษาพบว่าทุกตัวแบบให้ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในทุกสาเหตุการตายมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทั้งเพศชายและเพศหญิง คือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไป ยกเว้นการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิตที่มีแนวโน้มลดลง โดยค่าพยากรณ์อัตราการมรณะของเพศชายมีค่าสูงกว่าเพศหญิงเล็กน้อยในทุกสาเหตุการตาย ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะด้านอายุพบว่าในทุกสาเหตุการตายอัตราการมรณะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุแบบเอกซ์โพเนนเชียลแต่ลดลงในวัยผู้สูงอายุ ยกเว้นสาเหตุการตายภายนอกของการป่วยและตายที่มีแนวโน้มลดลงในช่วงอายุ 2-14 ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอายุ 85 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา สถิติ

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การประกันภัย

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2556

5481696926 : MAJOR INSURANCE

KEYWORDS: CAUSE OF DEATH / THAI MORTALITY / LEE-CARTER / COINTEGRATION / SINGULAR VALUE DECOMPOSITION (SVD) / VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR) / VECTOR ERROR CORRECTION MODELS (VECM) / ARIMA

SUKSA KEERATIBHARAT: FORECASTING MORTALITY TRENDS CLASSIFIED BY CAUSES OF DEATH IN THAILAND.. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUWANEE SURASIENGSUNK, Ph.D., 166 pp.

This research aims to forecast mortality rates of Thai Population classified by major causes of death, according to International Classification of Diseases (ICD) in Thailand; including, neoplasms, diseases of the circulatory system, certain infectious and parasitic diseases, external cause of morbidity and mortality from accidents. Johansen's procedure is used to find the long-term equilibrium relationship between time-varying parameter that is estimated by using Lee-Carter model. This relationship is used to forecast time-varying parameters of the Lee-Carter model, and it is applied to determine the predicted mortality rates classified by cause of death. The data in this research has been obtained from the Ministry of Public Health. These data are the number of population in the midyear and the number of death population classified by cause of death, gender and age during 1996 – 2011.

The results presented show that most of the models have predicted mortality rates moving in the same direction and are likely to marginally increase over time for both male and females; with the exception of the circulatory system diseases that have a downward moving trend. The predicted mortality rates of males are slightly higher than the rate of females for all of the causes of death. The predicted mortality rates across age groups for each cause of death, it is found that the predicted mortality rates have increased in proportion to the age value, exponentially. However, the external cause of morbidity and mortality from accidents has decreased in the age range of 2-14 years old and has an increasing trend up to 85 years.

Department: Statistics

Student's Signature

Field of Study: Insurance

Advisor's Signature

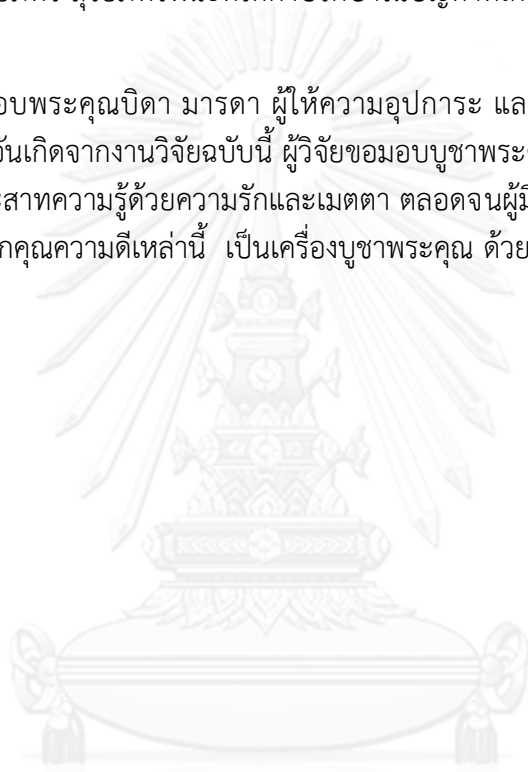
Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์อย่างสูงจาก รศ.ดร.สุวภาณี สุรเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้การทำงานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด

ขอขอบคุณ นพ.ณัฐวุฒิ กิริติภรณ์ พี่ชายที่เคารพรักยิ่ง ผู้เป็นแรงผลักดัน และให้การสนับสนุน รวมถึง นายภัทร สุริยภัทรพันธ์ที่ให้คำปรึกษาในปัญหาที่เกิดขึ้นแก่ผู้ทำวิจัยในระหว่างการทำงานวิจัยชิ้นนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ความอุปการะ และให้กำลังใจต่อผู้วิจัยตลอดมา คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา บูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ด้วยความรักและเมตตา ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือ จึงขอยกคุณความดีเหล่านี้ เป็นเครื่องบูชาพระคุณ ด้วยความเคารพอย่างยิ่ง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	3
1.6 วิธีการดำเนินงานโดยย่อ.....	4
1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการศึกษา.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1.1 ระบบการจดทะเบียนการตาย.....	7
2.1.2 ปัญหาความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตาย.....	8
2.1.3 สาเหตุการตาย.....	10
2.1.4 บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (International Statistical Classification of Disease and Related Health Problem: ICD).....	10
2.1.5 กลุ่มสาเหตุการตายตามอัตราการณะต่อประชากร 100,000 คน 10 กลุ่มแรก.....	12
2.1.6 สาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย.....	14
2.1.7 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) (Lee and Carter, 1992).....	17
2.1.8 การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐาน (Singular Value Decomposition: SVD) (Baker, 2005: Online).....	19
2.1.9 การทดสอบยูนิตรูท (Unit root) (Dickey and Fuller, 1979).....	20

2.1.10	Vector Autoregressive (VAR)	21
2.1.11	โคอินทิเกรชัน (Cointegration) และตัวแบบการปรับแก้ความผิดพลาดหลายตัวแปร (Vector Error Correction Model: VECM)	23
2.1.12	การทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation)	26
2.1.13	การทดสอบการกระจายแบบปกติ (Lütkepohl, 2005)	27
2.1.14	ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างสมบูรณ์ (Perfect multicollinearity) (Gujarati, 2003)	28
2.1.15	ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)	28
2.2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
2.2.1	งานวิจัยในต่างประเทศ	29
2.2.2	งานวิจัยภายในประเทศ	31
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	33
3.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
3.2	การเตรียมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย	35
3.2.1	ข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ	35
3.2.2	การปรับแก้ปัญหาความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตาย	36
3.2.3	การหาอัตราการณะกลางปี และลอการิทึมของอัตราการณะกลางปี	36
3.3	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์	37
3.4	การหาตัวแบบพยากรณ์พารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์	38
3.5	การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ	39
3.6	การหาค่าพยากรณ์อัตราการณะจำแนกตามสาเหตุการตาย	39
บทที่ 4	การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์	40
4.1	ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์	40
4.2	ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x และ κ_x	44
บทที่ 5	การทดสอบคุณสมบัติหนึ่งและโคอินทิเกรชัน	55
5.1	การเลือกช่วงความล่าช้าที่เหมาะสม (Lag order selection)	55
5.2	การทดสอบยูนิตรูท (Unit Root Test)	56
5.3	การทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน	59

บทที่ 6 การพยากรณ์พารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์และอัตราณณะ	65
6.1 การพยากรณ์พารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	65
6.2 การเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราณณะจากตัวแบบและค่าอัตราณณะจริงในช่วงปีพ.ศ.2539-2554.....	74
6.3 การหาค่าพยากรณ์อัตราณณะช่วงปีพ.ศ.2555 – 2564.....	74
6.4 การหาค่าพยากรณ์อัตราณณะรวมจากค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ K_t ด้วยตัวแบบ ARIMA	83
6.4.1 หาค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x, β_x, K_t ในตัวแบบลีคาร์เตอร์	83
6.4.2 หาค่าพยากรณ์ K_t ในสำหรับตัวแบบ ARIMA	86
6.5 การหาค่าพยากรณ์อัตราณณะด้วยสาเหตุอื่นๆ	88
บทที่ 7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	91
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	91
7.2 อภิปรายผล	93
7.3 การนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้	94
7.4 ข้อเสนอแนะ	94
รายการอ้างอิง	96
ภาคผนวก.....	99
ภาคผนวก ก จำนวนการตายที่ปรับแล้วจำแนกตามสาเหตุการตาย เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554.....	100
ภาคผนวก ข จำนวนการประชากรกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554	111
ภาคผนวก ค ค่าพยากรณ์อัตราณณะ จำแนกตามสาเหตุการตาย เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564.....	114
ภาคผนวก ง ค่าพยากรณ์อัตราณณะในสาเหตุอื่นๆ เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564....	123
ภาคผนวก จ การหาค่า k ที่เหมาะสมสำหรับการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐาน	126
ภาคผนวก ก จำนวนการตายที่ปรับแล้วจำแนกตามสาเหตุการตาย เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554.....	133
ภาคผนวก ข จำนวนการประชากรกลางปี เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554	144
ภาคผนวก ค ค่าพยากรณ์อัตราณณะ จำแนกตามสาเหตุการตาย เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564.....	147

ญ

หน้า

ภาคผนวก ง ค่าพยากรณ์อัตราดอกเบี้ยในสาขาอื่นๆ เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564....	156
ภาคผนวก จ การหาค่า k ที่เหมาะสมสำหรับการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐาน	159
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	166



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนตายจากการสำรวจการเปลี่ยนแปลงประชากร พ.ศ.2507 – 2549.....	9
ตารางที่ 2.2 รหัสรายการ ICD-10 ตามกลุ่มโรค.....	11
ตารางที่ 2.3 จำนวนและอัตราการตายต่อประชากร 100,000 คน ตามลำดับกลุ่มสาเหตุการตาย 10 กลุ่มแรก.....	12
ตารางที่ 4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในแต่ละสาเหตุการตายจำแนกตามเพศและอายุ.....	40
ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 1 (β_{x1})	45
ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 2 (β_{x2})	46
ตารางที่ 4.4 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 1 (K_{t1})	50
ตารางที่ 4.5 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 2 (K_{t2})	51
ตารางที่ 6.1 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ K_{t1} ในตัวแบบ VECM ของเพศชาย	66
ตารางที่ 6.2 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ K_{t1} ในตัวแบบ VECM ของเพศหญิง	67
ตารางที่ 6.3 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ K_{t2} ในตัวแบบ VAR ของเพศชาย	68
ตารางที่ 6.4 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ K_{t2} ในตัวแบบ VAR ของเพศหญิง	69
ตารางที่ 6.5 ผลการทดสอบ wald test ของ K_{t2} ในตัวแบบ VAR เพศชาย	70
ตารางที่ 6.6 ผลการทดสอบ wald test ของ K_{t2} ในตัวแบบ VAR เพศหญิง	71
ตารางที่ 6.7 ค่าพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ K_t ในคอลัมน์ที่ 1 (K_{t1}) ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	72
ตารางที่ 6.8 ค่าพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ K_t ในคอลัมน์ที่ 2 (K_{t2}) ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์.....	72
ตารางที่ 6.9 การทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเองและการกระจายแบบปกติของค่าคลาดเคลื่อนในตัวแบบ VAR ของ K_{t1}	73
ตารางที่ 6.10 การทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเองและการกระจายแบบปกติของค่าคลาดเคลื่อนในตัวแบบ VAR ของ K_{t2}	73
ตารางที่ 6.11 ค่า MAPE ในตัวแบบการพยากรณ์จำแนกตามสาเหตุการตาย	74
ตารางที่ 6.12 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ในตัวแบบลีคาร์เตอร์ของอัตราณรวม	84
ตารางที่ 6.13 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ในตัวแบบลีคาร์เตอร์ของอัตราณรวม	85
ตารางที่ 6.14 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ในตัวแบบลีคาร์เตอร์ของอัตราณรวม	86
ตารางที่ 6.15 ค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ K_t ในตัวแบบลีคาร์เตอร์ของอัตราณรวม	87

สารบัญภาพ

รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	34
รูปที่ 4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	41
รูปที่ 4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยเนื้องอก (C00-D48) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	42
รูปที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	42
รูปที่ 4.4 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจ (J00-J98) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	43
รูปที่ 4.5 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย (V01-Y89) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	44
รูปที่ 4.6 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	47
รูปที่ 4.7 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยเนื้องอก (C00-D48) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	47
รูปที่ 4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	48
รูปที่ 4.9 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจ (J00-J98) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	49
รูปที่ 4.10 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย (V01-Y89) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	49
รูปที่ 4.11 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_r ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (K_{r1}) ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	52
รูปที่ 4.12 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_r ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (K_{r1}) ของการตายด้วยเนื้องอก (C00-D48) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	52
รูปที่ 4.13 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_r ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (K_{r1}) ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	53
รูปที่ 4.14 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_r ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (K_{r1}) ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจ (J00-J98) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ	53

รูปที่ 4.15 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_T ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (K_{II}) ของการตายด้วยสาเหตุ
 ภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย (V01-Y89) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ 54

รูปที่ 6.1 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศชาย 75

รูปที่ 6.2 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศหญิง 75

รูปที่ 6.3 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในเนื้องอกสำหรับเพศชาย 76

รูปที่ 6.4 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในเนื้องอกสำหรับเพศหญิง 76

รูปที่ 6.5 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในโรกระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศชาย 77

รูปที่ 6.6 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในโรกระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศหญิง 77

รูปที่ 6.7 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศชาย
 78

รูปที่ 6.8 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศหญิง
 78

รูปที่ 6.9 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศชาย 79

รูปที่ 6.10 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศหญิง 79

รูปที่ 6.11 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในเนื้องอกสำหรับเพศชาย 80

รูปที่ 6.12 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในเนื้องอกสำหรับเพศหญิง 80

รูปที่ 6.13 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในโรกระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศชาย 81

รูปที่ 6.14 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในโรกระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศหญิง 81

รูปที่ 6.15 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศชาย 82

รูปที่ 6.16 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศหญิง 82

รูปที่ 6.17 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมรวมเพศชาย 87

รูปที่ 6.18 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมรวมเพศหญิง 88

รูปที่ 6.19 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมด้วยสาเหตุอื่นๆเพศชาย 89

รูปที่ 6.20 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมด้วยสาเหตุอื่นๆเพศหญิง 89

รูปที่ 6.21 ค่าพยากรณ์อัตราฆาตกรรมด้วยสาเหตุอื่นๆเพศชาย 90

รูปที่ 6.22 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมด้วยสาเหตุอื่นๆเพศหญิง 90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตายเป็นองค์ประกอบพื้นฐานประการหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร การวิเคราะห์ภาวะการตายไม่ว่าจะเป็นแนวโน้ม หรือสาเหตุการตาย ล้วนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรซึ่งส่งผลกระทบต่ออัตราการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านสังคม วัฒนธรรม การเมือง และเศรษฐกิจ อีกทั้งยังใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเป้าหมาย นโยบาย และแผนงานด้านต่างๆ เช่น การให้บริการด้านการแพทย์ ด้านสาธารณสุข ด้านประชากรศาสตร์ และด้านธุรกิจประกันภัย ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550ก: ออนไลน์)

ปัจจุบันประชากรมีความเข้าใจและเห็นประโยชน์ของการทำประกันชีวิตมากขึ้น ส่งผลให้ธุรกิจประกันชีวิตมีอัตราเติบโตอย่างสม่ำเสมอ (ASTVผู้จัดการออนไลน์, 2556: ออนไลน์) การพยากรณ์อัตรามรณะจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักคณิตศาสตร์ประกันชีวิตต้องใช้อัตรามรณะในการสร้างตารางมรณะที่เหมาะสมและแม่นยำ เพื่อใช้ในการกำหนดเบี้ยประกันชีวิตที่เป็นธรรมและคำนวณเงินสำรองของบริษัทประกันชีวิต รวมทั้งใช้ในการพิจารณาการออกแบบกรมธรรม์ประกันชีวิตต่างๆ ซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อความมั่นคงทางการเงินของบริษัทประกันชีวิต

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาการสร้างตัวแบบและการพยากรณ์อัตรามรณะได้มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ตัวแบบต่างๆ ได้ถูกนำเสนอเพื่อที่จะช่วยนักประชากรศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ประกันภัยในการคำนวณความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อัตรามรณะในระยะยาว การพยากรณ์อัตรามรณะโดยพิจารณาจากสาเหตุการตายร่วมด้วยเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักประชากรศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ประกันภัยสนใจ ซึ่งมักจะพยากรณ์อัตรามรณะจำแนกตามสาเหตุการตายแล้วจึงนำมาคำนวณเป็นอัตรามรณะรวม อย่างไรก็ตามการพยากรณ์อัตรามรณะด้วยวิธีนี้จะมีข้อจำกัดสำคัญในเรื่องของความไม่เป็นอิสระต่อกันของสาเหตุการตายแต่ละสาเหตุ นั่นคือ สำหรับผู้ตายคนหนึ่ง เราไม่สามารถทราบได้ว่าหากยังมีชีวิตอยู่ในอนาคตจะตายด้วยสาเหตุใด ดังนั้นการพยากรณ์อัตรามรณะจำแนกตามสาเหตุการตายจึงมักตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า สาเหตุการตายแต่ละสาเหตุมีความเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งอาจส่งผลให้การพยากรณ์คลาดเคลื่อนได้

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำความไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependency) ของสาเหตุการตายแต่ละสาเหตุมาวิเคราะห์ร่วมด้วย โดยใช้ตัวแบบ Vector Autoregressive Model (VAR) และ Vector Error Correction Models (VECM) ซึ่งเป็นแบบจำลองทางเศรษฐมิติมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) เพื่อพยากรณ์แนวโน้มการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์แนวโน้มการมรณะของประชากรไทยจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ เนื้องอก โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย และโรคของระบบทางเดินหายใจ โดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) และใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาจากตัวแบบ VAR และ VECM

2. เพื่อพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทยจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ เนื้องอก โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย และโรคของระบบทางเดินหายใจ ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. จำนวนประชากรกลางปีตั้งแต่ปีพ.ศ. 2539 – 2554 จากสถิติสาธารณสุขสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามกลุ่มอายุ และเพศ

2. จำนวนการตายและสาเหตุการตายตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานของบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศของประชากรไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 – 2554 จากสถิติสาธารณสุขสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามกลุ่มอายุ เพศ และ สาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย 5 สาเหตุ ได้แก่ โรคนื้องอก (C00-D48) โรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย (V01-Y89) โรคระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) โรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J98)

- ข้อมูลอายุของประชากรที่ใช้คำนวณในงานวิจัยกำหนดให้เป็นกลุ่มอายุ โดยเริ่มจาก 0, 1, 2, 3, 4, 5-9, 10-14, 15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75-79, 80-84, ≥ 85 ปี

- ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลของสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ เนื้องอก โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย และโรคของระบบทางเดินหายใจ

- ในการศึกษาที่กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงของอัตราการมรณะจากปัจจัยด้านอายุเป็นอิสระจากปัจจัยด้านเวลา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทราบแนวโน้มอัตราการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญของประชากรไทย ได้แก่ เนื้องอก โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย และโรคของระบบทางเดินหายใจ

2. สามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ประกันชีวิตที่ใช้ข้อมูลจำแนกตามสาเหตุการตาย เช่น กรรมธรรม์ประกันอุบัติเหตุ กรรมธรรม์ประกันมะเร็ง เป็นต้น

1.5 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การแปลความหมายและการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นที่เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

AM_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k

AF_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k

CM_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k

CF_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k

IM_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k

IF_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k

VM_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตายของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k

VF_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตายของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k

$AM_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

$AF_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

$CM_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

$CF_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

$IM_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

$IF_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

$VM_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

$VF_k(-p)$ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

a_{Mn} แทน เวกเตอร์ความเร็วในการปรับตัวของความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ความสัมพันธ์ที่ n สำหรับเพศชาย

a_{Fn} แทน เวกเตอร์ความเร็วในการปรับตัวของความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ความสัมพันธ์ที่ n สำหรับเพศหญิง

b_{Mn} แทน เวกเตอร์สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ความสัมพันธ์ที่ n สำหรับเพศชาย

b_{Fn} แทน เวกเตอร์สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ความสัมพันธ์ที่ n สำหรับเพศหญิง

EC_{Mn} แทน สมการความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ความสัมพันธ์ที่ n สำหรับเพศชาย

EC_{Fn} แทน สมการความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ความสัมพันธ์ที่ n สำหรับเพศหญิง

1.6 วิธีการดำเนินงานโดยย่อ

1. ศึกษาและค้นคว้าเอกสาร ตำรา งานวิจัย รวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์, VAR, VECM และความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน (Cointegration)
3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องพร้อมปรับข้อมูลจำนวนการตายในเรื่องการไม่ระบุกลุ่มอายุและความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตาย เพื่อนำไปวิเคราะห์ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์
4. ประมาณค่าพารามิเตอร์ α_x, β_x และ κ_t ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์จำแนกตามสาเหตุการตาย ซึ่งกำหนดโดย $\ln(m_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x \kappa_t$ เมื่อ $m_{x,t}$ คือค่าอัตราณณะกลางปี
5. ตรวจสอบคุณสมบัติหนึ่งของ κ_t จำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญ

5.1 หากมีคุณสมบัติหนึ่งสร้างตัวแบบ VAR ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ μ_t ในแบบจำลอง Lee-Carter จำแนกตามสาเหตุการตาย

5.2 หากไม่มีคุณสมบัติหนึ่งจะตรวจสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน (Cointegration) ด้วยวิธีของ Johanson ถ้าพบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน สร้างแบบจำลอง VECM ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ μ_t ในแบบจำลองลี-คาร์เตอร์หากไม่พบใช้แบบจำลอง VAR แทน

6. ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ โดยตรวจสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Auto correlation) และทดสอบความเป็นการกระจายแบบปกติ (Normality test) ของค่าคลาดเคลื่อน

7. คำนวณค่าพยากรณ์ของอัตราการณะจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญ

8. วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลของการวิจัย

9. เขียนรายงานและสรุปผลการวิจัย

1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการศึกษา

วิทยานิพนธ์ในเล่มนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 บท โดยบทที่ 1 ประกอบไปด้วยความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต เงื่อนไขที่สำคัญ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและวิธีการดำเนินงานโดยย่อ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีและวิธีการต่างๆที่จำเป็นในศึกษาแนวโน้มการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตาย รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยในบทที่ 3 จะกล่าวถึงขั้นตอนในการศึกษาอย่างละเอียด การเก็บข้อมูลและการปรับข้อมูลให้เหมาะสมก่อนนำไปศึกษา จากนั้นในบทที่ 4 จะแสดงผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์จำแนกตามสาเหตุการตาย และวิเคราะห์แนวโน้มของพารามิเตอร์จากกราฟ ต่อมาในบทที่ 5 จะกล่าวถึงการทดสอบคุณสมบัติหนึ่งและโคอินทิเกรชันของตัวแปรต่างๆ และนำไปใช้ในบทที่ 6 ซึ่งจะทำการพยากรณ์พารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่แปรผันตามเวลา เพื่อนำไปหาค่าพยากรณ์อัตราการณะ และในบทที่ 7 จะเป็นส่วนบทสรุปและข้อเสนอแนะ ประกอบไปด้วยการสรุปผลการศึกษา อภิปรายผลและข้อเสนอแนะของงานวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการพยากรณ์อัตราการณะของประชากรไทยจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญ 5 สาเหตุในประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) เนื่องจากสาเหตุการตายเป็นความเสี่ยงแข่งขัน (Competing Risk) ดังนั้น สาเหตุการตายแต่ละประเภทจึงไม่เป็นอิสระต่อกันหรือมีความขึ้นต่อกัน (Dependency)

พิจารณาตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee and Carter, 1992)

$$\ln(m_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x \kappa_t$$

เมื่อ $m_{x,t}$ แทนอัตราการณะกลางปีของประชากรอายุ x ในปีที่ t

α_x, β_x แทนค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบของประชากรอายุ x

κ_t แทนค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา (time-varying parameter)

ความเสี่ยงแข่งขันเกิดขึ้นเนื่องจากประชากรที่ตายด้วยสาเหตุหนึ่ง แต่เราไม่สามารถทราบได้ว่าหากเขายังมีชีวิตอยู่ในอนาคตเขาจะตายด้วยสาเหตุใด ดังนั้นความขึ้นต่อกันของแต่ละสาเหตุการตายจึงเกี่ยวเนื่องโดยตรงกับพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา (κ_t)

ในการศึกษาครั้งนี้จึงแยกพิจารณาพารามิเตอร์ของอายุตามสาเหตุการตายเป็นอิสระจากกัน และใช้ตัวแบบ VAR และ VECM ซึ่งเป็นตัวแบบที่นำความขึ้นต่อกันของตัวแปรแต่ละตัวมาพิจารณา ร่วมด้วยมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา โดยตัวแบบ VAR ใช้ในข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัตินิ่ง (Stationary) แต่หากข้อมูลไม่มีคุณสมบัตินิ่งแต่มีความสัมพันธ์กันแบบโคอินทิเกรชัน (Cointegration) แล้วแสดงว่าแต่ละสาเหตุการตายมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Long-run equilibrium relationship) เราจะใช้ตัวแบบ VECM ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา เพื่อแสดงถึงการปรับตัวในระยะสั้นกลับเข้าสู่สมดุลในระยะยาว

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยในหัวข้อ 2.1.1 จะอธิบายถึงระบบจดทะเบียนการตาย และกล่าวถึงปัญหาความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตาย สาเหตุการตาย และระบบการให้รหัส ICD ซึ่งเป็นระบบสากลของการใช้รหัสแทนการเรียกชื่อโรคในหัวข้อ 2.1.2 2.1.3 และ 2.1.4 ตามลำดับ จากนั้นในหัวข้อ 2.1.5 จะแสดงอันดับกลุ่มสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลสถิติจากกระทรวงสาธารณสุข โดยรายละเอียดของแต่ละโรคจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 2.1.6 ต่อมาจะอธิบายถึงลักษณะของตัวแบบลี-คาร์

เตอร์และวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานในหัวข้อ 2.1.7 และ 2.1.8 หลังจากนั้นจะแสดงถึงวิธีตรวจสอบคุณสมบัติหนึ่งของข้อมูลที่แปรผันตามเวลาด้วยวิธียูนิตรูทในหัวข้อ 2.1.9 และการใช้ตัวแบบ VAR และ VECM ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาเพื่อใช้ในการพยากรณ์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในหัวข้อ 2.1.10 และ 2.1.11 ตามลำดับ จากนั้นจะกล่าวถึงการทดสอบสมมติฐานของตัวแบบได้แก่ การทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง การทดสอบการกระจายแบบปกติและปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างสมบูรณ์ ในหัวข้อ 2.1.12-2.1.14 ตามลำดับ และกล่าวถึงตัวแบบ ARIMA เป็นอันดับสุดท้ายในหัวข้อที่ 2.1.15

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ระบบการจดทะเบียนการตาย

ประเทศไทยได้มีการใช้กฎหมายเพื่อบังคับให้มีการจดทะเบียนการตายสำหรับการตายทุกราย โดยกระทรวงมหาดไทยกำหนดไว้ว่า เจ้าบ้านหรือผู้พบคนตายต้องแจ้งการตายที่สำนักงานทะเบียนในท้องที่นั้นๆ ภายใน 24 ชั่วโมงนับตั้งแต่เวลาตายหรือเวลาที่พบศพ โดยขั้นตอนการจดทะเบียนการตายขึ้นอยู่กับประเภทการตาย ดังนี้

1. การตายในสถานพยาบาล แพทย์ประจำโรงพยาบาลผู้ดูแลก่อนตายจะเป็นผู้ลงสาเหตุการตายและออก “หนังสือรับรองการตาย” หรือ “ท.ร. ๔/๑” ให้ญาติของผู้ตายเพื่อนำไปจดทะเบียนกับนายทะเบียนท้องที่ที่สำนักงานทะเบียนอำเภอ / เทศบาล ที่มีชื่อผู้ตายอยู่ในทะเบียนบ้าน ซึ่งจะออก “ใบมรณบัตร” ให้ญาติผู้ตายต่อไป

2. การตายด้วยสาเหตุธรรมชาติที่บ้าน ได้แก่ การป่วยไข้ หรือมีสาเหตุภายในร่างกาย ให้แจ้งต่อผู้ใหญ่บ้าน หรือ กำนัน ในฐานะผู้ช่วยนายทะเบียนท้องที่ ซึ่งจะออก “ใบรับแจ้งการตาย” หรือ “ท.ร. ๔ ตอนหน้า” และให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ชั่งประวัติ/หาข้อมูล เพื่อลงสาเหตุการตายในเอกสารดังกล่าว เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการจดทะเบียนกับนายทะเบียนท้องที่ที่สำนักงานทะเบียนอำเภอ / เทศบาล ที่มีชื่อผู้ตายอยู่ในทะเบียนบ้าน ซึ่งจะออก “ใบมรณบัตร” ให้ญาติผู้ตายต่อไป

3. การตายด้วยสาเหตุผิดธรรมชาติ ได้แก่ การถูกฆ่าตาย ฆ่าตัวตาย อุบัติเหตุ ถูกสัตว์ทำร้าย หรือตายเพราะภัยธรรมชาติ โดยบุคคลที่ไปกับผู้ตาย หรือผู้พบผู้ตาย จะต้องแจ้งนายทะเบียนผู้รับแจ้งแห่งท้องที่ หรือพนักงานฝ่ายปกครอง หรือตำรวจซึ่งต้องไปพร้อมแพทย์ทำการชันสูตรพลิกศพหาสาเหตุการตายแล้วเขียนลงใบบันทึกประจำวัน ญาติของผู้ตายจะนำใบบันทึกประจำวัน / หนังสือราชการไปจดทะเบียนกับนายทะเบียนท้องที่ที่สำนักงานทะเบียนอำเภอ / เทศบาล ที่มีชื่อผู้ตายอยู่ในทะเบียนบ้าน ซึ่งจะออก “ใบมรณบัตร” ให้ญาติผู้ตายต่อไป (ปีพ.ศ. ๒๕๔๙: ออนไลน์)

เมื่อมีการจดทะเบียนการตายที่สำนักทะเบียน ชื่อของผู้ตายจะถูกจำหน่ายออกจากทะเบียนบ้าน ข้อมูลการตายจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลทะเบียนราษฎรของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทยและถูกส่งมายังฐานข้อมูลสถิติการตายของกระทรวงสาธารณสุขเพื่อทำการให้รหัส

สาเหตุการตายตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ครั้งที่ 10 (ICD-10) และเก็บเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ ประเมินสภาพสุขภาพอนามัย วางแผนและป้องกันโรคในประเทศต่อไป

2.1.2 ปัญหาความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตาย

ปัญหาการตกจดทะเบียนหรือปัญหาความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตายนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากข้อมูลการจดทะเบียนการตายเป็นข้อมูลที่นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณดัชนีตัวชี้วัดด้านสุขภาพอนามัยอื่น ๆ หากข้อมูลมีคุณภาพต่ำ ย่อมทำให้ผลการคำนวณดัชนีตัวชี้วัดมีคุณภาพต่ำไปด้วย สาเหตุของความไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตายมีหลายประการ เช่น การตายของทารกเกิดใหม่ที่ยังไม่ได้แจ้งเกิด โดยเฉพาะการตายของทารกในช่วงเดือนแรกๆ ตายต่างพื้นที่ ผู้ตายไม่มีทะเบียนบ้านไม่มีบัตรประจำตัวประชาชน ไม่ได้แจ้งตายเนื่องจากอยู่ห่างไกลจากชุมชนหรือการเดินทางลำบาก การเป็นบุคคลสาบสูญ และการตายของผู้สูงอายุที่มีอายุเกิน 100 ปี เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจากการจดทะเบียน เช่น การจดทะเบียนล่าช้า หรือไม่ได้แจ้งตามกำหนดเวลาที่กฎหมายระบุ ซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในเรื่องของจำนวนคนตาย จากปัญหาดังกล่าวนี้ ข้อมูลการตายที่รายงานโดยกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทยจึงต่ำกว่าความเป็นจริง (วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550ช: ออนไลน์)

ในประเทศไทยมีการใช้ผลสำรวจการเปลี่ยนแปลงประชากรที่ดำเนินการโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ซึ่งจัดทำเป็นประจำทุกระยะ 10 ปีในช่วงกึ่งกลางระหว่างปีที่จัดทำสำมะโนประชากร โดยบ่งบอกถึงความครบถ้วนสมบูรณ์ของการแจ้งตายที่สามารถนำมาปรับระดับการตกจดทะเบียนสำหรับปีที่ศึกษาได้ เรียกว่า “ร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์” ซึ่งหมายถึงร้อยละของจำนวนการตายที่ถูกรายงานโดยกรมการปกครอง เทียบกับจำนวนการตายที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทย ค่าร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนตายจากการสำรวจการเปลี่ยนแปลงประชากร พ.ศ.2507 – 2549

อายุและเพศ	ปีที่สำรวจ (พ.ศ.)				
	2507-2509	2517-2519	2528-2529	2538-2539	2548-2549
ต่ำกว่า 1 ปี					
ชาย	50.20	29.00	55.30	67.60	74.29
หญิง	47.30	29.90	52.30	62.30	65.22
1-4 ปี					
ชาย					38.89
หญิง					45.45
5-14 ปี					
ชาย					60.00
หญิง					55.00
1-9 ปี					
ชาย	69.40	62.00	74.10	80.00	
หญิง	59.10	47.90	73.50	76.20	
10-59 ปี					
ชาย	79.10	61.70	74.50	96.50	
หญิง	69.10	68.70	86.00	99.70	
15-59 ปี					
ชาย					88.96
หญิง					90.88
60-74 ปี					
ชาย					92.42
หญิง					92.50
60ปีขึ้นไป					
ชาย	76.70	75.90	82.40	98.80	
หญิง	68.60	70.10	76.40	97.20	
75ปีขึ้นไป					
ชาย					91.44
หญิง					94.44

แหล่งที่มา: การศึกษาเพื่อเตรียมการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553 - 2583: ประชากรฐานและข้อสมมุติ, สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นว่าร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตายนั้น แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุ เพศ และปีที่สำรวจ ดังนั้นการปรับแก้ข้อมูลการตายจึงจำเป็นต้องพิจารณากลุ่มอายุ เพศและช่วงเวลาที่ต้องการปรับแก้ด้วย

2.1.3 สาเหตุการตาย

สาเหตุการตายโรคที่เกิดขึ้นอันทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนอื่นๆต่อเนื่องกันมา จนนำไปสู่การเสียชีวิต ในกรณี การบาดเจ็บ สาเหตุการตาย คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอันทำให้เกิดการบาดเจ็บ เช่น อุบัติเหตุตกจากที่สูง ฆาตกรรมโดยอาวุธปืน ขับมอเตอร์ไซด์ชนรถยนต์ สาเหตุการตายเป็นข้อมูลที่สำคัญยิ่งในการวิเคราะห์หาปัญหาโรคที่ทำให้ประชาชนตาย โดยเฉพาะการตายอันมีสาเหตุมาจากโรคที่ป้องกันได้ และการตายที่เกิดก่อนถึงวัยอันสมควร เพื่อวางแผนและกำหนดนโยบายในการส่งเสริมสุขภาพและรักษาโรคของคนไทย

ประเทศไทยมีการรวบรวมข้อมูลสถิติการตายมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2493 ซึ่งการรับรองสาเหตุการตายเป็นหน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของแพทย์หรือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขประจำท้องที่ ซึ่งจะต้องบันทึกชื่อโรคที่เป็นสาเหตุการตายลงในหนังสือรับรองการตายหรือใบรับแจ้งการตายตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (International Statistical Classification of Disease and Related Health Problem: ICD) โดยญาติผู้ตายจะนำเอกสารดังกล่าวไปเป็นหลักฐานแจ้งตายที่สำนักงานทะเบียนท้องถื่นเพื่อบันทึกลงในฐานข้อมูลการตายของกระทรวงมหาดไทยและกระทรวงสาธารณสุขเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

2.1.4 บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ (International Statistical Classification of Disease and Related Health Problem: ICD)

ICD หรือ บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ โดยปัจจุบันใช้ ICD-10 ซึ่งหมายถึงฉบับปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 10 เป็นระบบการเข้ารหัสแทนการเรียกชื่อโรค จำแนกชนิดของการเจ็บป่วย (sickness) และการตาย (death) ตามเกณฑ์ที่ได้มีการกำหนดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถจำแนกได้หลายแบบตามแต่วัตถุประสงค์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการรวบรวม (data storage) และการนำกลับมาใช้ (retrieval) ทั้งนี้จะต้องสามารถครอบคลุมสภาวะความเจ็บป่วยทุกชนิดโดยมีการจัดแยกประเภทอย่างชัดเจนเป็นระเบียบเรียบร้อย ในประเทศไทยเริ่มใช้บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศตั้งแต่ฉบับที่ 7 (ICD-7) เมื่อปีพ.ศ. 2493 โดยนำมาใช้ในการทำสถิติการตายของประเทศ ต่อมาได้เปลี่ยนมาใช้ ICD-8 และ ICD-9 ในการเก็บสถิติการเจ็บป่วยตั้งแต่ พ.ศ. 2506 จนกระทั่ง พ.ศ. 2537 ประเทศไทย ประเทศเดนมาร์ก และประเทศเชโกสโลวาเกียได้เป็นสามประเทศแรกในโลกที่เริ่มใช้ ICD-10 ซึ่งรหัสตามหมวดหมู่โรคในระบบ ICD-10 แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รหัสรายการ ICD-10 ตามกลุ่มโรค

รหัส	กลุ่มโรค
A00-B99	โรคติดเชื้อและโรคปรสิตบางโรค
C00-D48	เนื้องอก
D50-D89	โรคของเลือดและอวัยวะสร้างเลือดและความผิดปกติบางอย่างของกลไกภูมิคุ้มกัน
E00-E90	โรคของต่อมไร้ท่อ โภชนาการ และเมตาบอลิซึม
F00-F99	ความผิดปกติทางจิตและพฤติกรรม
G00-G99	โรคของระบบประสาท
H00-H59	โรคของตาและอวัยวะเคียงลูกตา
H60-H95	โรคของหูและปุ่มกระดูกกหู
I00-I99	โรคของระบบไหลเวียนโลหิต
J00-J99	โรคของระบบหายใจ
K00-K93	โรคของระบบย่อยอาหาร
L00-L99	โรคของผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง
M00-M99	โรคของระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
N00-N99	โรคของระบบสืบพันธุ์และระบบปัสสาวะ
O00-O99	การตั้งครรภ์ การคลอด และระยะหลังคลอด
P00-P96	ภาวะบางอย่างที่เริ่มต้นในระยะปริกำเนิด
Q00-Q99	รูปผิดปกติแต่กำเนิด รูปพิการ และความผิดปกติของโครโมโซม
R00-R99	อาการ อาการแสดง และความผิดปกติที่พบจากการตรวจทางคลินิกและทางห้องปฏิบัติการ มิได้จำแนกไว้ที่ใด
S00-T98	การบาดเจ็บ การเป็นพิษ และผลสืบเนื่องบางอย่างจากสาเหตุภายนอก
V01-Y98	สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย
Z00-Z99	ปัจจัยที่มีผลต่อสถานะสุขภาพและการรับบริการสุขภาพ
U00-U99	รหัสเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ

2.1.5 กลุ่มสาเหตุการตายตามอัตราฆาตกรรมต่อประชากร 100,000 คน 10 กลุ่มแรก

กระทรวงสาธารณสุขได้จัดอันดับสาเหตุการตาย 10 กลุ่มแรกตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานจากบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ของปีพ.ศ.2539 พ.ศ.2544 พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2554 ไว้ตามตารางดังนี้ (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2549: ออนไลน์)

ตารางที่ 2.3 จำนวนและอัตราการตายต่อประชากร 100,000 คน ตามลำดับกลุ่มสาเหตุการตาย 10 กลุ่มแรก

กลุ่มสาเหตุ	ลำดับ	พ.ศ.2554		ลำดับ	พ.ศ.2549		ลำดับ	พ.ศ.2544		ลำดับ	พ.ศ.2539	
		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา
เนื้องอก (C00-D48) Neoplasms	1	61,082	95.2	1	52,062	83.1	1	42,497	68.4	3	30,172	50.5
โรกระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) Diseases of the circulatory system	2	44,133	68.8	4	34,106	54.5	3	34,903	56.2	1	63,062	105.5
โรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) Certain infectious and parasitic Disease	3	41,466	64.6	3	38,769	61.9	4	34,029	54.8	5	17,908	30
สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย (V01-Y89) External cause of morbidity and mortality Other accidents, including late effect	4	40,682	63.4	2	44,404	70.9	2	40,010	64.4	2	45,297	75.8
โรคของระบบทางเดินหายใจ (J00-J98) Diseases of the respiratory system	5	32,057	49.9	5	24,120	38.5	5	23,417	37.7	4	19,808	33.1

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) จำนวนและอัตราการตายต่อประชากร 100,000 คน ตามลำดับกลุ่มสาเหตุการตาย 10 กลุ่มแรก

กลุ่มสาเหตุ	ลำดับ	พ.ศ.2554		ลำดับ	พ.ศ.2549		ลำดับ	พ.ศ.2544		ลำดับ	พ.ศ.2539	
		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา		จำนวน	อัตรา
โรคของระบบสืบพันธุ์และทางเดินปัสสาวะ (N00-N99) Diseases of the genitourinary system	6	15,811	24.6	6	13,343	21.3	7	10,545	17.0	9	5,060	8.5
โรคระบบย่อยอาหาร(K00-K92) Diseases of the digestive system	7	14,278	22.2	7	13,130	21	6	10,605	17.1	7	10,401	17.4
โรคของต่อมไร้ท่อ โภชนาการและเมตาบอลิซึม (E00-E88) Endocrine, nutritional and metabolic diseases	8	8,854	13.8	8	8,349	13.3	9	9,040	14.6	8	5,783	9.7
โรคระบบประสาท(G00-G98) Diseases of the nervous system	9	5,137	8.0	9	5,654	9	8	9,503	15.3	6	12,686	21.2
โรคเลือดและอวัยวะสร้างเลือดและความผิดปกติเกี่ยวกับกลไกของภูมิคุ้มกัน (D50-D89) Diseases of the blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism	10	618	1.0	10	584	0.9	10	8,645	13.9	10	7,611	12.7

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าโรคที่เกิดจากเนื้องอกเช่น โรคมะเร็ง เป็นสาเหตุที่ทำให้ประชากรตายมากที่สุด และจากข้อมูลอดีตจนถึงปัจจุบันยังพบว่าการตายด้วยโรคนี้อาจมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ โรคที่เป็นสาเหตุการตายรองลงมาคือ โรกระบบไหลเวียนโลหิต เช่น โรคหัวใจ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงจากอดีตและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในไม่กี่ปีที่ผ่านมา ส่วนโรคที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดคือโรคที่เกิดจากการติดเชื้อและปรสิต เช่น วัณโรค โรคพยาธิ และโรคอื่นๆ ส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มที่ไม่แน่นอนมีการปรับขึ้นหรือลงเพียงเล็กน้อย ในการศึกษาจะใช้ข้อมูลสาเหตุการตาย 5 อันดับแรกของปีพ.ศ.2554 ได้แก่ เนื้องอก โรกระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย และโรคของระบบทางเดินหายใจ

2.1.6 สาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย

สาเหตุการตายที่สำคัญ 5 อันดับแรกของประชากรไทย มีดังนี้

1) โรคติดเชื้อและปรสิต (พวงทอง ไกรพิบูลย์, 2555ก: ออนไลน์)

โรคติดเชื้อหรือภาวะติดเชื้อ (Infectious disease) คือ โรค หรือภาวะเจ็บป่วยที่เกิดจากร่างกายได้รับการรุกราน ติดเชื้อจุลชีพ หรือจุลินทรีย์ ชนิดที่ก่อโรค ที่เรียกว่า จุลชีพก่อโรค หรือ เชื้อโรค (Pathogen) ทั้งนี้ โดย โรคติดเชื้อ เป็นโรคที่ติดต่อจากคนที่มีเชื้อโรคอยู่ ไปสู่คนปกติอื่นๆ และก่อให้เกิดคนๆ นั้นติดเชื้อ/ติดเชื้โรคหรือเกิดโรคได้ ดังนั้น จึงเรียกได้อีกชื่อว่า “โรคติดต่อ (Transmissible disease หรือ Communicable disease)” และโรคติดต่อที่ติดต่อทางสัมผัสได้ง่าย และแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว เรียกได้อีกชื่อว่า “Contagious disease” เช่น โรคไข้หวัดใหญ่ เป็นต้น

ส่วนปรสิต หรือ พาราไซต์ (Human parasite) คือ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยแย่งชิงอาหารจากสิ่งมีชีวิตนั้นๆ อาจโดยจากเลือด หรือจากอาหารในลำไส้ และจะเจริญเติบโตสืบพันธุ์ ออกลูก หลาน ซึ่งในความหมายทั่วไป ปรสิตก็คือสิ่งมีชีวิตที่เป็นกาฝากนั่นเอง

เมื่อปรสิตเข้ามาอยู่ในมนุษย์ มันจะแย่งชิงอาหารจากมนุษย์ หรือกัดกินเลือด จึงสามารถก่อให้เกิดโรคต่างๆกับมนุษย์ได้ ปรสิตของมนุษย์ที่พบได้บ่อย ที่อาศัยภายนอกในร่างกาย เช่น เหา เห็บ หมัด ส่วนปรสิตที่อาศัยในร่างกายมนุษย์ เช่น พยาธิต่างๆ (พยาธิตัวกลม พยาธิปากขอ และพยาธิตัวแบน เป็นต้น) หรือสัตว์เซลล์เดียว เช่น ชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคบิด และชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคมาลาเรีย/ไข้จับสั่น

โรคติดเชื้อและปรสิต พบได้ในคนทุกวัย ตั้งแต่ทารกในครรภ์ ไปจนถึงผู้สูงอายุ พบได้ทั้งในเพศชายและเพศหญิง โดยทั้งสองเพศมีโอกาสเป็นโรคนี้อาจได้เท่าๆกัน

2) เนื้องอก (พนัส เฉลิมแสนยากร, 2555: ออนไลน์)

เนื้องอก หมายถึง ก้อนเนื้อผิดปกติที่เกิดขึ้นในอวัยวะต่างๆของร่างกาย ลักษณะโดยทั่วไปของเนื้องอกส่วนใหญ่ คือเป็นก้อนเนื้อผิดปกติเกิดจากการแบ่งตัวเพิ่มปริมาณของเซลล์ เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะทำให้อวัยวะที่มีเนื้องอกมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งการแบ่งตัวเพิ่มปริมาณของเซลล์นี้เป็นการแบ่งตัวที่

ร่างกายควบคุมไม่ได้ ไปสั่งการหรือบังคับให้หยุดแบ่งตัวเพิ่มปริมาณไม่ได้ จึงค่อยๆเพิ่มจำนวนของเซลล์ในก้อนเนื้องอกและขนาดก็ใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ

เนื้องอก แบ่งใหญ่ๆเป็น 2 ชนิดคือ เนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรง และเนื้องอกที่เป็นเนื้อร้าย หรือที่เรียกว่าโรคมะเร็ง เนื้องอกทั้งสองชนิดนี้มีความแตกต่างกันในพฤติกรรมของเซลล์ของเนื้องอก เนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรงจะโตช้าๆ เพราะเซลล์ของเนื้องอกแบ่งตัวช้า ไม่ค่อยมีการแทรกตัวเข้าไประหว่างเซลล์ปกติ ไม่ค่อยมีการทำลายเซลล์ปกติใกล้เคียง และที่สำคัญที่สุดคือ ไม่มีการกินทะลุเข้าไปในหลอดเลือดและท่อน้ำเหลือง ทำให้ไม่มีโอกาสที่เซลล์เนื้องอกจะแพร่ กระจายตามหลอดเลือด และหลอดน้ำเหลืองไปเติบโตเป็นก้อนที่อวัยวะอื่นๆที่อยู่ไกลออกไปได้

ในทางตรงกันข้าม เนื้องอกที่เป็นเนื้อร้าย หรือโรคมะเร็ง จะมีขนาด โตขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะเซลล์มะเร็งแบ่งตัวเพิ่มปริมาณเร็วมาก เซลล์ มะเร็งจะเบียดแทรกตัวเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ปกติใกล้เคียง และทำลายเซลล์ปกติเหล่านั้นด้วย ที่สำคัญที่สุดคือ เซลล์มะเร็งสามารถแทรกตัวทะลุเข้าไปในหลอดน้ำเหลืองและหลอดเลือดได้ และอาศัยการไหลเวียนของเลือด และน้ำเหลือง นำพาเอาเซลล์มะเร็งเหล่านี้แพร่กระจายไปเจริญเติบโตเป็นก้อนมะเร็งก้อนใหม่ที่อวัยวะอื่นๆ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้คนไข้เสียชีวิตจากโรคมะเร็งได้

เนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรง เป็นโรคที่พบได้น้อย แต่พบได้เรื่อยๆ โดยโรคเนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรงพบได้ในทุกอายุ ตั้งแต่เด็กแรกเกิดไปจนถึงผู้สูงอายุ ผู้หญิงและผู้ชายมีโอกาสเกิดได้เท่ากัน เช่นเดียวกับโรคมะเร็งที่พบได้ในทุกอายุ แต่พบได้สูงในอายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป ส่วนในเด็กพบน้อยกว่าในผู้ใหญ่ประมาณ 10 เท่า

3) โรคระบบไหลเวียนโลหิต (ฉายศรี สุพรศิลป์ชัย, 2552: ออนไลน์)

โรคระบบไหลเวียนโลหิต หรือ โรคหัวใจและหลอดเลือด หมายถึง กลุ่มโรคที่มีพยาธิสภาพใดก็ตามต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดทั่วร่างกาย ทั้งหลอดเลือดดำและหลอดเลือดแดง รวมทั้งหลอดน้ำเหลืองต่าง ๆ เพื่อช่วยต่อการดำเนินการทางสถิติ และดูแลแนวโน้มของโรคกลุ่มโรคหัวใจหลอดเลือดที่เป็นปัญหาสาธารณสุขจึงได้แบ่ง ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามลำดับความสำคัญ เป็น 3 กลุ่มสำคัญเรียงตามลำดับสำหรับในประเทศไทย ดังนี้

กลุ่มที่ 1 โรคความดันโลหิตสูง และโรคหลอดเลือดในสมองหรือที่เรียกในภาษาชาวบ้านว่า "อัมพาต"

กลุ่มที่ 2 โรคหัวใจขาดเลือดจากหลอดเลือดโคโรนารีที่ไปเลี้ยงหัวใจตีบตัน

กลุ่มที่ 3 โรคหัวใจรูห์มาติก

ในประเทศไทยโรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นหนึ่งในสามอันดับแรกของ สาเหตุการตายมานานกว่ายี่สิบปี โดยมีโรคหลอดเลือดในสมองหรืออัมพาต เป็นสาเหตุการตายและ ภาวะโรคเป็นสาเหตุหลัก รองลงมาได้แก่ โรคหัวใจขาดเลือด โรคความดันโลหิตสูง ช่วงอายุที่เป็นสูงสุดอยู่ในช่วง 55-64 ปี รองลงมาคือ ช่วง 65-74 และ 45-54 ปี สำหรับอัมพาต โรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ

ขาดเลือด ปัจจัยหลักของการระบาดของโรคนี้มาจากผลของการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทั้งเชิงสังคมและกายภาพ จากผลของการพัฒนาที่ไม่รู้เท่าทันทำให้วิถีชีวิตในชุมชนเสี่ยงต่อการเป็นโรคเพิ่มขึ้น ตั้งแต่การบริโภคยาสูบที่เพิ่มขึ้น การเคลื่อนไหวออกกำลังกาย ที่ลดลงทั้งในการทำงาน การเดินทางและการพักผ่อน การตามใจตนเองมากเกินไปจากสถานะเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลง กระตุ้นให้มีการบริโภคเกิน และบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม ทั้งรสอาหารที่มีองค์ประกอบของเกลือและน้ำตาลสูงขึ้น ส่วนประกอบไขมันจากสัตว์เพิ่มขึ้นขณะที่บริโภคพืชผักผลไม้และธัญพืชลดลง การบริโภคแอลกอฮอล์ ปริมาณสูงมากและบ่อย การขาดความสามารถในการจัดการความเครียดที่ดี

4) โรคระบบทางเดินหายใจ (พวงทอง ไกรพิบูลย์, 2555: ออนไลน์)

โรคระบบทางเดินหายใจ คือ โรคต่างๆที่เกิดขึ้นกับอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ซึ่งอวัยวะในระบบนี้เริ่มตั้งแต่ จมูก ช่องคอ ไช้น้ำส ท่อลม หลอดลม และปอด

สาเหตุของโรคระบบทางเดินหายใจที่พบบ่อย คือ จากการติดเชื้อโรค โดยที่พบได้บ่อย คือ ติดเชื้อไวรัส (เช่น โรคหวัด ไข้หวัดใหญ่ โรคหลอดลมอักเสบ โรคปอดอักเสบ โรคปอดบวม) รองลงไปคือติดเชื้อแบคทีเรีย (เช่น โรคไอกรน โรคคอตีบ วัณโรค โรคปอดอักเสบ โรคปอดบวม) รองลงมาคือจากภูมิแพ้ เช่น โรคภูมิแพ้ และโรคหืด เป็นต้น

โรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ มักเป็นโรคติดต่อ แต่ป้องกันได้ โดยการไม่คลุกคลีกับผู้ป่วย หลีกเลี่ยงการสัมผัส น้ำมูก น้ำลาย ไอ จาม ของผู้อื่น โดยเฉพาะของผู้ป่วย ไม่อยู่ในที่แออัด เมื่อมีไข้ ต้องหยุดงาน/หยุดเรียนอย่างน้อยจนกว่าไข้ลงแล้ว 24 ชั่วโมง เพื่อลดการแพร่เชื้อ การรู้จักใช้หน้ากากอนามัย และการฉีดวัคซีนป้องกันโรคที่มีวัคซีนป้องกัน เช่น โรคหวัด วัณโรค โรคไอกรน และโรคคอตีบ เป็นต้น

โรคระบบทางเดินหายใจอื่นๆ ได้แก่ เยื่อจมูกอักเสบ ริดสีดวงจมูก ความผิดปกติแบบอื่นของจมูกและโพรงอากาศข้างจมูก โรคเรื้อรังของทอนซิลและอะดีนอยด์ โรคถุงลมโป่งพอง ปอดบวมน้ำ เป็นต้น

จากสถิติจากสำนักนโยบายแผนและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข พบว่าโรคระบบทางเดินหายใจเป็น 1 ใน 5 อันดับสาเหตุการตายมานาน โดยช่วงอายุที่อัตราการตายมากที่สุดจะเป็นวัยทารกและวัยสูงอายุ ซึ่งในเพศชายและหญิงมีอัตราการเกิดโรคไม่แตกต่างกันนัก

5) สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย (อุมาภรณ์ ภัทรวานิชย์ และ สุภรณ์ จรัสสิทธิ์, 2549)

สาเหตุการตายหลักที่ทำให้คนไทยตายจากกลุ่มสาเหตุภายนอกได้แก่ อุบัติเหตุขนส่ง อุบัติเหตุเกี่ยวกับน้ำ ฆ่าตัวตาย และถูกฆ่าตาย โดยเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลการตายด้วยสาเหตุภายนอก ซึ่งเป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2554 ของสำนักนโยบายแผนและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข พบว่า กลุ่มอายุที่แตกต่างกันมีอัตราการตายจากสาเหตุภายนอกแตกต่างกันด้วย นั่นคือการตายด้วยอุบัติเหตุเกี่ยวกับน้ำ (พลัดตก จมน้ำ) นับตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539 เห็นชัดเจนว่า กลุ่มวัยเด็กมีอัตราการตายสูงกว่าประชากรกลุ่มอายุอื่น ในขณะที่อุบัติเหตุขนส่งเป็นสาเหตุการตายภายนอกที่สำคัญของประชากรวัยหนุ่มสาว อันเนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ประชาชนมี

อำนาจในการใช้จ่ายซื้อสินค้าสูงขึ้น โดยเฉพาะยอดจำหน่ายรถจักรยานยนต์ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทำให้ อัตราตายจากอุบัติเหตุจากรถจักรยานยนต์ในระดับเกือบคงที่ในแต่ละปี คือที่ระดับ 1 ใน 5 ของสาเหตุการตาย จะเกิดจากสาเหตุการตายจากอุบัติเหตุจากรถจักรยานยนต์ การเพิ่มขึ้นของจำนวนยานพาหนะจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

ในเรื่องการฆ่าตัวตาย คนส่วนใหญ่ฆ่าตัวตายมีอายุมากขึ้น อาจจะเป็นเนื่องมาจากความเครียด ในการทำงานของกลุ่มผู้ใหญ่ และความเหงาในวัยสูงอายุ การศึกษาของ นพ.มาโนช หล่อตระกูล (พ.ศ. 2541) พบว่า ช่วงอายุที่พบการฆ่าตัวตายมีจำนวนมากอยู่ในวัยตั้งแต่ 70 ปีขึ้นไป ปัจจัยเสี่ยงใน ผู้สูงอายุที่ฆ่าตัวตาย คือ การอยู่โดดเดี่ยว คู่สมรสเสียชีวิต กังวลใจด้านการเงิน และสุขภาพไม่สมบูรณ์ ตั้งแต่ก่อน รวมถึงปัญหาสุขภาพจิตที่พบในกลุ่มวัยสูงอายุจำนวนมาก ดังนั้นสังคมควรที่จะวางแผน ดำเนินการป้องกันในประชากรกลุ่มผู้สูงอายุนี้ ให้อยู่ในสังคมด้วยคุณภาพชีวิตที่ดี

2.1.7 ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) (Lee and Carter, 1992)

กำหนดให้ $m_{x,t}^{(i)}$ แทนอัตราการณะประชากรกลางปีรายอายุ x ในปีที่ t ตายด้วยสาเหตุ i เราสามารถเขียนตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในรูปลอการิทึมของค่าอัตราการณะกลางปีได้ดังนี้

$$\ln(m_{x,t}^{(i)}) = \alpha_x^{(i)} + \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)} + \varepsilon_{x,t}^{(i)}$$

เมื่อ $\alpha_x^{(i)}$ คือ ค่าเฉลี่ยลอการิทึมอัตราการณะประชากรกลางปีรายอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i

$\beta_x^{(i)}$ คือ อัตราเสื่อมของดัชนีเวลารายอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i

$\kappa_t^{(i)}$ คือ ดัชนีเวลาของระดับอัตราการณะกลางปีที่ t ตายด้วยสาเหตุ i

$\varepsilon_{x,t}^{(i)}$ คือ ค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบ ตายด้วยสาเหตุ i โดยที่ $\varepsilon_{x,t}^{(i)} \sim N(0, (\sigma_\varepsilon^{(i)})^2)$

ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์นั้นใช้การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอัตราการณะจาก 2 ปัจจัยพร้อม กัน คือ $\alpha_x^{(i)}, \beta_x^{(i)}$ เป็นปัจจัยด้านอายุ และปัจจัยด้านเวลา $\kappa_t^{(i)}$ โดยกำหนดให้การแจกแจงของความ คลาดเคลื่อน $\varepsilon_{x,t}^{(i)}$ มีการแจกแจงแบบปกติ ในแต่ละสาเหตุการตาย ส่งผลให้ปัจจัยด้านอายุเป็นอิสระ กับปัจจัยด้านเวลา ดังนั้น $\alpha_x^{(i)}, \beta_x^{(i)}$ จึงถูกมีค่าคงที่ทุกปีสำหรับทุกกลุ่มอายุ x และ $\kappa_t^{(i)}$ จะถูกมี ค่าคงที่เท่ากันทุกกลุ่มอายุสำหรับปีที่ t ในแต่ละสาเหตุการตาย และไม่เกิดสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ปัจจัยด้านอายุและเวลา

สมมติให้เวกเตอร์ $\alpha_x^{(i)}, \beta_x^{(i)}$ และ $\kappa_t^{(i)}$ เป็นผลเฉลยหนึ่งของสมการตัวแบบลี-คาร์เตอร์

$$\ln(m_{x,t}^{(i)}) = \alpha_x^{(i)} + \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)} + \varepsilon_{x,t}^{(i)}$$

ดังนั้น สำหรับค่าคงที่ c ใดๆ จะได้ว่า $\alpha_x^{(i)} - c\beta_x^{(i)}$, $\beta_x^{(i)}$ และ $\kappa_t^{(i)} + c$ เป็นคำตอบของสมการด้วย ในทำนองเดียวกัน $\alpha_x^{(i)}$, $c\beta_x^{(i)}$ และ $\frac{\kappa_t^{(i)}}{c}$ ก็เป็นคำตอบของสมการด้วยเช่นกัน จะเห็นว่าผลเฉลยของ $\alpha_x^{(i)}$, $\kappa_t^{(i)}$ สามารถหาได้ไม่จำกัดจากการแปลงเชิงเส้น (Linear transformation) และ $\beta_x^{(i)}$ หาได้จากการคูณด้วยค่าคงที่ ดังนั้นในการประมาณค่าพารามิเตอร์จึงได้กำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติม 2 เงื่อนไข คือ $\sum_t \kappa_t^{(i)} = 0$ และ $\sum_x (\beta_x^{(i)})^2 = 1$ ซึ่งทำให้ค่าพารามิเตอร์ $\alpha_x^{(i)}$ คือค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการณกลางปีของกลุ่มอายุ x สำหรับทุกปี นั่นคือ

$$\hat{\alpha}_x^{(i)} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln m_{x,t}^{(i)} ; \text{ เมื่อ } T \text{ คือจำนวนปี}$$

ค่าพารามิเตอร์ $\alpha_x^{(i)}$ จะใช้ในการหาพารามิเตอร์ $\beta_x^{(i)}$ และ $\kappa_t^{(i)}$ ต่อไป โดยตัวแบบลี-คาร์เตอร์สามารถจัดรูปตัวแบบใหม่ได้ดังนี้

$$z_{x,t}^{(i)} = \ln(m_{x,t}^{(i)}) - \hat{\alpha}_x^{(i)}$$

เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $\varepsilon_{x,t}^{(i)}$ มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น $(\sigma_\varepsilon^{(i)})^2$ เราสามารถเขียนสมการดังกล่าวได้ในดังนี้

$$z_{x,t}^{(i)} = N(\bar{\mu}_{x,t}^{(i)}, (\sigma_\varepsilon^{(i)})^2)$$

$$E(z_{x,t}^{(i)}) \equiv \bar{\mu}_{x,t}^{(i)} = \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)}$$

โดยเมทริกซ์ $z_{x,t}^{(i)}$ จะเป็นเมทริกซ์ขนาด $X \times T$ โดยแต่ละคอลัมน์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจัยด้านเวลาและแต่ละแถวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจัยด้านอายุ มีลักษณะดังนี้

$$z^{(i)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & \cdots & T-2 & T-1 & T \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \\ X \end{matrix} & \begin{pmatrix} z_{1,1}^{(i)} & z_{1,2}^{(i)} & z_{1,3}^{(i)} & \cdots & z_{1,T-2}^{(i)} & z_{1,T-1}^{(i)} & z_{1,T}^{(i)} \\ z_{2,1}^{(i)} & z_{2,2}^{(i)} & z_{2,3}^{(i)} & \cdots & z_{2,T-2}^{(i)} & z_{2,T-1}^{(i)} & z_{2,T}^{(i)} \\ z_{3,1}^{(i)} & z_{3,2}^{(i)} & z_{3,3}^{(i)} & \cdots & z_{3,T-2}^{(i)} & z_{3,T-1}^{(i)} & z_{3,T}^{(i)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{X,1}^{(i)} & z_{X,2}^{(i)} & z_{X,3}^{(i)} & \cdots & z_{X,T-2}^{(i)} & z_{X,T-1}^{(i)} & z_{X,T}^{(i)} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

เมทริกซ์ค่าพารามิเตอร์ $\beta_x^{(i)}$ และ $\kappa_t^{(i)}$ สามารถประมาณได้จากการประยุกต์การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐาน (Singular Value Decomposition: SVD) กับเมทริกซ์ $z_{x,t}^{(i)}$ ภายใต้เงื่อนไข $\sum_t \kappa_t^{(i)} = 0$ และ $\sum_x (\beta_x^{(i)})^2 = 1$ เพื่อให้ได้เมทริกซ์ $SVD(z_{x,t}^{(i)}) = UWW'$ โดยเมทริกซ์ค่าประมาณ $\beta_x^{(i)}$ ประกอบด้วยเวกเตอร์ k เวกเตอร์ได้จาก k คอลัมน์แรกของ U และเมทริกซ์ค่าประมาณ $\kappa_t^{(i)}$ ประกอบด้วยเวกเตอร์ k เวกเตอร์ได้จากค่าเอกฐาน (Singular value) ที่มากที่สุดจำนวน k

ค่าคูณกับ k คอลัมน์แรกของ V ตามลำดับของค่าเอกฐานที่สัมพันธ์กัน เมื่อ k คือค่าลำดับชั้นที่เหมาะสมในการประมาณค่า

2.1.8 การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐาน (Singular Value Decomposition: SVD) (Baker, 2005: Online)

ให้ A เป็นเมทริกซ์ขนาด $m \times n$ ซึ่งค่าลำดับชั้นของ A หรือ $\text{Rank}(A) = r$ และ $m \geq n \geq r$ ใดๆ จะได้ว่า A สามารถเขียนได้ดังนี้

$$A = UWW'$$

เมื่อ U เป็นเมทริกซ์ขนาด $m \times m$ โดยที่ $U'U = I$

V เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ โดยที่ $V'V = I$

W เป็นเมทริกซ์แนวทแยงหรือ $W = \text{diag}(w_1, w_2, \dots, w_n)$ มีขนาด $m \times n$ โดยที่ $w_1 \geq \dots \geq w_r > 0$ และ $w_j = 0$ สำหรับ $r+1 \leq j \leq n$

กำหนดให้ $U = [u_1 \dots u_r]$ และ $V = [v_1 \dots v_r]$ จะได้ว่า

$$A = UWW' = \sum_{i=1}^r u_i w_i v_i'$$

ซึ่ง ค่า $w_i (\neq 0)$ เรียกว่าค่าเอกฐาน (Singular values) ของ A

ค่า u_i เรียกว่าเวกเตอร์เอกฐานทางซ้าย (Left singular vectors) ของ A

ค่า v_i เรียกว่าเวกเตอร์เอกฐานทางขวา (Right singular vectors) ของ A

เราสามารถหาค่าของเวกเตอร์ u_i ได้จากเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะเชิงตั้งฉากปกติ (Orthonormal eigen vector) ของเมทริกซ์ AA' และเวกเตอร์ v_i ได้จากเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะเชิงตั้งฉากปกติของเมทริกซ์ $A'A$ โดยเรียงลำดับเวกเตอร์ ตามค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen value) ที่สัมพันธ์กัน ค่า w_i คือค่ารากที่สองของค่าลักษณะเฉพาะที่หาได้จากเมทริกซ์ AA' หรือ $A'A$ เรียงจากมากไปน้อยเช่นกัน

นอกจากนี้ เมทริกซ์ A ยังสามารถประมาณได้จากการประยุกต์ใช้การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดปลาย (Truncated SVD) ซึ่งใช้ลำดับชั้น (Rank) ที่ต่ำกว่าปกติในการประมาณค่า โดยหากเลือกลำดับชั้นที่สูงจะทำให้ค่าประมาณมีค่าใกล้เคียงมากยิ่งขึ้น โดยค่าประมาณ A ลำดับชั้น k เขียนแทนด้วย A_k เมื่อ $0 < k < r$ หาได้จาก

$$A_k = UW_kV'$$

เมื่อ W_k เป็นเมทริกซ์แนวทแยงหรือ $W_k = \text{diag}(w_1, w_2, \dots, w_k, 0, \dots, 0)$ มีขนาด $m \times n$ โดยที่ $w_1 \geq \dots \geq w_k > 0$

2.1.9 การทดสอบยูนิตรูท (Unit root) (Dickey and Fuller, 1979)

การสร้างตัวแบบโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series) ที่ไม่มีคุณสมบัตินิ่ง (Nonstationary) อาจก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ที่ได้มานั้นมาจากการถดถอยไม่แท้จริง (Spurious regression) นั่นคือ เมื่อทดสอบค่าสถิติ t จะพบว่าตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งแท้จริงแล้วไม่มีความสัมพันธ์กันเลย และมักจะได้ค่า R^2 ที่สูงมาก ในขณะที่ค่าเดอริบวินวัตสัน (Durbin-Watson) ต่ำ ดังนั้น การใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาจึงจำเป็นต้องทดสอบว่าตัวแปรแต่ละตัวมีคุณสมบัตินิ่ง (Stationary) หรือไม่ หรือเรียกว่าการทดสอบยูนิตรูท (Unit root)

การทดสอบยูนิตรูทด้วยวิธี Dickey-Fuller Test (DF) กำหนดโดยสมการดังต่อไปนี้

- 1) กรณีทั่วไป $Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$
- 2) กรณีที่มีค่าคงที่ $Y_t = \alpha + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$
- 3) กรณีที่มีค่าคงที่และแนวโน้ม $Y_t = \alpha + \beta t + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อ Y_t คือ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา
 ρ คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปร Y_{t-1}
 α คือ ค่าคงที่ (Intercept)
 β คือ สัมประสิทธิ์ของแนวโน้มเวลา
 t คือ แนวโน้มของเวลา (Time trend)
 ε_t คือ ลำดับของความคลาดเคลื่อน

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ $H_0 : \rho = 1$ และ $H_1 : \rho < 1$ โดยถ้าหากยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีคุณสมบัตินิ่งและในทางตรงกันข้าม ถ้าหากปฏิเสธสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูลนั้นมีคุณสมบัตินิ่ง

สมการดังกล่าวยังสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของสมการผลต่างโดยทำการลบด้วย Y_{t-1} ทั้งสองข้าง ได้ดังนี้

- 1) กรณีทั่วไป $\Delta Y_t = \theta Y_{t-1} + \varepsilon_t$
- 2) กรณีที่มีค่าคงที่ $\Delta Y_t = \alpha + \theta Y_{t-1} + \varepsilon_t$
- 3) กรณีที่มีค่าคงที่และแนวโน้ม $\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \theta Y_{t-1} + \varepsilon_t$

เมื่อ $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ และ $\theta = \rho - 1$

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ $t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})}$ เมื่อ $SE(\hat{\theta})$ คือ Standard error ของ $\hat{\theta}$

สมมติฐานที่ใช้ในสมการใหม่เป็น $H_0 : \theta = 0$ และ $H_1 : \theta \neq 0$ โดยเปรียบเทียบค่าสถิติที่คำนวณได้กับค่าวิกฤติ MacKinnon (MacKinnon, 1991) ถ้าหากยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีคุณสมบัติหนึ่งและหากปฏิเสธสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูลนั้นมีคุณสมบัติหนึ่ง

นอกจากนี้ยังมีวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) ซึ่งสามารถทดสอบยูนิตรูทได้ดีกว่าในกรณีที่ค่าคลาดเคลื่อน ε_t มีลักษณะเป็นสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation) ในลำดับสูงขึ้นไปด้วยการปรับสมการใหม่โดยเพิ่มจำนวนตัวแปรล่าช้า (Lag) ของ Y_t ในลำดับที่สูงขึ้น สมการที่ปรับใหม่คือ

- 1) กรณีทั่วไป
$$\Delta Y_t = \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$
- 2) กรณีที่มีค่าคงที่
$$\Delta Y_t = \alpha + \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$
- 3) กรณีที่มีค่าคงที่และแนวโน้ม
$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

เมื่อ p คือช่วงความล่าช้า (lag) ที่เหมาะสม

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ $H_0 : \theta = 0$ และ $H_1 : \theta \neq 0$ โดยเปรียบเทียบค่าสถิติที่คำนวณได้โดยวิธีเดียวกับ Dickey-Fuller Test กับค่าวิกฤติ MacKinnon ถ้าหากยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีคุณสมบัติหนึ่ง ถ้าหากปฏิเสธสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูลนั้นมีคุณสมบัติหนึ่ง ซึ่งในกรณีที่ข้อมูลไม่มีคุณสมบัติหนึ่งเราสามารถทำผลต่าง (Differencing) ของตัวแปรนั้นและทดสอบยูนิตรูทอีกครั้งจนกว่าปฏิเสธสมมติฐาน เมื่อเราพบว่าข้อมูล Y_t มีคุณสมบัติหนึ่งที่เราทำผลต่างครั้งที่ใดๆ แล้ว เราจะเรียกตัวแปร Y_t ว่ามีผลต่างอันดับที่ d (Integration of order d) หรือ $Y_t \sim I(d)$

2.1.10 Vector Autoregressive (VAR)

ตัวแบบ VAR เป็นตัวแบบที่พัฒนามาจากตัวแบบ Autoregressive (AR) โดยสามารถเพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งตัวเข้ามาในตัวแบบได้รูปของเวกเตอร์ ในทางเศรษฐมิติจะใช้ตัวแบบ VAR เมื่อความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวไม่ชัดเจนและเป็นความสัมพันธ์แบบ dynamic โดยมีข้อสมมติฐานว่าตัวแปรทุกตัวมีคุณสมบัติหนึ่งและตัวแปรแต่ละตัวไม่ส่งผลต่อตัวแปรอื่นในช่วงเวลาเดียวกันหรือไม่ส่งผลกระทบทันทีเมื่อตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนแปลง

ตัวแบบ VAR อันดับที่ p (แทนด้วย VAR(p)) นั้นแต่ละตัวแปรจะถูกอธิบายด้วยช่วงความล่าช้า p ค่าของตัวแปรนั้นและตัวแปรอื่นในตัวแบบ ให้ Y_t แทนเวกเตอร์ของตัวแปร n ตัวที่เวลา t มีขนาด $n \times 1$ ตัวแบบ VAR(p) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_t = m + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

เมื่อ m คือ เวกเตอร์ค่าคงที่ มีขนาด $n \times 1$

A_i คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ autoregressive มีขนาด $n \times n$ ($i=1,2,\dots,p$)
 ε_t คือ เวกเตอร์ของค่าคลาดเคลื่อน ขนาด $n \times 1$ ซึ่งมีคุณสมบัติ White noise นั้น
 คือ

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

$$E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \begin{cases} \Omega & ; t = l \\ 0 & ; t \neq l \end{cases}$$

โดย Ω เป็น เมทริกซ์สมมาตรที่เป็นบวกแน่นอน (The symmetric positive definite matrix) (Hamilton, 1994)

ตัวแบบ VAR ได้ถูกใช้เพื่อนำมาพยากรณ์และวิเคราะห์ข้อมูลอย่างกว้างขวาง แต่มักจะพบปัญหาสำคัญคือการเลือกใช้ช่วงความล่าช้าที่เหมาะสม ซึ่ง Lütkepohl (2005) ได้ชี้ให้เห็นว่าการเลือกช่วงความล่าช้าที่มากกว่าค่าที่แท้จริงส่งผลให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean square error) ของค่าพยากรณ์เพิ่มขึ้น และหากเลือกน้อยกว่าค่าที่แท้จริงมักก่อให้เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) นอกจากนี้ Hafer and Sheehan (1989) ยังพบว่าการเลือกช่วงความล่าช้าที่แตกต่างกันมีผลต่อความแม่นยำของค่าพยากรณ์จากการใช้ตัวแบบ VAR

ดัชนีที่ใช้เลือกช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมมีหลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกใช้ดัชนี Akaike Information Criterion (AIC) และ Schwarz Information Criterion (SIC) โดยมีสูตรดังนี้

$$AIC(p) = \ln |\bar{\Sigma}(p)| + \frac{2}{T} (N^2 p)$$

$$SIC(p) = \ln |\bar{\Sigma}(p)| + \frac{\ln T}{T} (N^2 p)$$

เมื่อ T คือ จำนวนปี

$\bar{\Sigma}$ คือ quasi-maximum likelihood ของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (covariance matrix) Σ

N คือ จำนวนสาเหตุการตาย

p คือ ช่วงความล่าช้าที่ต้องการทดสอบ

ช่วงความล่าช้าสูงสุด (Max lag) ที่ใช้ในการคำนวณหาช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมจะต้องสอดคล้องกับจำนวนค่าสังเกต (Observation) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนค่าสังเกต แต่ไม่เพิ่มเร็วจนเกินไป นั่นคือ $\lim_{T \rightarrow \infty} p_{\max} = \infty$ และ $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{p_{\max}}{T} = 0$ (Kogan, 2010: Online)

สำหรับเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกช่วงความล่าช้าคือเลือกช่วงความล่าช้าที่ให้ค่าของดัชนี AIC และ SIC ต่ำที่สุด หาก AIC และ SIC ให้ผลที่ไม่สอดคล้องกัน จะพิจารณาเลือกค่า SIC เป็นหลัก เนื่องจาก Lütkepohl (2005) แนะนำว่าค่า AIC อาจให้ช่วงความล่าช้าเกินกว่าจำนวนช่วงความล่าช้าที่เหมาะสม อีกทั้งการใช้ AIC เหมาะกับข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกพิจารณาค่า SIC เป็นหลัก

2.1.11 โคอินทิเกรชัน (Cointegration) และตัวแบบการปรับแก้ความผิดพลาดหลายตัวแปร (Vector Error Correction Model: VECM)

การใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน อาจนำไปสู่การถดถอยที่มีความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (Spurious regression) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านี้จะไม่มีคุณสมบัติหนึ่ง หากมีผลต่างอันดับเดียวกันแล้ว ตัวแปรดังกล่าวอาจมีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันซึ่งบอกถึงความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Long-run equilibrium relationship)

Engle and Granger (1987) ได้ให้นิยามของโคอินทิเกรชันไว้ดังนี้

เวกเตอร์ $Y_t \sim (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ จะมีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันอันดับที่ f, g เขียนแทนด้วย $Y_t \sim CI(f, g)$ ถ้า \bar{Y}_t มีคุณสมบัติดังนี้

1. ตัวแปรทุกตัวใน Y_t มีผลต่างอันดับที่เท่ากับ f
2. มีเวกเตอร์ $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ ที่ทำให้ผลรวมเชิงเส้น $b'Y_t = b_1Y_{1t} + b_2Y_{2t} + \dots + b_nY_{nt}$ มีผลต่างอันดับที่ $f - g$ โดยที่ $g > 0$

เวกเตอร์ b เรียกว่า Cointegrating Vector

โดยส่วนใหญ่มักกำหนดให้ $f = g$ เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ซึ่งทำให้คุณสมบัติข้อ 2 นั้นคือผลรวมเชิงเส้น $b'Y_t$ มีผลต่างอันดับที่ 0 หรือมีคุณสมบัติ Stationary

Engle and Granger (1987) ได้เสนอแนวคิดที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันด้วยวิธีที่เรียกว่า Two-Step Estimation โดยการนำค่าคลาดเคลื่อนที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary least square) ของตัวแปรที่มีผลต่างอันดับเดียวกันมาทำการทดสอบคุณสมบัติหนึ่ง ซึ่งถ้าพบว่าค่าคลาดเคลื่อนที่นำมาทดสอบมีคุณสมบัติหนึ่ง แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว

อย่างไรก็ตาม วิธีที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ Engle and Granger มีข้อบกพร่องที่เห็นได้ชัดเจนสองประการคือ

1. สามารถหาสมการความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันได้เพียงครั้งละ 1 สมการ
2. กระบวนการทดสอบด้วยวิธี Two-Step Estimation ในขั้นตอนที่สองคือการทดสอบคุณสมบัติหนึ่งของค่าคลาดเคลื่อนที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดในขั้นตอนแรก ซึ่งทำให้ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการคำนวณในครั้งแรกส่งผลกระทบต่อผลการคำนวณในครั้งที่สอง

เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว Johansen (1991) ได้เสนอวิธีการทดสอบความสัมพันธ์เชิง
 ดุลยภาพระยะยาวของตัวแปรซึ่งสามารถหาจำนวนความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างตัวแปร
 ต่างๆ ที่อาจมีมากกว่า 1 รูปแบบได้ มีแนวคิดดังนี้

พิจารณา Vector Autoregression (VAR) อันดับ p กำหนดโดย

$$Y_t = \mu + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

เมื่อ Y_t คือ เวกเตอร์ขนาด $n \times 1$ ของตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบโคอินทิเกรชัน

ε_t คือ เวกเตอร์ขนาด $n \times 1$ ของค่าคลาดเคลื่อน มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และ
 เมทริกซ์ความแปรปรวนเป็น Σ

ตัวแบบ VAR สามารถจัดอยู่ในรูปของ VECM ได้เป็น

$$\Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$; I คือ เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity matrix)

$$\Gamma_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j$$

โดยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์ Π จะเท่ากับจำนวนของ Cointegrating vector ซึ่งคำนวณได้
 จากจำนวนค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalue) ของ Π ที่ไม่เท่ากับศูนย์ Johansen (1991) ได้นำเสนอ
 การทดสอบ likelihood ratio test 2 วิธีเพื่อหาค่าดังกล่าว เรียกว่า Trace test และ Maximum
 eigenvalue test โดย

$$J_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

$$J_{max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1})$$

เมื่อ T คือ จำนวนปี

$\hat{\lambda}_i$ คือ ค่าลักษณะเฉพาะของ Π เรียงจากน้อยไปมาก

Trace test มีสมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : มีจำนวน Cointegrating Vector อย่างมากเท่ากับ r

H_1 : มีจำนวน Cointegrating Vector มากกว่า r

Maximum eigenvalue test มีสมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : มีจำนวน Cointegrating Vector อย่างมากเท่ากับ r

H_1 : มีจำนวนเท่ากับ $r+1$ Cointegrating Vector

เปรียบเทียบค่าสถิติค่า Trace test หรือ Maximum eigenvalue test ที่ได้กับค่าวิกฤติ (Critical Value) จากตารางของ Johansen เริ่มจากค่า $r=0$ หากปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ให้เพิ่มค่า r ทีละ 1 จนกว่าจะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ได้

จากผลทดสอบจะสามารถแบ่งได้เป็นสามกรณีคือ

กรณี $r=0$ แสดงว่าเมทริกซ์ Π เป็นเมทริกซ์ว่างและมีจำนวน Cointegrating Vector เป็นศูนย์ นั่นคือไม่มีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน

กรณี $r=n$ ตัวแปรทุกตัวมีคุณสมบัตินิ่ง (Ender, 1995)

กรณี $0 < r < n$ แสดงว่ามีจำนวน Cointegrating Vector เท่ากับ r ตัว

หากพบว่ามี Cointegrating vector เกิดขึ้นแสดงว่าอนุกรมเวลาที่มีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันหรือความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Long-run equilibrium relationship) แต่ในระยะสั้นอาจมีการออกนอกดุลยภาพได้ (Disequilibrium) ทำให้เกิดพจน์ความคลาดเคลื่อนขึ้นในสมการโคอินทิเกรชันซึ่งเราสามารถนำพจน์ความคลาดเคลื่อนนี้ไปสร้างตัวแบบที่ผูกความสัมพันธ์ระยะสั้นกับระยะยาวได้ (Gujarati, 2003) เรียกว่าตัวแบบการปรับแก้ความผิดพลาดหลายตัวแปร (Vector error correction Model: VECM)

Enders (1995) ได้กำหนดแบบจำลอง VECM ไว้ดังนี้

$$\Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

เมื่อ
$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$$

$$\Gamma_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j$$

ε_t คือ เวกเตอร์ขนาด $n \times 1$ ของค่าคลาดเคลื่อน

โดยเมทริกซ์ Π ยังสามารถแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegrating relationship) และค่าความเร็วในการปรับตัว (Speed of adjustment) โดย

$$\Pi = ab'$$

เมื่อ $a =$ ค่าความเร็วในการปรับตัว (Speed of adjustment) เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times r$

$b =$ Cointegrating parameters เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times r$

โดย a หรือค่าความเร็วในการปรับตัวเป็นค่าที่แสดงถึงความเร็วของการขจัดการออกนอกดุลยภาพ (disequilibrium) โดยที่ดุลยภาพจะกลับมาเร็วขึ้น ถ้าค่าสัมบูรณ์ (Absolute value) ของ a มี

ค่ามาก ซึ่งการจัดการออกนอกฤดูสภาพก็คือการกำจัดค่าคลาดเคลื่อนซึ่งได้จากสมการโคอินทิเกรชันในช่วงเวลาที่ผ่านไปนั่นเอง

ข้อสมมติในการใช้ตัวแบบ VECM เป็นเช่นเดียวกับตัวแบบถดถอยเชิงเส้นปกติแบบฉบับ (Classical normal linear regression model) นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนในตัวแบบต้องไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) และมีการกระจายแบบปกติ (Normality) นอกจากนี้ค่าสังเกต (Observation) ที่ใช้ในการหาตัวแบบต้องมีจำนวนมากกว่าตัวแปรที่ใช้ในการประมาณค่า และตัวแปรต้องไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นอย่างสมบูรณ์ (Perfect multicollinearity) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.1.12 การทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation)

ข้อสมมติประการหนึ่งในการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สมการถดถอย คือ ค่าคลาดเคลื่อนต้องไม่มีความสัมพันธ์กันในเวลาที่ต่างกัน นั่นคือ $E(\varepsilon_t \varepsilon'_l) = 0$ เมื่อ $t \neq l$ หากค่าคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันในเวลาที่ต่างกันแสดงว่าตัวแบบมีปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation)

วิธีในการตรวจสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเองทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เรียกว่า Portmanteau Tests ซึ่งเหมาะกับตัวแบบอนุกรมเวลาหลายตัวแปร มีแนวทางการทดสอบดังนี้

พิจารณาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมในตัวเอง (Autocovariance matrix) กำหนดโดย $C_l = E[\hat{u}_t \hat{u}'_{t-l}]$ สำหรับ $l = 0, 1, 2, \dots, h < T$; $p < h$ เมื่อ p คือช่วงความล่าช้าที่ใช้ทดสอบ \hat{u}_t คือเวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t และเมทริกซ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation matrix) และกำหนดให้ $R_l = D^{-1} C_l D^{-1}$ เมื่อ D เป็นเมทริกซ์แนวทแยงที่มีค่าในแนวทแยงเท่ากับรากที่สองของค่าในแนวทแยงของเมทริกซ์ C_0 โดยสมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$H_0 : \mathbf{R}_h = (R_1, \dots, R_h) = \mathbf{0}$$

$$H_1 : \mathbf{R}_h \neq \mathbf{0}$$

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$Q_h = T \sum_{l=1}^h \text{tr}(\hat{C}_l \hat{C}_0^{-1} \hat{C}_l \hat{C}_0^{-1})$$

ค่าสถิติ Q_h จะมีการแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi square distribution) ที่มีองศาอิสระ (Degree of freedom: df) เท่ากับ $K^2(h-p)$ เมื่อ K เป็นจำนวนตัวแปรในแบบจำลอง โดยจะยอมรับสมมติฐาน H_0 ก็ต่อเมื่อ $Q_h \leq \chi^2(K^2(h-p))$ นั่นคือตัวแบบไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง และปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ก็ต่อเมื่อ $Q_h > \chi^2(K^2(h-p))$

2.1.13 การทดสอบการกระจายแบบปกติ (Lütkepohl, 2005)

Lütkepohl (2005) ได้นำเสนอวิธีการทดสอบค่าคลาดเคลื่อนของข้อมูลหลายตัวแปรว่ามี การกระจายแบบปกติหรือไม่ โดยการทดสอบนี้เรียกว่า การทดสอบ Jarque – Bera สำหรับหลายตัวแปร (Multivariate Jarque – Bera test) โดยรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

ให้ y_t เวกเตอร์ของตัวแปร N ตัวที่มีคุณสมบัติหนึ่ง มีเวกเตอร์ค่าคลาดเคลื่อน u_t และ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมไม่เอกฐาน (Nonsingular covariance matrix) เป็น Σ_u จะได้ว่ามี เมทริกซ์ P ซึ่ง $PP' = \Sigma_u$ และกำหนดให้ $\bar{u} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T u_t$, $v_t = P^{-1}(u_t - \bar{u})$ จะได้เวกเตอร์โมเมนต์ ที่ 3 และ 4 ดังนี้

$$m_3 = \frac{1}{T} \sum_t v_{nt}^3, n = 1, \dots, N$$

$$m_4 = \frac{1}{T} \sum_t v_{nt}^4, n = 1, \dots, N$$

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$JB = T \left(\frac{m_3' m_3}{6} + \frac{(m_4 - 3_k)' (m_4 - 3_k)}{24} \right)$$

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$H_0 : E \begin{bmatrix} v_{1t}^3 \\ \vdots \\ v_{Nt}^3 \end{bmatrix} = 0 \text{ และ } E \begin{bmatrix} v_{1t}^4 \\ \vdots \\ v_{Nt}^4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ \vdots \\ 3 \end{bmatrix} = 3_N$$

$$H_1 : E \begin{bmatrix} v_{1t}^3 \\ \vdots \\ v_{Nt}^3 \end{bmatrix} \neq 0 \text{ หรือ } E \begin{bmatrix} v_{1t}^4 \\ \vdots \\ v_{Nt}^4 \end{bmatrix} \neq 3_N$$

เปรียบเทียบค่าสถิติที่คำนวณได้กับค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square) ที่มีองศาอิสระเท่ากับ $2N$ โดยหากยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการกระจายแบบปกติ

2.1.14 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างสมบูรณ์ (Perfect multicollinearity) (Gujarati, 2003)

ปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างสมบูรณ์ (Perfect multicollinearity) เกิดขึ้นเมื่อตัวแปรอิสระไม่เป็นอิสระเชิงเส้นต่อกัน (not linearly independent) ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถประมาณค่าหาสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยได้ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) มีค่าเท่ากับอินฟินิตี้ (Infinity) โดยหากใช้โปรแกรม Eviews ในการวิเคราะห์ โปรแกรมจะแจ้งข้อผิดพลาด “Near singular matrix” (เฉลิมพงษ์ คงเจริญ, 2547)

2.1.15 ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ตัวแบบ ARIMA เป็นตัวแบบที่พัฒนาโดย George E.P.Box และ Gwilym M. Jenkins ในปี ค.ศ. 1970 โดยพื้นฐานแล้วตัวแบบ ARIMA เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ไปข้างหน้าในช่วงเวลาสั้นๆ และต้องมีจำนวนของข้อมูลที่มากพอสมควร ตัวแบบ ARIMA(p,d,q) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ตัวแบบ Autoregressive (AR(p)) กระบวนการ Integrated (I(d)) และตัวแบบ Moving Average (MA(q)) โดยรายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. ตัวแบบ Autoregressive (AR(p))

ตัวแบบ Autoregressive เป็นตัวแบบที่ค่าสังเกต Y_t จะขึ้นอยู่กับค่า Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p} หรือค่าสังเกตที่เกิดขึ้นก่อนหน้า p ค่า โดยตัวแบบ AR(p) หรือ Autoregressive ที่มีอันดับที่ p สามารถเขียนอยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

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

โดยที่ μ คือ ค่าคงที่

ϕ_j คือ พารามิเตอร์ตัวที่ j

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

2. ตัวแบบ Moving Average (MA(q))

ตัวแบบ Moving Average เป็นตัวแบบที่ค่าสังเกต Y_t ถูกกำหนดจากค่าความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ หรือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ก่อนหน้า q โดยตัวแบบ MA(q) หรือ Moving Average ที่มีอันดับที่ q สามารถเขียนอยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

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

โดยที่ μ คือ ค่าคงที่

θ_j คือ พารามิเตอร์ตัวที่ j

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

3. กระบวนการ Integrated (I(d))

กระบวนการ Integrated (I(d)) เป็นการหาผลต่างของอนุกรมเวลาระหว่างข้อมูล ณ ปัจจุบัน กับข้อมูลถอยหลังไป d คาบเวลา โดยสาเหตุที่ต้องทำการหาผลต่างของอนุกรมเวลาเนื่องจากตัวแบบ ARIMA ต้องใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งเท่านั้น ในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง จะต้องทำการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้เป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่งก่อน โดยการหาผลต่างของข้อมูลอนุกรมเวลาก่อนที่จะนำไปสร้างตัวแบบ ARIMA ซึ่งผลต่างอันดับที่ d หรือ I(d) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\Delta_d Y_t = \Delta_{d-1}(Y_t - Y_{t-1})$$

โดยที่

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

Δ_d คือ ผลต่างอันดับที่ d

4. ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

เมื่อนำตัวแบบ Autoregressive ตัวแบบ Moving Average และกระบวนการ Integrated มาพิจารณาร่วมกันสามารถนำมากำหนดเป็นรูปแบบทั่วไปของตัวแบบ ARIMA(p,d,q) สามารถเขียนได้ดังนี้

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

โดยที่

Y_t คือ ค่าสังเกตในอนุกรมเวลา ณ เวลา t

p คือ อันดับของ Auto Regressive

q คือ อันดับของ Moving Average

δ คือ ค่าคงที่

Δ_d คือ ผลต่างอันดับที่ d

ϕ_j คือ พารามิเตอร์ตัวที่ j ของ Autoregressive

θ_j คือ พารามิเตอร์ตัวที่ j ของ Moving Average

ε_j คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

แนวโน้มการตายจำแนกตามสาเหตุมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการพยากรณ์อัตราการระลอกคณิตศาสตร์และนักประชากรศาสตร์ เริ่มให้ความสำคัญในการพยากรณ์อัตราการตายโดยพิจารณาสาเหตุการตายร่วมด้วยมากขึ้น โดยในปีค.ศ. 1992 McNown and Rogers ได้ใช้ตัวแบบ ARIMA ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบพหุ (Multi-Exponential model) เพื่อ

ใช้ในการพยากรณ์อัตราการมรณะโดยจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญ ได้แก่ โรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือด อุบัติเหตุและสาเหตุอื่นๆ โดยใช้ข้อมูลในช่วงปีค.ศ. 1960-1985 ของประเทศสหรัฐอเมริกา จากนั้นได้เปรียบเทียบการพยากรณ์อัตราการมรณะรวมโดยพิจารณาสาเหตุการตายร่วมด้วยการพยากรณ์อัตราการมรณะรวมโดยตรงด้วยวิธี Autoregressive integrated moving average (ARIMA) พบว่าการพยากรณ์อัตราการมรณะรวมโดยพิจารณาสาเหตุการตายร่วมด้วยให้ผลที่แม่นยำกว่าพยากรณ์อัตราการมรณะรวมโดยตรง

เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวโน้มการมรณะของแต่ละสาเหตุการตายมากขึ้น งานวิจัยที่ทำอัตราการมรณะโดยพิจารณาสาเหตุการตายร่วมด้วยจึงเริ่มมีการศึกษาอย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยของ Wilmoth (1996), Guterman and Vanderhoof (1998), Tabeau, Ekamper, Huisman, and Bosch (1999) หรือ Wong-Fupuy and Haberman (2004) โดยหาอัตราการมรณะจำแนกตามแต่ละสาเหตุแล้วจึงนำมาคำนวณอัตราการมรณะรวมในภายหลัง และไม่ได้สนใจถึงข้อจำกัดสำคัญในเรื่องความไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependency) ของแต่ละสาเหตุการตาย ดังนั้น ในการศึกษาเหล่านี้จึงตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าแต่ละสาเหตุการตายมีความเป็นอิสระจากกัน

ต่อมา Gaille and Sherris (2010) ได้ทำการศึกษาแนวโน้มของอัตราการมรณะของประชากร 9 ประเทศจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญ 5 สาเหตุ โดยใช้ข้อมูลการตายระหว่างปีค.ศ. 1950-2010 และพบว่าสาเหตุการตายเหล่านี้มีความสัมพันธ์แบบ Cointegration หรือมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว จึงได้ประยุกต์ใช้ตัวแบบ VAR และ VECM ซึ่งเป็นตัวแบบทางเศรษฐมิติในการพยากรณ์และใช้แนวโน้มร่วมของแต่ละสาเหตุการตายในแต่ละประเทศมาพิจารณา และทำการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ของแต่ละประเทศ

เนื่องจากตัวแบบ VECM ต้องทำการตรวจสอบโคอินทิเกรชันของตัวแปรแต่ละกลุ่ม ซึ่งในกรณีการพยากรณ์อัตราการมรณะหากต้องการพยากรณ์รายกลุ่มอายุจะต้องทำการตรวจสอบว่าสาเหตุการตายมีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันหรือไม่ในทุกอายุ ซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก ในการศึกษาของ Zhou, Wang, Kaufhold, Li, and Tan (2014) จึงได้สร้างตัวแบบอัตราการมรณะของประชากรสองกลุ่มที่เกี่ยวข้องกัน กลุ่มแรกคือชาวอังกฤษและชาวเวลล์ กลุ่มที่สองคือผู้อพยพจากชีวิตในประเทศอังกฤษ โดยใช้ข้อมูลในช่วงปีค.ศ. 1961-2005 ประชากรที่ใช้ในการศึกษามีอายุ 60-84 ปี โดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter) และนำตัวแบบ Random walk plus a first order autoregressive process (RWAR), Vector autoregression (VAR) และ Vector error correction model (VECM) มาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของดัชนีเวลาในตัวแบบ เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์แล้วพบว่าตัวแบบ โคอินทิเกรชันที่ใช้ตัวแบบ VECM ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของดัชนีเวลาให้ผลในการพยากรณ์ที่ดีที่สุด นอกจากนี้การใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ยังแยกตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับอายุและเวลาออกจากกัน โดยตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับอายุเป็นค่าคงที่ตามอายุ ดังนั้นการตรวจสอบโคอินทิเกรชันจึงพิจารณาเฉพาะตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับเวลา โดยไม่จำเป็นต้องตรวจสอบทุกอายุ

2.2.2 งานวิจัยภายในประเทศ

นันทวัน อินทชาติ (พ.ศ. 2547) ได้ทำการศึกษาแบบแผนและความแตกต่างของสาเหตุการตายในประเทศไทยโดยจำแนกตามเพศและกลุ่มอายุวิเคราะห์จากข้อมูลทุติยภูมิของกระทรวงสาธารณสุข 2 แห่ง ได้แก่ 1) ข้อมูลสาเหตุการตายที่รวบรวมและทำการลงรหัสตามบัญชีจำแนกโรคจากใบมรณบัตรทั่วประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2542 และ 2) ข้อมูลการสอบสวนสาเหตุการตายโดยการสัมภาษณ์จากจังหวัดที่เป็นเลือกให้เป็นตัวแทนของประเทศ จำนวน 10 จังหวัด ทำการสำรวจในปี พ.ศ. 2540-2541 โดยเลือกทำการศึกษาสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย 3 สาเหตุหลัก และ 13 สาเหตุย่อย โดยพบว่าประชากรตายก่อนถึงวัยอันควรด้วยกลุ่มอุบัติเหตุต่างๆและโรคเอดส์ โดยเพศชายจะสูญเสียจำนวนปีที่มีชีวิตอยู่ (Years of Life Lost) มากกว่าเพศหญิงและถ้าสามารถขจัดสาเหตุการตายด้วยกลุ่มโรคหัวใจและโรคมะเร็งได้แล้ว อายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดจะเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยเพศชายจะได้ประโยชน์จากจำนวนปีที่มีชีวิตเพิ่มขึ้นมากกว่าเพศหญิง (Years of Life Gained) ความต่างระหว่างเพศของอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดพบว่าใน 4 สาเหตุหลัก โรคเอดส์ (AIDS) อุบัติเหตุทางจราจร (Transport Accidents) โรคมะเร็งต่างๆ (Neoplasms) และโรคหัวใจ (Heart Disease) ทำให้เพศชายมีอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดต่างจากเพศหญิงร้อยละ 35-50 และผลของแต่ละสาเหตุนั้นพิจารณาจากจำนวนปีที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของอายุขัยเฉลี่ย ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันเมื่อใช้เครื่องมือที่แตกต่างกัน

ต่อมาในปีพ.ศ. 2548 ณิชาราชฤทธิ์ และ สุวณีย์ สุรเสียงสังข์ ได้ทำการพยากรณ์อัตราการณะของประชากรไทยโดยใช้ตัวแบบพยากรณ์อัตราการณะของลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models) และพบว่าอัตราการณะของประชากรไทยในปีพ.ศ.2548-2557 มีแนวโน้มลดลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลทั้งเพศชายและเพศหญิง แต่ในกลุ่มอายุ 0-4 ปี อัตราการณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งณัฐกร สุรเมธากุล (พ.ศ. 2552) ได้ศึกษาในตัวแบบลี-คาร์เตอร์เพิ่มเติมด้วยการพยากรณ์อัตราการณะของประชากรไทยในอีก 10 ปีข้างหน้าโดยใช้วิธีพยากรณ์ 3 วิธี คือ 1. ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter models) 2. ตัวแบบลี-คาร์เตอร์โดยใช้ฟัซซีฟอรัลชัน (Fuzzy formulation of the Lee-Carter models) และ 3. วิธีการแปลงของแวง (Wang Transform) และพบว่าอัตราการณะจะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือมีค่าลดลงอย่างช้าๆ โดยที่แต่ละตัวแบบในการพยากรณ์จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน

เพื่อนำปัจจัยทางเศรษฐกิจและสาเหตุการตายมาพิจารณาร่วมด้วยในการพยากรณ์อัตราการณะ ในปีพ.ศ. 2555 ภัทร สุริยภัทรพันธ์ ได้ตรวจสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างดัชนีเวลาจากตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของประชากรในช่วงปีพ.ศ. 2506-2533 กับปัจจัยต่างๆ ด้วยวิธีของ Engle and Granger (1987) และพบว่ามีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันในบางสาเหตุการตายและปัจจัยเศรษฐกิจ จึงประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระยะยาวที่ได้มาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ดัชนีเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์เพื่อพยากรณ์อัตราการณะ โดยผลการศึกษาพบว่าช่วงอายุตั้งแต่ 0-14 ปี ค่าลอการิทึมอัตราการณะกลางปีจะลดลงอย่างช้าๆ โดยหลังจากนั้นค่าลอการิทึมอัตราการณะกลางปีจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งค่าลอการิทึมอัตราการณะกลางปีของเพศชายจะมีความผันผวนมากกว่า

เพศหญิงเล็กน้อย แต่จะมีทิศทางแบบเดียวกัน และ ค่าพยากรณ์อัตราณจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบ
เอ็กซ์โพเนนเชียลตามอายุ โดยในเพศชายจะมีค่าลดลงตามจำนวนปีที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ในเพศ
หญิงยังไม่เห็นความแตกต่างในแต่ละปีชัดเจน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3

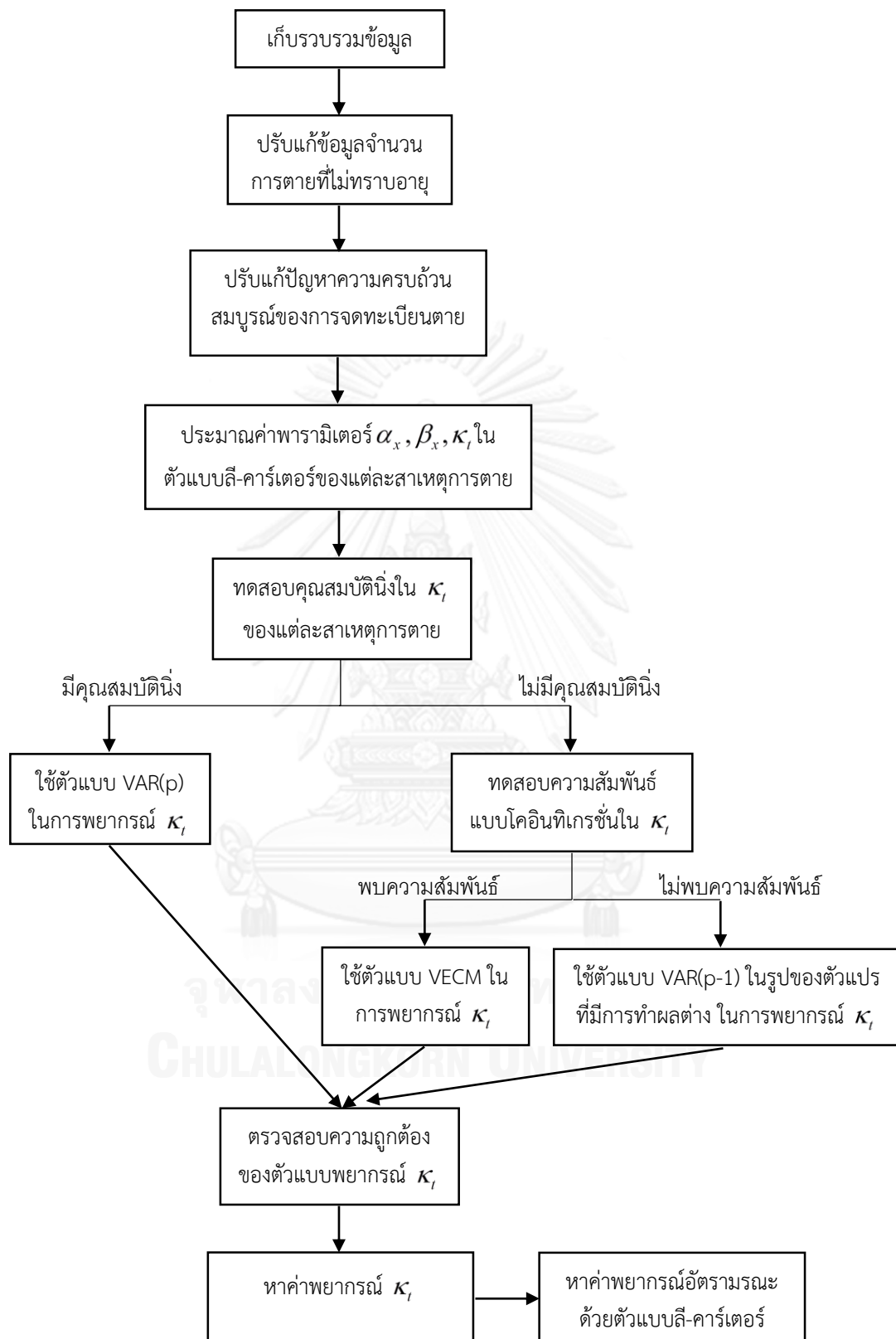
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการหาตัวแบบการพยากรณ์แนวโน้มการมรณะของประชากรไทยจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ เนื้องอก โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคติดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย และโรคของระบบทางเดินหายใจ โดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) และใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา (κ_t) ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์จากตัวแบบ VAR และ VECM ซึ่งในขั้นตอนการหาตัวแบบสามารถกล่าวโดยสรุปเป็นแนวทางการดำเนินงานได้ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การเตรียมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย
3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์
4. การหาตัวแบบพยากรณ์พารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา (κ_t) ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์
5. การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ
6. การหาค่าพยากรณ์อัตราการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตาย
7. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการของงานวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน



3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

แหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

1. จำนวนประชากรกลางปีตั้งแต่ปีพ.ศ. 2539 – 2554 จากสถิติสาธารณสุขสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามกลุ่มอายุ และเพศ

2. จำนวนการตายและสาเหตุการตายตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานของบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศของประชากรไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 – 2554 จากสถิติสาธารณสุขสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามกลุ่มอายุ เพศ และ สาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย 5 สาเหตุ ได้แก่ โรคเนื้องอก (C00-D48) โรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย (V01-Y89) โรคระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) โรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J98)

3.2 การเตรียมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย

ข้อมูลบางส่วนที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องมีการปรับแก้ เพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์ใกล้เคียงความเป็นจริงและสะดวกต่อการนำไปใช้ต่อไป โดยมีรายละเอียดการปรับแก้ดังนี้

3.2.1 ข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ

ข้อมูลจำนวนการตายแต่ละปีจะมีข้อมูลที่ไม่ทราบอายุในบางสาเหตุการตาย ทำให้ต้องมีการปรับข้อมูลที่ไม่ทราบอายุ โดยกระจายข้อมูลดังกล่าวกระจายไปยังกลุ่มอายุต่างๆตามน้ำหนักของจำนวนการตายในกลุ่มอายุนั้นๆในแต่ละเพศ ซึ่งน้ำหนักของแต่ละกลุ่มอายุสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$w_{x,t}^{(i)} = \frac{D_{x,t}^{(i)}}{\sum_x D_{x,t}^{(i)}}$$

เมื่อ $w_{x,t}^{(i)}$ คือ น้ำหนักจำนวนการตายของประชากรกลุ่มอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i ในปีที่ t

$D_{x,t}^{(i)}$ คือ จำนวนการตายของประชากรกลุ่มอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i ในปีที่ t

และจะได้จำนวนการตายที่ปรับใหม่คือ

$$\hat{D}_{x,t}^{(i)} = D_{x,t}^{(i)} + w_{x,t}^{(i)} \cdot U_t^{(i)}$$

เมื่อ $\hat{D}_{x,t}^{(i)}$ คือ จำนวนการตายของประชากรกลุ่มอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i ในปีที่ t ที่ปรับใหม่

$U_t^{(i)}$ คือ จำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุของประชากรที่ตายด้วยสาเหตุ i ในปีที่ t

โดยจำนวนการตายที่ปรับใหม่นั้นจะทำการปัดจุดทศนิยมให้เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งหากคำนวณได้เป็นจุดทศนิยมมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะทำการปัดเศษขึ้น หากน้อยกว่า 0.5 จะทำการปัดเศษลง

3.2.2 การปรับแก้ปัญหาความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตาย

การปรับแก้ปัญหาความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตายของประชากรในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์จากผลสำรวจการเปลี่ยนแปลงประชากรที่ดำเนินการโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ซึ่งได้จัดทำเป็นประจำทุกกระยะ 10 ปีในช่วงกึ่งกลางระหว่างปีที่จัดทำสำมะโนประชากร โดยจำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตายนั้นแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุ เพศและปีที่สำรวจ ดังนั้นการปรับแก้ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลการตายจึงจำเป็นต้องพิจารณากลุ่มอายุ เพศและช่วงเวลาที่ต้องการปรับแก้ด้วย

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลการตายของประชากรในช่วงปีพ.ศ.2539-2544 เนื่องจากค่าร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์มีการรายงานทุกกระยะ 10 ปี ดังนั้นค่าร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ที่ใช้ปรับแก้ในแต่ละปีจะใช้ค่าจากปีที่สำรวจมาครั้งล่าสุดก่อนหน้า นั่นคือ ข้อมูลการตายปีพ.ศ.2539-2547 จะใช้ค่าค่าร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ที่สำรวจในปีพ.ศ.2538-2539 และปีพ.ศ.2548-2554 จะใช้ค่าที่สำรวจในปีพ.ศ.2548-2549

จำนวนการตายที่ปรับใหม่คือ

$$\tilde{D}_{x,t}^{(i)} = \frac{D_{x,t}^{(i)}}{P_{x,t}}$$

เมื่อ $\tilde{D}_{x,t}^{(i)}$ คือ จำนวนการตายของประชากรกลุ่มอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i ในปีที่ t ที่ปรับใหม่
 $P_{x,t}$ คือ ค่าร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ของประชากรกลุ่มอายุ x ตายในปีที่ t

ตัวอย่างเช่น ในปีพ.ศ.2539 จำนวนผู้เสียชีวิตด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 85 ปีขึ้นไป เพศชาย และปรับจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุแล้ว มีจำนวน 1056 คน ในการปรับแก้ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลนี้ จะใช้ร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ที่สำรวจในปีพ.ศ.2538-2539 ในกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไปซึ่งเท่ากับร้อยละ 76.70 ดังนั้น จำนวนผู้เสียชีวิตที่ปรับแก้ความครบถ้วนสมบูรณ์แล้วเท่ากับ $\frac{1056 \times 100}{76.70} = 1377$ คน

3.2.3 การหาอัตราการณะกลางปี และลอการิทึมของอัตราการณะกลางปี

อัตราการณะกลางปีของแต่ละสาเหตุการตายสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$m_{x,t}^{(i)} = \frac{D_{x,t}^{(i)}}{L_{x,t}}$$

เมื่อ $m_{x,t}^{(i)}$ คือ อัตราการณะกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i ในปีที่ t
 $D_{x,t}^{(i)}$ คือ จำนวนการตายของประชากรกลุ่มอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i ในปีที่ t
 $L_{x,t}$ คือ จำนวนประชากรกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ x ในปีที่ t

3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

พิจารณาตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee and Carter, 1992)

$$\ln(m_{x,t}^{(i)}) = \alpha_x^{(i)} + \beta_x^{(i)} \kappa_t^{(i)} + \varepsilon_{x,t}^{(i)}$$

- เมื่อ $m_{x,t}^{(i)}$ คือ อัตราการณะประชากรกลางปีรายอายุ x ในปีที่ t ตายด้วยสาเหตุ i
 $\alpha_x^{(i)}$ คือ ค่าเฉลี่ยลอการิทึมอัตราการณะประชากรกลางปีรายอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i
 $\beta_x^{(i)}$ คือ อัตราส่วนเชื่อมของดัชนีเวลารายอายุ x ตายด้วยสาเหตุ i
 $\kappa_t^{(i)}$ คือ ดัชนีเวลาของระดับอัตราการณะกลางปีที่ t ตายด้วยสาเหตุ i
 $\varepsilon_{x,t}^{(i)}$ คือ ค่าคลาดเคลื่อนของตัวแบบรายอายุ x ในปีที่ t ตายด้วยสาเหตุ i

กำหนดให้ $\sum_t \kappa_t^{(i)} = 0$ และ $\sum_x (\beta_x^{(i)})^2 = 1$ จะได้ว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ $\alpha_x^{(i)}$ หาได้

จากค่าเฉลี่ยลอการิทึมของอัตราการณะกลางปีของกลุ่มอายุ x สำหรับทุกปี นั่นคือ

$$\hat{\alpha}_x^{(i)} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln m_{x,t}^{(i)}$$

เมื่อ T คือจำนวนปี

ค่าประมาณพารามิเตอร์ $\beta_x^{(i)}, \kappa_t^{(i)}$ หาได้จากการประยุกต์การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐาน (Singular Value Decomposition: SVD) กับเมทริกซ์ $z_{x,t}^{(i)} = \ln(m_{x,t}^{(i)}) - \hat{\alpha}_x^{(i)}$ ขนาด $m \times n$ เพื่อให้ได้เมทริกซ์ U, W และ V โดยที่

$$SVD(z_{x,t}^{(i)}) = UWW'$$

เมื่อ U เป็นเมทริกซ์ขนาด $m \times m$ โดยที่ $U'U = I$

V เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ โดยที่ $V'V = I$

W เป็นเมทริกซ์แนวทแยงหรือ $W = \text{diag}(w_1, w_2, \dots, w_n)$ มีขนาด $m \times n$ โดยที่

$w_1 \geq \dots \geq w_r > 0$ และ $w_j = 0$ สำหรับ $r+1 \leq j \leq n$

โดยเมทริกซ์ค่าประมาณ $\beta_x^{(i)}$ ประกอบด้วยเวกเตอร์ k เวกเตอร์ได้จาก k คอลัมน์แรกของ U และเมทริกซ์ค่าประมาณ $\kappa_t^{(i)}$ ประกอบด้วยเวกเตอร์ k เวกเตอร์ได้จากค่าเอกฐาน (Singular Value) ที่มากที่สุดจำนวน k ค่าคูณกับ k คอลัมน์แรกของ V ตามลำดับของค่าเอกฐานที่สัมพันธ์กัน เมื่อ k คือค่าลำดับชั้นที่เหมาะสมในการประมาณค่าเมทริกซ์ $z_{x,t}^{(i)}$ ด้วย Truncated SVD

3.4 การหาตัวแบบพยากรณ์พารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

อัตราส่วนของแต่ละสาเหตุการตายมีความขึ้นต่อกันของปัจจัยด้านเวลาซึ่งเป็นผลมาจากความเสี่ยงแข่งขันของสาเหตุการตาย ดังนั้นการหาตัวแบบพยากรณ์ของพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา (κ_t) ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในแต่ละสาเหตุการตายจึงต้องพิจารณาพร้อมกับสาเหตุอื่นด้วย ตัวแบบที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือตัวแบบ Vector Autoregressive (VAR) ซึ่งเป็นตัวแบบที่สามารถเพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งตัวเข้ามาในตัวแบบได้รูปของเวกเตอร์ ตัวแบบ VAR อันดับที่ p (แทนด้วย VAR(p)) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_t = \mu + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p}$$

เมื่อ μ คือ เวกเตอร์ค่าคงที่ มีขนาด $n \times 1$

A_i คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ autoregressive มีขนาด $n \times n$ ($i = 1, 2, \dots, p$)

p คือ ช่วงความล่าช้า(lag) ที่เหมาะสม สามารถหาได้จากดัชนี AIC และ SIC ที่น้อยที่สุด

โดยในการศึกษานี้เลือกช่วงความล่าช้าสูงสุด (max lag) $p_{\max} \approx \frac{1}{4} (\ln T)^2$

ในขั้นตอนต่อไปจะทำการตรวจสอบคุณสมบัติหนึ่งของตัวแปรโดยการทดสอบยูนิตรูทด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF Test) เนื่องจากตัวแบบ VAR ต้องใช้กับตัวแปรที่มีคุณสมบัติหนึ่งหรือมีความสัมพันธ์ในอันดับเดียวกัน ($Y_t \sim I(d)$) ซึ่งอันดับของผลต่างจะส่งผลต่อการเลือกรูปแบบตัวแบบ VAR หากตัวแปรทุกตัวมีคุณสมบัติหนึ่ง ($Y_t \sim I(0)$) ตัวแบบที่ใช้จะเป็นตัวแบบ VAR รูปแบบมาตรฐาน แต่หากตัวแปรทุกตัวไม่มีคุณสมบัติหนึ่ง แต่มีผลต่างอันดับเดียวกัน ($Y_t \sim I(d); d > 0$) จะทำการทดสอบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน(Cointegration) หรือไม่ด้วยวิธีของ Johansen (1995) โดยผลการทดสอบแบ่งออกได้เป็นสองกรณี ดังนี้

1) พบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน

พจน์ปรับแก้ความผิดพลาด (Error Correction Term) จะถูกเพิ่มเข้ามาในตัวแบบ VAR โดยตัวแบบใหม่นี้เรียกว่า ตัวแบบการปรับแก้ความผิดพลาดหลายตัวแปร (Vector Error Correction Model: VECM)

2) ไม่พบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน

ใช้ตัวแบบ VAR ในรูปของตัวแปรที่มีการทำผลต่าง (differencing) d ครั้ง

ในกรณีที่ตัวแปรแต่ละตัวมีผลต่างอันดับไม่เท่ากัน จะทำการหาผลต่างในแต่ละตัวแปรเพื่อให้มีผลต่างอันดับเดียวกัน แล้วจึงนำไปทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ

หลังจากเลือกตัวแบบที่เหมาะสมและประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในตัวแบบแล้ว จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ โดยตรวจสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Auto correlation) ด้วยวิธีที่เรียกว่า Portmanteau Tests และทดสอบความเป็นการกระจายแบบปกติ (Normality test) ของค่าคลาดเคลื่อน ด้วยการทดสอบ Jarque – Bera

3.6 การหาค่าพยากรณ์อัตราการณะจำแนกตามสาเหตุการตาย

ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์นั้นใช้การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอัตราการณะจาก 2 ปัจจัยพร้อมกัน คือ $\alpha_x^{(i)}, \beta_x^{(i)}$ เป็นปัจจัยด้านอายุ และปัจจัยด้านเวลา $\kappa_t^{(i)}$ โดยกำหนดให้ปัจจัยด้านอายุเป็นอิสระกับปัจจัยด้านเวลา ดังนั้น $\alpha_x^{(i)}, \beta_x^{(i)}$ จึงมีค่าคงที่ทุกปีสำหรับทุกกลุ่มอายุ x และ $\kappa_t^{(i)}$ มีค่าคงที่เท่ากันทุกกลุ่มอายุสำหรับปีที่ t ในแต่ละสาเหตุการตาย

หลังจากได้ค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ $\kappa_t^{(i)}$ จะสามารถหาเมทริกซ์ $\hat{z}_{x,t}^{(i)} = \beta_x^{(i)} \hat{\kappa}_t^{(i)}$ มีขนาด $X \times T$ ในแต่ละสาเหตุการตายได้ เมื่อ X คือจำนวนกลุ่มอายุและ T คือจำนวนปี มีลักษณะดังนี้

$$\hat{z}^{(i)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & \cdots & T-2 & T-1 & T \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \\ X \end{matrix} & \begin{pmatrix} z_{1,1}^{(i)} & z_{1,2}^{(i)} & z_{1,3}^{(i)} & \cdots & z_{1,T-2}^{(i)} & z_{1,T-1}^{(i)} & z_{1,T}^{(i)} \\ z_{2,1}^{(i)} & z_{2,2}^{(i)} & z_{2,3}^{(i)} & \cdots & z_{2,T-2}^{(i)} & z_{2,T-1}^{(i)} & z_{2,T}^{(i)} \\ z_{3,1}^{(i)} & z_{3,2}^{(i)} & z_{3,3}^{(i)} & \cdots & z_{3,T-2}^{(i)} & z_{3,T-1}^{(i)} & z_{3,T}^{(i)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{X,1}^{(i)} & z_{X,2}^{(i)} & z_{X,3}^{(i)} & \cdots & z_{X,T-2}^{(i)} & z_{X,T-1}^{(i)} & z_{X,T}^{(i)} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

ค่าพยากรณ์ลอการิทึมของอัตราการณะปีที่ t ของประชากรในกลุ่มอายุ X ตายด้วยสาเหตุ i สามารถหาได้จาก $\ln(\hat{m}_{x,t}^{(i)}) = \hat{z}_{x,t}^{(i)} + \hat{\alpha}_x^{(i)}$

บทที่ 4

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์

การศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์เป็นรูปแบบการพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทย จำแนกตามสาเหตุการตาย ซึ่งต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์อัตราการมรณะดังกล่าวต่อไปในบทที่ 5 และบทที่ 6 โดยผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\alpha_x, \beta_x, \kappa_t$ ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ เมื่อใช้ข้อมูลสถิติการตายรายกลุ่มอายุ ในช่วงปีพ.ศ.2539-2554 มีดังนี้

4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ในตัวแบบลี-คาร์เตอร์

ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x สามารถประมาณได้จาก $\hat{\alpha}_x = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln m_{x,t}$ ในแต่ละสาเหตุการตาย เมื่อ T คือจำนวนปีที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งกราฟของ α_x จะแสดงถึงรูปแบบของแนวโน้มการตายอันเนื่องมาจากปัจจัยด้านอายุ โดยผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ α_x ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในแต่ละสาเหตุการตายจำแนกตามเพศและอายุ

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		J00-J99 ⁴		V01-Y89 ⁵	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
<1	-7.221	-7.317	-9.906	-9.844	-8.117	-8.163	-6.942	-7.002	-8.350	-8.366
1	-8.060	-8.206	-8.926	-9.053	-8.651	-8.724	-7.850	-8.057	-7.290	-7.695
2	-8.749	-8.989	-9.356	-9.602	-9.571	-9.856	-8.613	-8.891	-7.399	-7.963
3	-8.916	-9.078	-9.394	-9.654	-9.949	-9.804	-8.894	-9.107	-7.482	-8.111
4	-8.943	-9.155	-9.370	-9.707	-9.909	-10.159	-8.979	-9.208	-7.459	-8.122
5-9	-9.270	-9.273	-9.803	-9.988	-10.362	-10.492	-9.498	-9.653	-7.781	-8.307
10-14	-9.765	-9.870	-9.876	-10.169	-10.240	-10.484	-10.214	-10.362	-7.786	-8.420
15-19	-9.575	-9.795	-9.658	-10.079	-9.276	-10.175	-9.825	-10.351	-6.508	-8.106
20-24	-8.519	-8.782	-9.413	-9.593	-8.950	-9.822	-9.168	-9.514	-6.391	-8.238
25-29	-7.391	-8.013	-8.682	-8.921	-8.519	-9.462	-8.303	-8.854	-6.500	-8.265
30-34	-6.963	-7.873	-8.169	-8.477	-8.126	-9.166	-7.888	-8.750	-6.606	-8.267
35-39	-6.996	-7.990	-7.772	-8.000	-7.768	-8.771	-7.850	-8.804	-6.634	-8.203
40-44	-7.108	-8.051	-7.266	-7.483	-7.338	-8.226	-7.850	-8.776	-6.628	-8.133
45-49	-7.156	-7.962	-6.705	-7.022	-6.909	-7.679	-7.737	-8.620	-6.623	-8.033
50-54	-7.072	-7.689	-6.195	-6.588	-6.513	-7.207	-7.488	-8.310	-6.623	-7.957
55-59	-6.861	-7.334	-5.750	-6.233	-6.140	-6.772	-7.066	-7.832	-6.625	-7.884

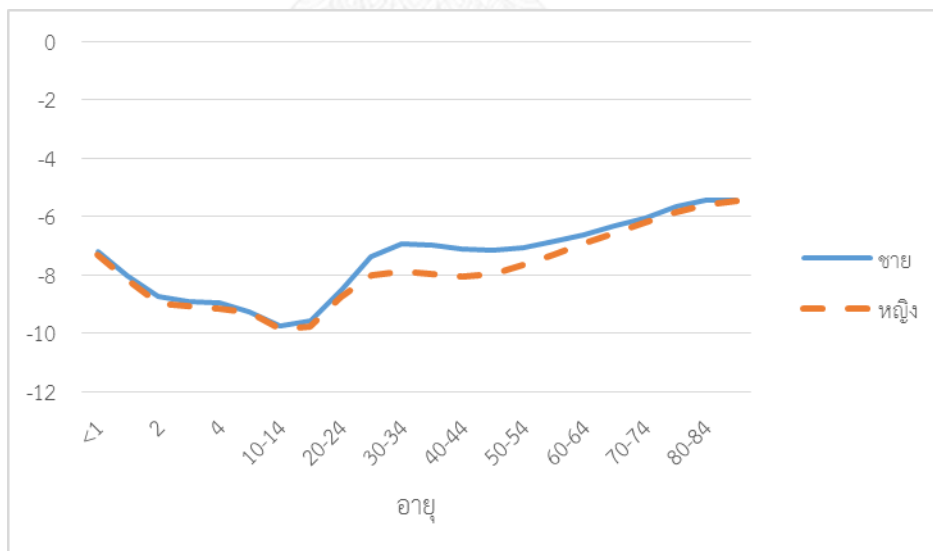
ตารางที่ 4.1(ต่อ) ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในแต่ละสาเหตุการตาย

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		J00-J99 ⁴		V01-Y89 ⁵	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
60-64	-6.651	-6.921	-5.468	-6.003	-5.847	-6.359	-6.635	-7.379	-6.630	-7.763
65-69	-6.329	-6.584	-5.222	-5.850	-5.530	-5.933	-6.125	-6.922	-6.595	-7.671
70-74	-6.048	-6.235	-5.180	-5.865	-5.262	-5.595	-5.706	-6.534	-6.568	-7.580
75-79	-5.674	-5.886	-5.104	-5.841	-4.968	-5.246	-5.251	-6.119	-6.552	-7.408
80-84	-5.427	-5.608	-5.245	-5.930	-4.756	-4.950	-4.896	-5.733	-6.549	-7.234
>85	-5.450	-5.463	-5.675	-6.239	-4.846	-4.875	-4.807	-5.421	-6.785	-7.202

หมายเหตุ : ¹ โรคติดเชื้อและปรสิต
² เนื้องอก
³ โรคระบบไหลเวียนโลหิต
⁴ โรคระบบทางเดินหายใจ
⁵ สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 สามารถนำสร้างกราฟค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ในแต่ละสาเหตุการตายได้ดังรูปที่ 4.1-4.5 ดังนี้

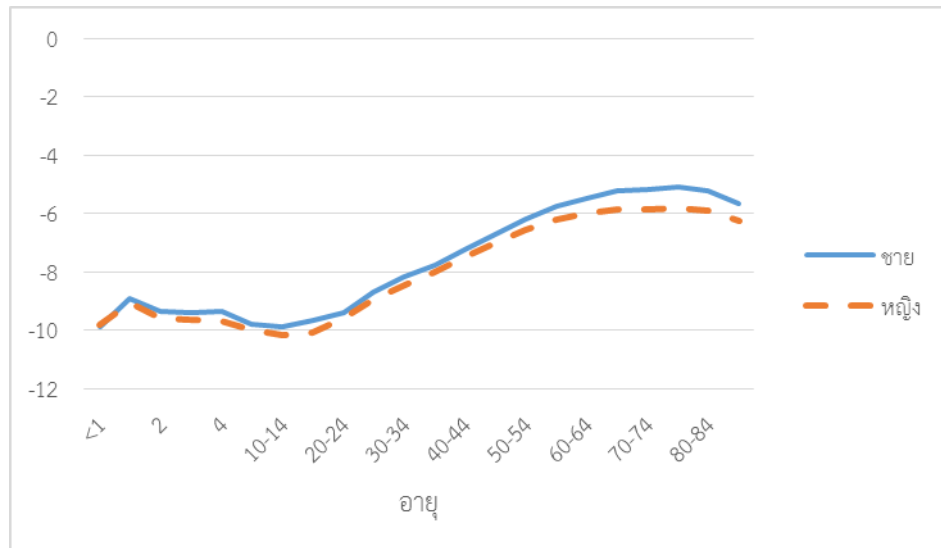
รูปที่ 4.1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ α_x ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีค่าลดลงในช่วงอายุ 0-14 ปี จากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 15-29 ปีซึ่งเป็นช่วงวัยรุ่นและวัยหนุ่มสาว และมีปรับตัวลงเล็กน้อยในช่วง

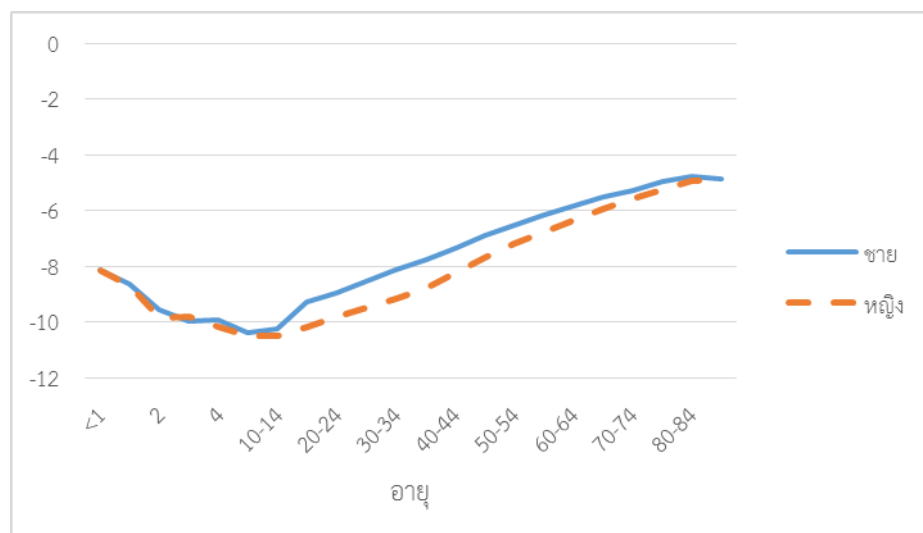
อายุ 30-54 ปี ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆในช่วงอายุ 55 ปีขึ้นไป ซึ่งค่าประมาณ α_x ในเพศชายจะมีค่าสูงกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ

รูปที่ 4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยเนื้องอก (C00-D48) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



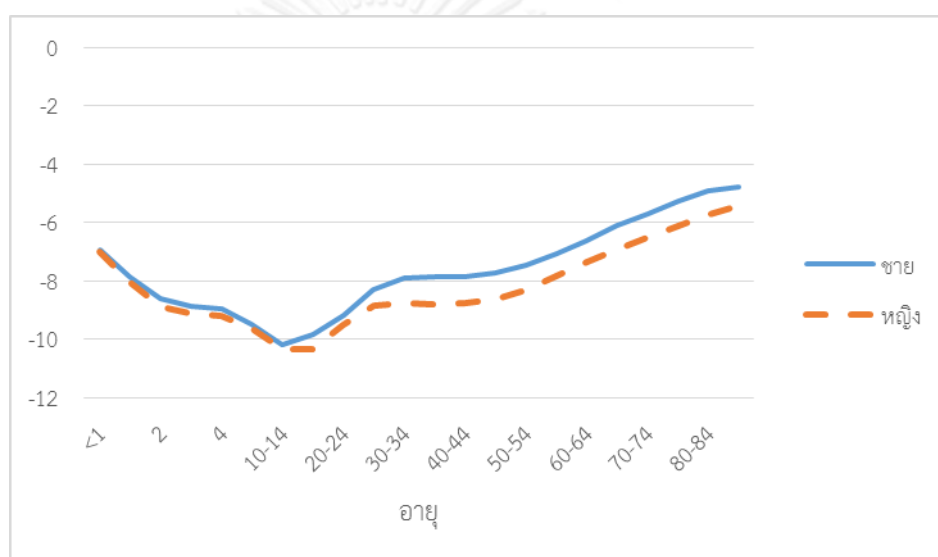
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ α_x ของการตายด้วยเนื้องอกในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีค่าลดลงในช่วงอายุ 0-14 ปี จากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 15-69 ปี และมีแนวโน้มลดลงในช่วงอายุ 70 ปีขึ้นไป ซึ่งค่าประมาณ α_x ในเพศชายจะมีค่าสูงกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ

รูปที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



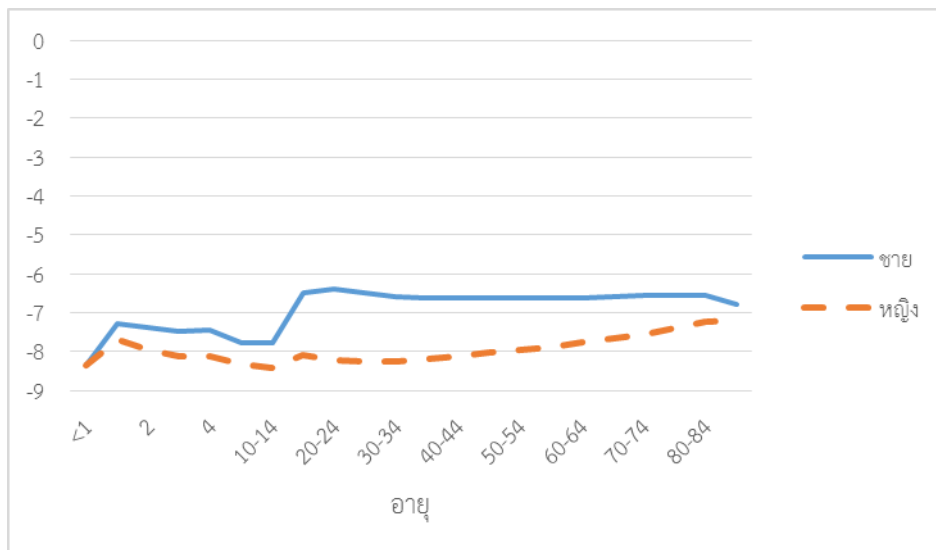
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ α_x ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตในเพศชาย และเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีค่าลดลงในช่วงอายุ 0-14 ปี จากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงอายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งค่าประมาณ α_x ในเพศชายมีค่าใกล้เคียงกับเพศหญิง ในช่วงอายุ 0-14 ปี และปรับตัวเพิ่มสูงกว่าเพศหญิงในช่วงอายุ 15-24 ปี โดยมีแนวโน้มใกล้เคียงเพศหญิงมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น จนถึงช่วงอายุมากกว่า 85 ปีขึ้นไปจึงมีแนวโน้มไม่ต่างกันมากนัก

รูปที่ 4.4 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจ (J00-J98) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ α_x ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีค่าลดลงในช่วงอายุ 0-14 ปี จากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงอายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งค่าประมาณ α_x ในเพศชายจะมีค่าสูงกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ

รูปที่ 4.5 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย (V01-Y89) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ α_x ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตายในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันในช่วงอายุ 0-14 ปี หลังจากนั้นในเพศชายจะมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 15-24 ปี หลังจากนั้นจึงมีแนวโน้มคงที่ไม่ผันผวนมากนัก แต่ในเพศหญิงจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งค่าประมาณ α_x ในเพศชายจะมีค่าสูงกว่าเพศหญิงในทุกช่วงอายุ

4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x และ κ_t

ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x และ κ_t ในแต่ละสาเหตุการตายสามารถหาได้จากการประยุกต์ใช้การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดปลาย (รายละเอียดอยู่ในหัวข้อที่ 2.1.8) โดย β_x แสดงถึงความเร็วในการเปลี่ยนแปลงของอัตราการณะ ณ อายุต่างๆ ซึ่งเป็นผลมาจากค่า κ_t ที่เปลี่ยนแปลงไป $\left(\frac{d \ln m_{x,t}}{dt} = \beta_x \frac{d \kappa_t}{dt} \right)$ ในการศึกษาเลือกค่า k การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบ เท่ากับ 2 เพื่อให้ค่าประมาณพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงมากยิ่งขึ้น (รายละเอียดการเลือกค่า k ในภาคผนวก ๑) ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_x และ κ_t ในแต่ละคอลัมน์แสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 1 (β_{x1})

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		J00-J99 ⁴		V01-Y89 ⁵	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
<1	-0.134	-0.031	-0.607	-0.629	-0.264	-0.247	0.049	-0.084	-0.191	-0.210
1	0.043	-0.014	-0.188	-0.206	-0.154	-0.137	0.079	-0.049	0.132	0.105
2	0.191	0.044	-0.122	-0.148	-0.198	-0.224	0.080	-0.015	0.230	0.206
3	0.028	0.007	-0.103	-0.141	-0.269	-0.191	0.010	0.016	0.246	0.197
4	0.026	0.017	-0.096	-0.138	-0.257	-0.268	-0.026	0.032	0.256	0.211
5-9	-0.004	0.054	-0.126	-0.182	-0.298	-0.329	-0.120	0.154	0.257	0.194
10-14	0.217	0.250	-0.014	-0.061	-0.107	-0.142	-0.147	0.221	0.337	0.279
15-19	0.080	0.110	-0.014	-0.064	0.084	-0.091	-0.087	0.207	0.524	0.335
20-24	-0.125	-0.011	-0.205	-0.209	-0.130	-0.288	-0.286	0.253	0.366	0.113
25-29	-0.217	0.130	-0.301	-0.234	-0.326	-0.398	-0.418	0.336	0.156	-0.055
30-34	-0.055	0.260	-0.276	-0.153	-0.324	-0.346	-0.406	0.376	0.064	-0.092
35-39	0.079	0.271	-0.174	-0.006	-0.207	-0.208	-0.351	0.352	0.064	-0.057
40-44	0.138	0.243	-0.034	0.135	-0.057	-0.048	-0.288	0.310	0.082	-0.030
45-49	0.189	0.212	0.103	0.226	0.075	0.073	-0.211	0.274	0.091	-0.026
50-54	0.202	0.181	0.197	0.266	0.159	0.126	-0.142	0.251	0.076	-0.065
55-59	0.192	0.186	0.248	0.267	0.201	0.148	-0.058	0.212	0.039	-0.122
60-64	0.202	0.198	0.265	0.224	0.225	0.150	0.031	0.201	0.003	-0.182
65-69	0.221	0.242	0.249	0.182	0.224	0.174	0.105	0.174	-0.047	-0.234
70-74	0.297	0.270	0.200	0.096	0.227	0.173	0.167	0.168	-0.091	-0.288
75-79	0.314	0.302	0.137	0.019	0.208	0.174	0.201	0.156	-0.152	-0.326
80-84	0.373	0.350	0.055	-0.067	0.204	0.181	0.252	0.135	-0.194	-0.350
≥85	0.518	0.453	-0.025	-0.170	0.200	0.170	0.318	0.106	-0.232	-0.379

หมายเหตุ : ¹ โรคติดเชื้อและปรสิต

² เนื้องอก

³ โรคระบบไหลเวียนโลหิต

⁴ โรคระบบทางเดินหายใจ

⁵ สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 2 (β_{x2})

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		J00-J99 ⁴		V01-Y89 ⁵	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
<1	-0.585	0.525	-0.431	-0.191	0.893	0.933	-0.438	-0.342	0.066	0.079
1	-0.075	0.062	-0.799	-0.827	-0.170	-0.127	0.272	-0.026	0.368	0.012
2	0.011	0.060	-0.282	-0.078	-0.122	0.005	0.331	0.169	0.147	-0.138
3	-0.017	0.070	-0.145	-0.083	-0.334	-0.117	0.520	0.335	-0.034	-0.254
4	-0.145	0.168	-0.150	-0.419	-0.023	-0.223	0.421	0.185	-0.036	-0.382
5-9	-0.326	0.290	-0.052	-0.101	-0.031	-0.051	-0.085	-0.317	-0.197	-0.254
10-14	-0.012	-0.156	-0.063	0.082	-0.061	-0.075	0.251	0.175	-0.258	-0.243
15-19	-0.005	-0.056	-0.064	0.014	0.115	-0.081	0.124	0.112	-0.508	-0.352
20-24	-0.187	0.354	-0.087	-0.077	0.041	-0.121	0.053	0.044	-0.448	-0.230
25-29	-0.363	0.476	-0.049	-0.211	-0.055	-0.078	-0.050	-0.388	-0.264	-0.212
30-34	-0.409	0.321	-0.036	-0.097	-0.072	-0.073	-0.132	-0.359	-0.196	-0.169
35-39	-0.318	0.202	-0.053	-0.044	-0.089	-0.038	-0.023	-0.195	-0.172	-0.205
40-44	-0.211	0.116	-0.022	-0.035	-0.048	-0.046	0.041	-0.066	-0.150	-0.166
45-49	-0.133	0.037	-0.031	-0.014	-0.048	-0.029	0.138	0.014	-0.171	-0.190
50-54	-0.090	0.005	-0.022	-0.004	-0.038	0.004	0.115	0.084	-0.140	-0.171
55-59	-0.056	-0.025	-0.029	-0.011	-0.020	0.013	0.110	0.136	-0.128	-0.138
60-64	-0.038	-0.044	-0.015	-0.006	-0.010	0.007	0.031	0.024	-0.101	-0.122
65-69	-0.044	-0.062	-0.012	-0.036	0.004	0.022	0.005	-0.024	-0.119	-0.085
70-74	-0.071	-0.080	-0.003	-0.014	0.026	0.019	-0.056	-0.135	-0.007	-0.110
75-79	-0.062	-0.082	0.042	-0.009	0.023	0.027	-0.087	-0.183	-0.074	0.035
80-84	-0.059	-0.101	0.110	-0.030	0.005	-0.001	-0.095	-0.255	0.017	0.242
≥85	-0.016	-0.181	0.108	-0.087	-0.063	-0.049	-0.045	-0.311	0.128	0.377

หมายเหตุ : ¹ โรคติดเชื้อและปรสิต

² เนื้องอก

³ โรคระบบไหลเวียนโลหิต

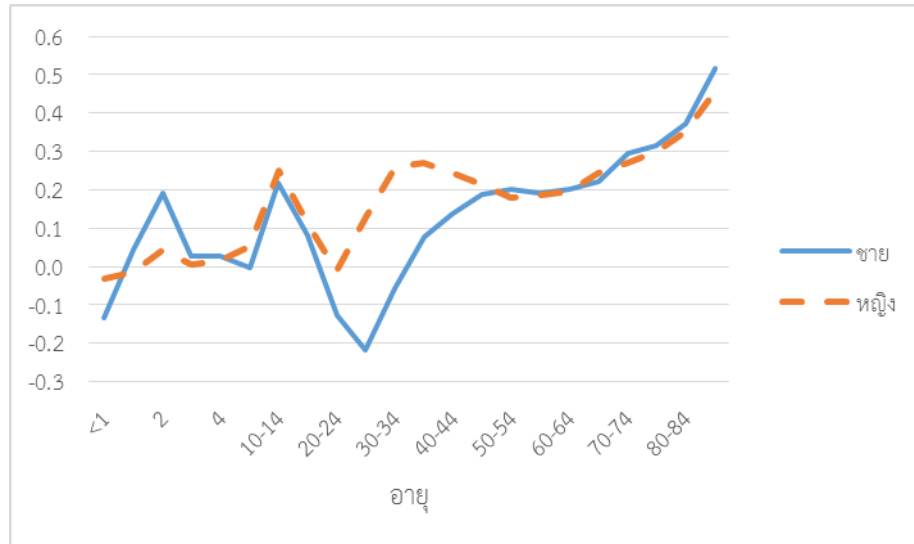
⁴ โรคระบบทางเดินหายใจ

⁵ สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย

กราฟแสดงแนวโน้มค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 1 (β_{x1})

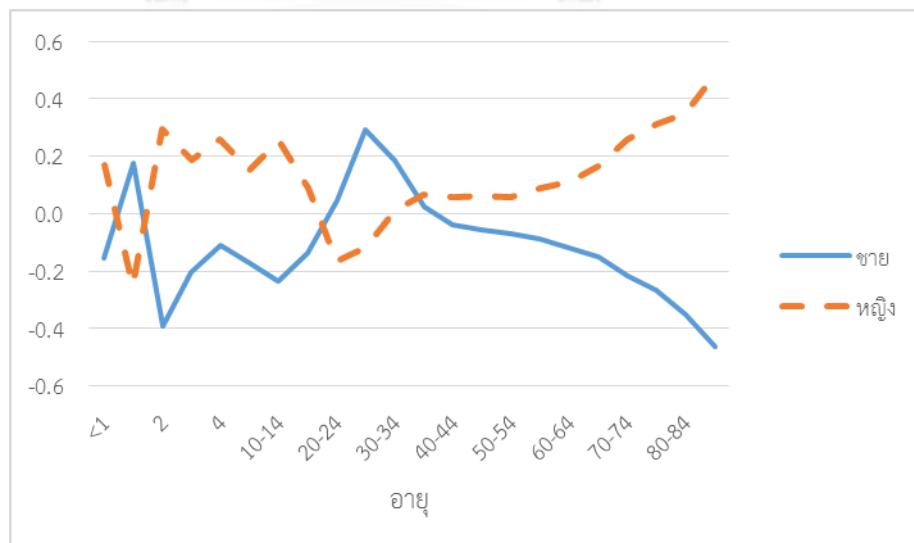
แสดงดังรูปที่ 4.6 - 4.10

รูปที่ 4.6 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



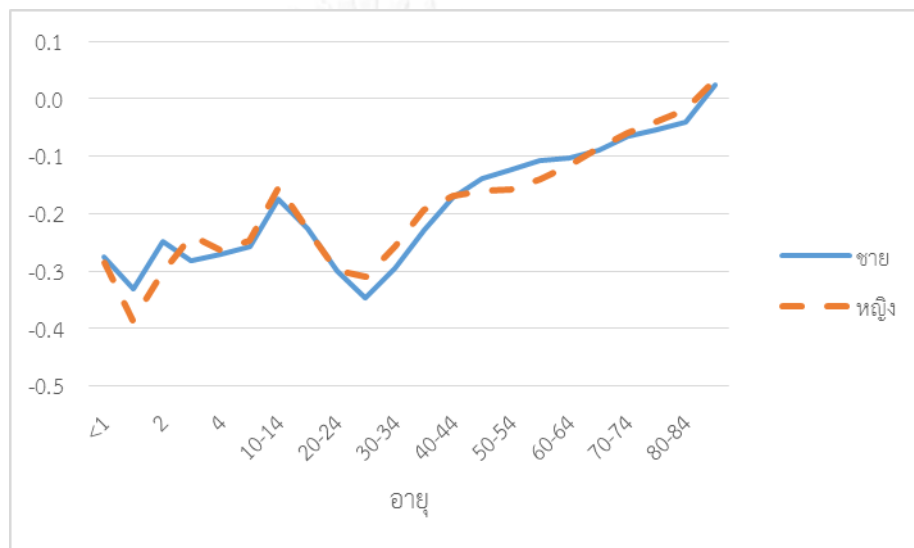
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ β_{x1} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตในเพศชายและเพศหญิงมีความผันผวน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 0-2 ปี และลดลงในช่วงอายุ 3-4 ปี และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงอายุ 5-14 ปี จากนั้นในเพศชายจะมีค่าลดลงถึงอายุ 29 ปี และเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 30 เป็นต้นไป แต่ในเพศหญิงยังคงผันผวน นั่นคือมีค่าลดลงถึงอายุ 24 ปีและเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 25-34 ปี แล้วจึงปรับตัวลงเล็กน้อยและมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงอายุ 50 เป็นต้นไป

รูปที่ 4.7 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยเนื้องอก (C00-D48) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



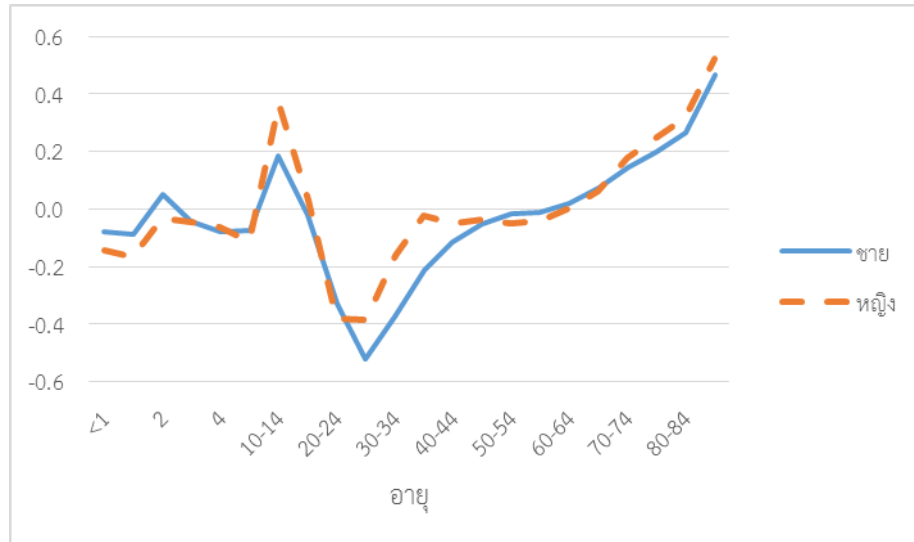
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ β_{x1} ของการตายด้วยเนื้องอกในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางตรงข้ามกัน โดยในเพศชายจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 0-1 ปี และลดลงในช่วง 1-2 ปี จากนั้นจะมีค่าผันผวนขึ้นลงในช่วงอายุ 2-14 ปีและมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่อายุ 20-29 ปีแล้วจึงมีค่าลดลงตั้งแต่อายุ 30 ปีเป็นต้นไป

รูปที่ 4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



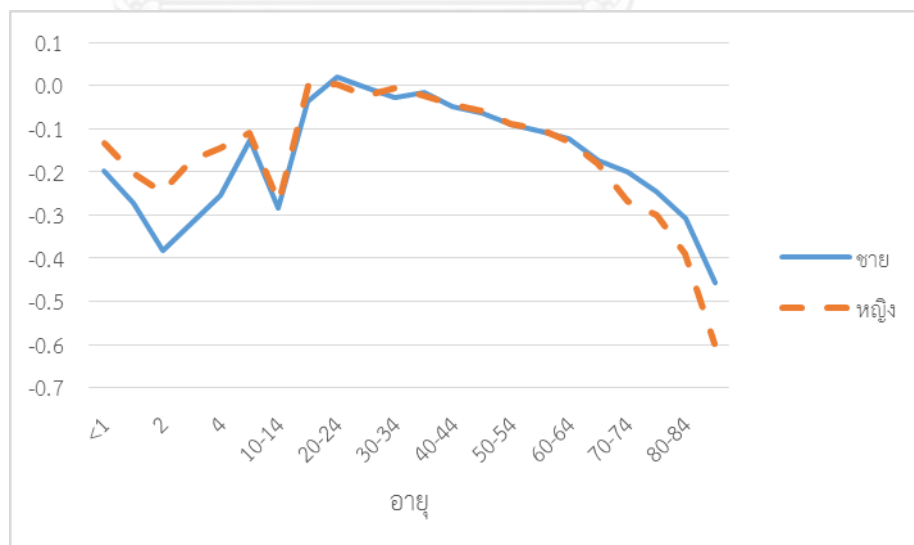
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ β_{x1} ของการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิตในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ผันผวนขึ้นลงในช่วงอายุ 0-14 ปี และลดลงในช่วงอายุ 15-29 ปี หลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่อายุ 30 เป็นต้นไป

รูปที่ 4.9 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจ(J00-J98) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ β_{x1} ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าผันผวนในช่วงอายุ 0-14 ปี และมีแนวโน้มลดลงในช่วงอายุ 15-29 ปี จากนั้นจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 30 ปีขึ้นไป

รูปที่ 4.10 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (β_{x1}) ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย (V01-Y89) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ β_{x1} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตายในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีแนวโน้มลดลงในช่วงอายุ

0-2 ปีและเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 2-9 ปีแต่จะปรับตัวลงอีกครั้งในช่วงอายุ 9-14 ปี หลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 24 ปีแล้วมีค่าลดลงเรื่อยๆตามอายุ

ตารางที่ 4.4 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 1 (K_{1t})

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		J00-J99 ⁴		V01-Y89 ⁵	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
2539	-1.8314	-2.5098	-5.0207	-4.2791	-4.0909	-3.4253	-2.2560	-0.1009	-5.9554	-3.6687
2540	-2.2644	-2.8945	-4.4391	-3.7486	-4.0047	-3.3568	-2.5968	-0.2336	-5.7611	-3.2930
2541	-2.9088	-3.1243	-5.6491	-4.7216	-5.0415	-4.3484	-2.9096	-0.1726	-5.8577	-3.0659
2542	-1.4500	-1.6490	-4.7772	-4.1431	-4.2979	-4.0801	-3.1613	1.2186	-5.4332	-3.9179
2543	-1.2256	-0.7982	-5.5354	-4.9011	-4.5944	-4.6824	-3.3025	2.1104	-5.6281	-4.3451
2544	-0.6564	-0.3317	-4.9673	-4.4734	-4.4369	-4.6983	-3.2283	2.5771	-5.2246	-4.2565
2545	-0.0848	0.8351	-5.6801	-5.2726	-4.7416	-5.3085	-3.3420	3.6926	-5.2451	-4.8388
2546	0.5449	1.4966	-5.4441	-5.1249	-4.2433	-4.8459	-2.9669	4.0603	-5.7266	-5.5718
2547	0.4320	1.1503	-4.9680	-4.5792	-3.7115	-4.0983	-2.6367	3.4869	-6.0994	-5.7729
2548	1.2002	1.4061	-4.1263	-3.9587	-3.4261	-3.9171	-2.2263	3.5705	-5.5179	-5.1532
2549	1.1690	1.1779	-3.8884	-3.4310	-3.2253	-3.2386	-1.9269	3.1773	-5.6513	-5.3082
2550	1.1492	1.0629	-3.5371	-3.6525	-2.5872	-3.2898	-1.5774	2.9772	-6.2136	-5.3187
2551	1.3977	1.0904	-3.4141	-3.3368	-2.5480	-2.8105	-1.4315	2.8701	-6.0850	-5.3945
2552	1.3532	1.0200	-3.1107	-3.1660	-2.0905	-2.5322	-1.2237	2.7630	-6.4180	-5.5039
2553	1.6169	1.1796	-3.1346	-3.1346	-2.3383	-2.5477	-1.1490	2.7645	-6.0498	-5.3535
2554	1.5583	0.8888	-3.0577	-3.0227	-1.9782	-2.0869	-1.0128	2.3498	-6.4196	-5.7611

หมายเหตุ : ¹ โรคติดเชื้อและปรสิต

² เนื้องอก

³ โรคระบบไหลเวียนโลหิต

⁴ โรคระบบทางเดินหายใจ

⁵ สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย

ตารางที่ 4.5 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_i ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 2 (K_{i2})

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		J00-J99 ⁴		V01-Y89 ⁵	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
2539	-1.8314	-2.5098	-5.0207	-4.2791	-4.0909	-3.4253	-2.2560	-0.1009	-5.9554	-3.6687
2540	-2.2644	-2.8945	-4.4391	-3.7486	-4.0047	-3.3568	-2.5968	-0.2336	-5.7611	-3.2930
2541	-2.9088	-3.1243	-5.6491	-4.7216	-5.0415	-4.3484	-2.9096	-0.1726	-5.8577	-3.0659
2542	-1.4500	-1.6490	-4.7772	-4.1431	-4.2979	-4.0801	-3.1613	1.2186	-5.4332	-3.9179
2543	-1.2256	-0.7982	-5.5354	-4.9011	-4.5944	-4.6824	-3.3025	2.1104	-5.6281	-4.3451
2544	-0.6564	-0.3317	-4.9673	-4.4734	-4.4369	-4.6983	-3.2283	2.5771	-5.2246	-4.2565
2545	-0.0848	0.8351	-5.6801	-5.2726	-4.7416	-5.3085	-3.3420	3.6926	-5.2451	-4.8388
2546	0.5449	1.4966	-5.4441	-5.1249	-4.2433	-4.8459	-2.9669	4.0603	-5.7266	-5.5718
2547	0.4320	1.1503	-4.9680	-4.5792	-3.7115	-4.0983	-2.6367	3.4869	-6.0994	-5.7729
2548	1.2002	1.4061	-4.1263	-3.9587	-3.4261	-3.9171	-2.2263	3.5705	-5.5179	-5.1532
2549	1.1690	1.1779	-3.8884	-3.4310	-3.2253	-3.2386	-1.9269	3.1773	-5.6513	-5.3082
2550	1.1492	1.0629	-3.5371	-3.6525	-2.5872	-3.2898	-1.5774	2.9772	-6.2136	-5.3187
2551	1.3977	1.0904	-3.4141	-3.3368	-2.5480	-2.8105	-1.4315	2.8701	-6.0850	-5.3945
2552	1.3532	1.0200	-3.1107	-3.1660	-2.0905	-2.5322	-1.2237	2.7630	-6.4180	-5.5039
2553	1.6169	1.1796	-3.1346	-3.1346	-2.3383	-2.5477	-1.1490	2.7645	-6.0498	-5.3535
2554	1.5583	0.8888	-3.0577	-3.0227	-1.9782	-2.0869	-1.0128	2.3498	-6.4196	-5.7611

หมายเหตุ : ¹ โรคติดเชื้อและปรสิต

² เนื้องอก

³ โรคระบบไหลเวียนโลหิต

⁴ โรคระบบทางเดินหายใจ

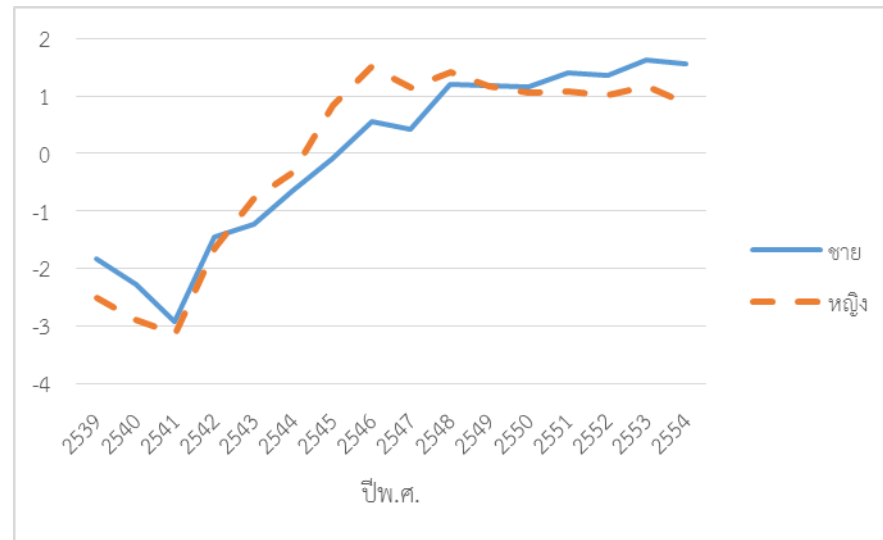
⁵ สาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย

กราฟแสดงแนวโน้มค่าประมาณพารามิเตอร์ K_i ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์คอลัมน์ที่ 1 (K_{i1})

แสดงดังรูปที่ 4.11 - 4.15

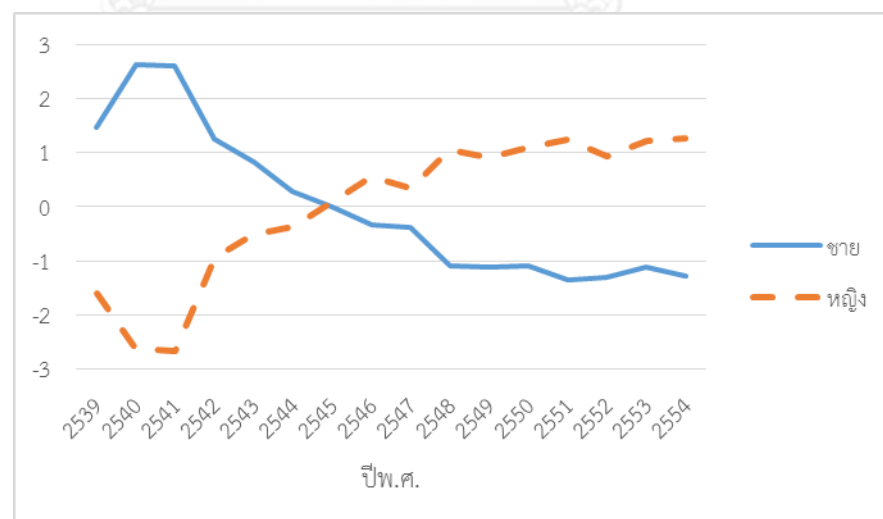
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.11 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบสี่-คาร์เตอร์ (K_{11}) ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



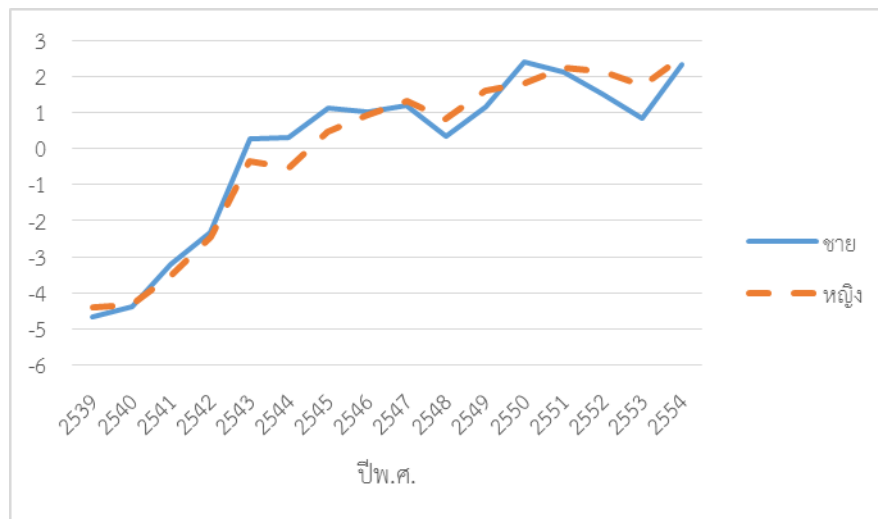
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ K_{11} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าลดลงในช่วงปีพ.ศ. 2539-2541 จากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ยกเว้นในเพศหญิงที่นับจากปีพ.ศ. 2546 เป็นต้นมาจะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย

รูปที่ 4.12 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบสี่-คาร์เตอร์ (K_{11}) ของการตายด้วยเนื้องอก (C00-D48) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



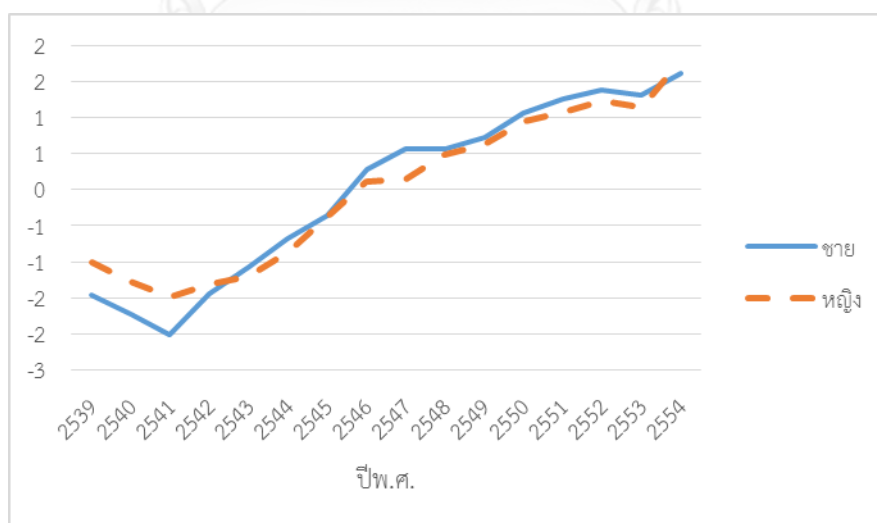
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ K_{11} ของการตายด้วยเนื้องอกในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางตรงกันข้าม โดยเพศชายจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงปีพ.ศ. 2539-2541 จากนั้นจะมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่เพศหญิงมีค่าลดลงในช่วงปีพ.ศ. 2539-2541 จากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

รูปที่ 4.13 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบสี่-คาร์เตอร์ ($K_{t,i}$) ของการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



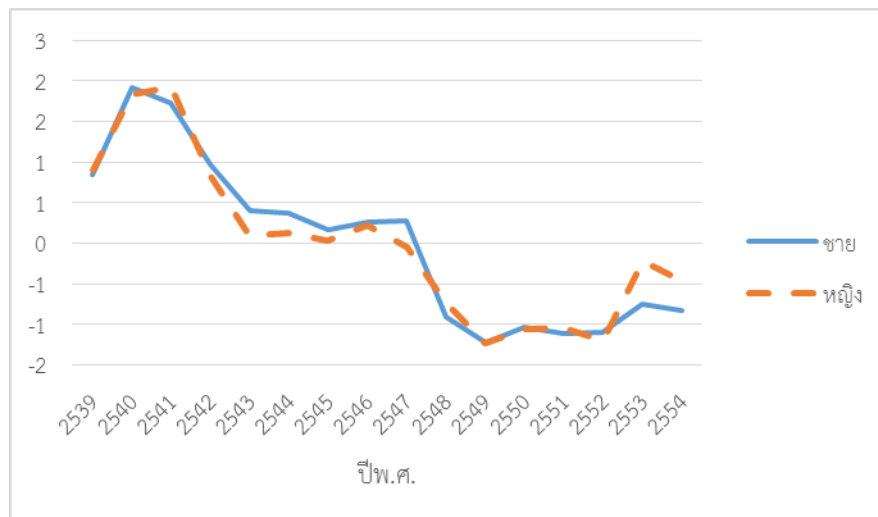
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ $K_{t,i}$ ของการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิตในเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยค่าประมาณ $K_{t,i}$ ในทั้งเพศชายและหญิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าผันผวนขึ้นลงเล็กน้อย

รูปที่ 4.14 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบสี่-คาร์เตอร์ ($K_{t,i}$) ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจ(J00-J98) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ $K_{t,i}$ ของการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจในเพศหญิงมีค่าสูงกว่าในเพศชายและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยในช่วงปีพ.ศ. 2539-2541 ค่าประมาณ $K_{t,i}$ มีค่าลดลงจากนั้นจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

รูปที่ 4.15 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ของตัวแบบสี่-คาร์เตอร์ (K_{1t}) ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตาย (V01-Y89) จำแนกตามเพศและกลุ่มอายุ



จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าประมาณ K_{1t} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการเจ็บป่วยและการตายในเพศชายและเพศหญิงมีลักษณะผันผวน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงปีพ.ศ.2539-2541 จากนั้นจึงมีแนวโน้มลดลง จนกระทั่งปีพ.ศ.2552 มีการปรับตัวขึ้นเล็กน้อย

บทที่ 5

การทดสอบคุณสมบัตินิ่งและโคอินทิเกรชัน

เนื่องจากสาเหตุการตายเป็นความเสี่ยงแข่งขันที่เกี่ยวข้องกับเวลา ซึ่งส่งผลให้แต่ละสาเหตุการตายไม่เป็นอิสระต่อกัน การศึกษาครั้งนี้จึงนำค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาที่ได้จากตัวแบบลิคาร์เตอร์มาใช้ในการวิเคราะห์ ในบทนี้จะกล่าวถึงการเลือกช่วงความล่าช้าที่เหมาะสม การทดสอบยูนิตรูทและการหาความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม มีรายละเอียดดังนี้

5.1 การเลือกช่วงความล่าช้าที่เหมาะสม (Lag order selection)

การทดสอบหาช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมเพื่อใช้ในตัวแบบ VAR และ VECM ทำได้โดยเปรียบเทียบค่าดัชนี AIC และ SIC ของแต่ละตัวแบบและเลือกตัวแบบที่ให้ค่าดัชนีต่ำที่สุด ซึ่งในการศึกษานี้ใช้โปรแกรม EViews ในการคำนวณ โดยในการทดสอบเลือกช่วงความล่าช้าสูงสุด (max lag) เท่ากับ 2 เพื่อให้ตัวแบบสามารถอธิบายผลกระทบจากสาเหตุการตายแบบอื่นในช่วงเวลาที่แตกต่างกันได้และสอดคล้องกับจำนวนค่าสังเกตที่มี ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ $p_{\max} \approx \frac{1}{4} (\ln T)^2$

อย่างไรก็ตาม ในตัวแบบ VECM ที่มีตัวแปร 5 ตัว การเลือกใช้ช่วงความล่าช้าสูงสุดเท่ากับ 2 จะทำให้พารามิเตอร์ที่ใช้ในตัวแบบมีจำนวนมากกว่าค่าสังเกตที่มี ซึ่งขัดแย้งกับสมมติฐานของตัวแบบ โดยหากเลือกลดช่วงความล่าช้าสูงสุดลงจะทำให้ตัวแบบอธิบายผลกระทบจากช่วงเวลาต่างๆได้น้อยลง ซึ่งไม่สมเหตุสมผลในบางโรคที่ต้องใช้เวลานานจึงจะเสียชีวิต นอกจากนี้หากทำการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างตัวแปร โปรแกรม Eviews จะแจ้งข้อผิดพลาดที่แสดงถึงปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างสมบูรณ์ (Perfect multicollinearity) เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดเหล่านี้ จึงทำการลดตัวแปรออกจากการวิเคราะห์ เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และกราฟพบว่าตัวแปรโรคระบบทางเดินหายใจมีความสัมพันธ์กับโรคติดเชื้อและปรสิตเป็นอย่างมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในเพศชายและหญิงของ K_{11} เท่ากับ 0.98156 และ 0.89163 ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำการลดตัวแปรโรคระบบทางเดินหายใจออกในทั้งสองเพศ เนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจเป็นสาเหตุการตายของประชากรไทยอันดับที่ 5 ซึ่งมีจำนวนประชากรตายด้วยสาเหตุดังกล่าว น้อยกว่าโรคติดเชื้อและปรสิตซึ่งอยู่ในอันดับที่ 3

ผลการทดสอบหาช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมของเพศชายและเพศหญิงสำหรับตัวแบบ VAR ใน K_1 แต่ละคอลัมน์แสดงดังตารางที่ 5.1-5.2 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าดัชนี AIC และ SIC ให้ผลสอดคล้องกันนั่นคือช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมสำหรับตัวแบบ VAR คือ 2 ในทั้งเพศชายและหญิงและ

ทุกคอลัมน์ ซึ่งหมายถึงตัวแปรแต่ละตัวในปัจจุบันจะส่งผลกระทบต่อตัวแปรอื่นๆและตัวมันเองถึงสองช่วงเวลาข้างหน้า

ตารางที่ 5.1 การหาช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมสำหรับตัวแบบ VAR ของเพศชายใน K_t

VAR Lag Order Selection Criteria				
Lag	K_{t1}		K_{t2}	
	AIC	SIC	AIC	SIC
0	4.772868	4.955456	6.191854	6.374441
1	2.126596	3.039535	4.899817	5.993654
2	0.106476*	1.749766*	4.350364*	5.812756*

หมายเหตุ : * ให้ค่าดัชนีน้อยที่สุด

ตารางที่ 5.2 การหาช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมสำหรับตัวแบบ VAR ของเพศหญิงใน K_t

VAR Lag Order Selection Criteria				
Lag	K_{t1}		K_{t2}	
	AIC	SIC	AIC	SIC
0	6.925923	7.108511	6.093559	6.276147
1	3.563057	4.475996	4.804458	5.717397
2	-0.921259*	0.722031*	2.725890*	4.369180*

หมายเหตุ : * ให้ค่าดัชนีน้อยที่สุด

5.2 การทดสอบยูนิตรูท (Unit Root Test)

การทดสอบยูนิตรูทเป็นการทดสอบคุณสมบัติหนึ่งของตัวแปรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา การศึกษาครั้งนี้ใช้การทดสอบยูนิตรูทด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF Test) โดยเลือกใช้ช่วงความล่าช้า (lag) จากผลที่ได้ในหัวข้อที่ 5.1 ซึ่งเงื่อนไขที่ใช้ในสมการที่ใช้ทดสอบยูนิตรูทแบ่งได้เป็น 3 กรณี คือ กรณีมีค่าคงที่และค่าแนวโน้ม (Trend and Intercept) กรณีมีค่าคงที่ (Intercept) และกรณีไม่มีทั้งค่าคงที่และค่าแนวโน้ม (None) โดยการเลือกเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบจะพิจารณาจากกราฟแต่ละตัวแปรร่วมกับค่านัยสำคัญทางสถิติเพื่อตรวจสอบว่ามีแนวโน้มหรือค่าคงที่หรือไม่ หากไม่มีจะไม่นำเงื่อนไขดังกล่าวมาพิจารณาในเงื่อนไขประกอบ

ผลการทดสอบยูนิตรูทของพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาในตัวแบบลี-คาร์เตอร์จำแนกตามสาเหตุการตายแต่ละคอลัมน์ แสดงดังตารางที่ 5.3-5.4

ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบยูนิตรูทของ K_{t1} ที่ระดับ Level

At Level							
Variable	เงื่อนไขในสมการ	ADF Statistics	Lag	MacKinnon critical values			Result
				1%	5%	10%	
AM ₁	Trend and Intercept	-0.76685	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary
AF ₁	Trend and Intercept	-1.86199	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary
CM ₁	Trend and Intercept	-1.35298	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary
CF ₁	Trend and Intercept	-2.31042	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary
IM ₁	Trend and Intercept	-2.29823	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary
IF ₁	Trend and Intercept	-2.02698	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary
VM ₁	Trend and Intercept	-1.16022	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary
VF ₁	Trend and Intercept	-1.25305	2	-4.8864	-3.8290	-3.3630	Nonstationary

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบยูนิตรูทของ K_{t2} ที่ระดับ Level

At Level							
Variable	เงื่อนไขในสมการ	ADF Statistics	Lag	MacKinnon critical values			Result
				1%	5%	10%	
AM ₂	None	-2.31198	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
AF ₂	None	-2.07311	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
CM ₂	None	-2.03927	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
CF ₂	None	-2.11782	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
IM ₂	None	-2.04633	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
IF ₂	None	-2.09454	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
VM ₂	None	-2.29151	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
VF ₂	None	-2.42832	2	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary

เมื่อ AM_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{tk} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k

AF_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{tk} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k

CM_k แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{tk} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k

CF_k	แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k
IM_k	แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของ ประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k
IF_k	แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของ ประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k
VM_k	แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการ เจ็บป่วยและการตายของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k
VF_k	แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการ เจ็บป่วยและการตายของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k

ในการทดสอบ ADF Test จะพิจารณาค่า ADF Statistics เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต MacKinnon ถ้าค่า ADF-Statistic มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต MacKinnon แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นคือข้อมูลมียูนิตรูทหรือไม่มีคุณสมบัตินิ่ง แต่หากค่า ADF Statistic มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon แสดงว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ นั่นคือข้อมูลไม่มียูนิตรูทหรือมีคุณสมบัตินิ่ง

จากตารางที่ 5.3 พบว่าเมื่อทดสอบทำการทดสอบยูนิตรูทของค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ในคอลัมน์ที่ 1 (K_{i1}) ด้วยวิธี ADF Test ในระดับ Level ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ตัวแปรทุกตัวที่มีค่า ADF Statistic มากกว่าค่าวิกฤต MacKinnon แสดงว่าทุกตัวแปรมียูนิตรูทหรือไม่มีคุณสมบัตินิ่ง (Nonstationary) โดยวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาตัวแปรที่ไม่มีคุณสมบัตินิ่งคือการทำผลต่าง (differencing) ตัวแปรนั้นๆ ผลการทดสอบยูนิตรูท หลังจากการทำผลต่าง 1 ครั้ง ผลการทดสอบปรากฏดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ผลการทดสอบยูนิตรุตของ K_{t1} ที่ระดับ 1st Difference

At 1st Difference							
Variable	เงื่อนไขในสมการ	ADF Statistics	Lag	MacKinnon critical values			Result
				1%	5%	10%	
AM ₁	None	-2.08881	1	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
AF ₁	Intercept	-3.17751	1	-4.0579	-3.1199	-2.7011	Stationary
CM ₁	None	-2.38830	1	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
CF ₁	None	-2.76982	1	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
IM ₁	None	-2.09345	1	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
IF ₁	None	-2.03653	1	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
VM ₁	None	-2.94877	1	-2.7550	-1.9710	-1.6037	Stationary
VF ₁	None	-2.04108	1	-2.7719	-1.9740	-1.6029	Stationary

จากตารางที่ 5.5 เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติหนึ่งของค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ในคอลัมน์ที่ 1 (K_{t1}) ด้วยวิธี ADF Test ในการทำผลต่างอันดับที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าตัวแปรทุกตัวมีค่า ADF Statistic น้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon แสดงว่าข้อมูลมีคุณสมบัติหนึ่งที่ผลต่างอันดับ 1 ($K_{t1} \sim I(1)$)

เมื่อพิจารณาการทดสอบคุณสมบัติหนึ่งของค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ในคอลัมน์ที่ 2 ด้วยวิธี ADF Test ในระดับ Level ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งปรากฏดังตารางที่ 5.4 พบว่าตัวแปรทุกตัวมีค่า ADF Statistic น้อยกว่าค่าวิกฤต MacKinnon แสดงว่าทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์ที่คงที่ (Stationary) ($K_{t2} \sim I(0)$)

5.3 การทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน

ปัญหาหนึ่งของการทำผลต่างตัวแปรคือทำให้ข้อมูลสูญเสียความสัมพันธ์ในระยะยาวไป (Chiarella and Gao, 2002) วิธีการหนึ่งที่สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้โดยไม่ต้องทำการหาผลต่างคือการใช้ความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างตัวแปร โดยในการศึกษานี้จะทำการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันด้วยวิธีของ Johansen มี 2 วิธีเรียกว่า Trace test และ Maximum eigenvalue test ซึ่งสามารถตรวจหาจำนวนความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันที่อาจมีมากกว่าหนึ่งความสัมพันธ์ได้ โดยการทดสอบจะเริ่มด้วยการตรวจสอบสมมติฐาน $H_0 : r = 0$ และ $H_1 : r \geq 1$ สำหรับ Trace test และสมมติฐาน $H_0 : r = 0$ และ $H_1 : r = 1$ สำหรับ Maximum Eigenvalue test โดยจะทำการทดสอบไปเรื่อยๆจนกว่าจะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ (H_0) ผลการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ K_{t1} สำหรับเพศชายโดยมีข้อจำกัดค่าคงที่ในสมการ

ความสัมพันธ์แต่ไม่มีแนวโน้มของเวลา (restricted intercept and no trends) แสดงได้ดังตารางที่ 5.6 - 5.7 และตารางที่ 5.10-5.11 สำหรับเพศหญิง

ตารางที่ 5.6 ผลการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ K_{t1} ด้วยวิธี Trace test สำหรับเพศชาย

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)			
Hypothesized	Trace		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Prob.
None *	0.93723	72.92	0.0003
At most 1	0.67837	31.397	0.1215
At most 2	0.44646	14.381	0.2701
At most 3	0.30742	5.51	0.2405

หมายเหตุ : * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 5.7 ผลการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ K_{t1} ด้วยวิธี Maximum Eigenvalue สำหรับเพศชาย

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)			
Hypothesized	Max-Eigen		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Prob.
None *	0.93723	41.523	0.0003
At most 1	0.67837	17.015	0.2409
At most 2	0.44646	8.8714	0.4599
At most 3	0.30742	5.51	0.2401

หมายเหตุ : * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากตารางที่ 5.6 เมื่อทำการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ K_{t1} ด้วยวิธี Trace test สำหรับเพศชายพบว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่ามีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันอย่างมาก 1 ความสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และให้ผลสอดคล้องกับในตารางที่ 5.7 ซึ่งแสดงผลการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันด้วยวิธี Maximum Eigenvalue ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า K_{t1} สำหรับเพศชายมีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันอย่างมาก 1 ความสัมพันธ์ สัมประสิทธิ์ (b) และค่าความเร็วในการปรับตัว (Speed of adjustment : a) ของความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันแสดงได้ดังตารางที่ 5.8 และตารางที่ 5.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.8 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ K_{t1} สำหรับเพศชาย

Vector\Variable	AM ₁	CM ₁	IM ₁	VM ₁	const
b_M	1.00000	1.82680	0.3307	-0.30222	0.02691
	(0.00000)	(0.06668)	(0.02222)	(0.04961)	(0.01042)

หมายเหตุ :

1. ตัวเลขในวงเล็บคือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error)
2. AM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศชาย
3. CM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศชาย
4. IM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศชาย
5. VM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศชาย
6. const แทน ค่าคงที่

ตารางที่ 5.9 ค่าความเร็วในการปรับตัวของความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ K_{t1} สำหรับเพศชาย

Vector\Variable	AM ₁	CM ₁	IM ₁	VM ₁
a_M	1.78990	-1.93980	-0.95554	-1.25350

หมายเหตุ :

1. AM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศชาย
2. CM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศชาย
3. IM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศชาย
4. VM₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศชาย

ตารางที่ 5.10 ผลการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันด้วยวิธี Trace test ของ $K_{,1}$ สำหรับ
เทศหญิง

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)			
Hypothesized	Trace		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Prob.
None *	0.98112	123.0400	0.0000
At most 1 *	0.92270	67.4680	0.0000
At most 2 *	0.88864	31.6270	0.0001
At most 3	0.06202	0.8964	0.3437

หมายเหตุ : * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 5.11 ผลการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันด้วยวิธี Maximum Eigenvalue ของ
 $K_{,1}$ สำหรับเทศหญิง

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)			
Hypothesized	Max-Eigen		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Prob.
None *	0.98112	55.5740	0.0000
At most 1 *	0.92270	35.8410	0.0001
At most 2 *	0.88864	30.7300	0.0000
At most 3	0.06202	0.8964	0.3438

หมายเหตุ : * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากตารางที่ 5.10 และ 5.11 เมื่อทำการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ $K_{,1}$
ด้วยวิธี Trace test และ Maximum Eigenvalue สำหรับเทศหญิง พบว่าทั้งสองวิธีให้ผลสอดคล้อง
กัน นั่นคือไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่ามีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันอย่างมาก 3
ความสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น $K_{,1}$ สำหรับเทศหญิงมีความสัมพันธ์กันแบบโคอินทิ
เกรชันอย่างมาก 3 ความสัมพันธ์ โดยสัมพันธ์และค่าความเร็วในการปรับตัวของความสัมพันธ์
แบบโคอินทิเกรชัน แสดงดังตารางที่ 5.12 และตารางที่ 5.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.12 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันของ K_{t1} สำหรับเพศหญิง

Vector\Variable	AF ₁	CF ₁	IF ₁	VF ₁	const
b_{F1}	1.00000 (0.00000)	0.00000 (0.00000)	0.00000 (0.00000)	2.3187 (0.11799)	0.49903 (0.13391)
b_{F2}	0.00000 (0.00000)	1.00000 (0.00000)	0.00000 (0.00000)	1.14690 (0.04361)	-0.12651 (0.04949)
b_{F3}	0.00000 (0.00000)	0.00000 (0.00000)	1.00000 (0.00000)	1.92160 (0.08849)	-0.33022 (0.10043)

หมายเหตุ :

1. ตัวเลขในวงเล็บคือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)
2. AF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศหญิง
3. CF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศหญิง
4. IF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศหญิง
5. VF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศหญิง
6. const แทน ค่าคงที่

ตารางที่ 5.13 ค่าความเร็วในการปรับตัวของความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน ของ K_{t1} สำหรับเพศหญิง

Vector \Variable	AF ₁	CF ₁	IF ₁	VF ₁
a_{F1}	0.19084	0.27098	0.33542	-0.32353
a_{F2}	-3.11680	-2.58630	-0.81736	0.33939
a_{F3}	1.09110	0.93841	-0.43290	-0.06023

หมายเหตุ :

1. AF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศหญิง
2. CF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศหญิง
3. IF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศหญิง
4. VF₁ แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{t1} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศหญิง

จากผลการวิเคราะห์ พบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันในตัวแปร K_{t1} ระหว่างสาเหตุการตายทั้งเพศชายและเพศหญิง ทำให้พจน์ตัวปรับแก้ความผิดพลาด (Error correction term (EC): Π) ถูกเพิ่มเข้ามาในตัวแบบ VAR ซึ่งกำหนดโดย

$$\Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i}$$

เมทริกซ์ Π สามารถคำนวณได้จาก $\Pi = ab'$ ซึ่งค่า a และ b ปรากฏดังตารางที่ 5.8-5.9 สำหรับเพศชาย และตารางที่ 5.12-5.13 สำหรับเพศหญิง โดยค่าของ Π สามารถแสดงในรูปผลคูณของเมทริกซ์ a และ b จำแนกตามเพศได้ดังนี้

เพศชาย :

$$\Pi_m = a_m b'_m = \begin{bmatrix} 1.78990 \\ -1.93980 \\ -0.95554 \\ -1.25350 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1.8268 & 0.3307 & -0.3022 & 0.0269 \end{bmatrix}$$

สมการแสดงความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันในตัวแปรสำหรับเพศชายมี 1 สมการ คือ

$$EC_M = AM_1 + 1.8268CM_1 + 0.3307IM_1 - 0.3022VM_1 + 0.0269$$

เพศหญิง :

$$\Pi_f = a_f b'_f = \begin{bmatrix} 0.1908 & -3.1168 & 1.0911 \\ 0.2710 & -2.5863 & 0.9384 \\ 0.3354 & -0.8173 & -0.4329 \\ -0.3235 & 0.3394 & -0.0602 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 2.3187 & 0.4990 \\ 0 & 1 & 0 & 1.1469 & -0.1265 \\ 0 & 0 & 1 & 1.9216 & -0.3302 \end{bmatrix}$$

สมการแสดงความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันในตัวแปรสำหรับเพศหญิงมี 3 สมการ คือ

$$1) EC_{F1} = AF_1 + 2.3187VF_1 + 0.4990$$

$$2) EC_{F2} = CF_1 + 1.1469VF_1 - 0.1265$$

$$3) EC_{F3} = IF_1 + 1.9216VF_1 - 0.3302$$

หลังจากการปรับค่าของ Π ตัวแบบดังกล่าวจะถูกเรียกว่า ตัวแบบการปรับแก้ความผิดพลาดหลายตัวแปร (Vector error correction Model: VECM)

บทที่ 6

การพยากรณ์พารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์และอัตราภาระ

ในบทที่ 5 ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของตัวแปรพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา (K_t) แต่ละตัว ซึ่งจะนำมาใช้ตัดสินใจเลือกตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ตัวแปรดังกล่าว ในบทนี้ได้นำค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จากบทที่ 4 มาใช้ในการหาค่าพยากรณ์อัตราภาระและพิจารณาแนวโน้มการภาระในแต่ละสาเหตุการตาย โดยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

- AM_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p
- AF_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p
- CM_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p
- CF_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยเนื้องอกของประชากรเพศหญิง คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p
- IM_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p
- IF_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยโรกระบบไหลเวียนโลหิตของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p
- VM_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p
- VF_k(-p) แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_{ik} ของการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายของประชากรเพศชาย คอลัมน์ที่ k มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ p

6.1 การพยากรณ์พารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

จากผลการศึกษาในบทที่ 5 ทำให้ทราบคุณสมบัติลักษณะนิ่งและรูปแบบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างตัวแปรทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยตัวแปร K_t ในคอลัมน์ที่ 1 (K_{t1}) สำหรับเพศชายทุกตัวมีช่วงเวลาล่าช้าที่เหมาะสมคือ 2 มีคุณสมบัตินิ่งที่ผลต่างอันดับที่ 1 และพบจำนวนความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันจำนวน 1 ความสัมพันธ์ ในขณะที่เพศหญิงตัวแปรทั้งหมดมีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ 2 และมีคุณสมบัตินิ่งที่ผลต่างอันดับที่ 1 เช่นเดียวกันกับเพศชาย แต่พบจำนวน

ความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันจำนวน 3 ความสัมพันธ์ ดังนั้น ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับตัวแปรในทั้งสองเพศของ K_{11} คือตัวแบบ VECM ที่มีช่วงเวลาล่าช้าเท่ากับ 2 มีสัมประสิทธิ์ของสมการความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันซึ่งแสดงในตารางที่ 5.8 และ 5.12 โดยผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรข้างต้นที่ใช้ในตัวแบบ VECM ของเพศชายและเพศหญิง แสดงดังตารางที่ 6.1 และ 6.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.1 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ K_{11} ในตัวแบบ VECM ของเพศชาย

	ΔAM_1	ΔCM_1	ΔIM_1	ΔVM_1
$\Delta AM_1(-1)$	-1.1897 (0.4146) [-2.8700**]	0.7342 (0.3559) [2.0630*]	1.7357 (1.1781) [1.4730]	0.4684 (0.5137) [0.9118]
$\Delta CM_1(-1)$	-1.8021 (0.6390) [-2.8200**]	1.1963 (0.5485) [2.1810*]	1.2248 (1.8158) [0.6746]	0.9177 (0.7918) [1.1590]
$\Delta IM_1(-1)$	-0.1332 (0.2126) [-0.6266]	0.1085 (0.1825) [0.5947]	0.4442 (0.6042) [0.7352]	0.1647 (0.2635) [0.6252]
$\Delta VM_1(-1)$	-0.0733 (0.4627) [-0.1584]	0.1745 (0.3971) [0.4395]	-0.0118 (1.3147) [-0.0090]	0.0396 (0.5733) [0.0690]
$EC_M(-1)$	1.7899 (0.9498) [1.8850*]	-1.9398 (0.8152) [-2.3800**]	-0.9555 (2.6987) [-0.3541]	-1.2536 (1.1768) [-1.0650]
R^2	0.70589	0.69452	0.33399	0.25194
DW	2.02249	1.5341	1.38156	1.67514

หมายเหตุ : 1. เลขในวงเล็บ () คือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error)

2. เลขในวงเล็บ [] คือค่าสถิติ t

3. * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10

4. ** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

5. $EC_M = AM_1 + 1.8268CM_1 + 0.3307IM_1 - 0.3022VM_1 + 0.0269$

6. R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination)

7. DW คือ ค่าสถิติ Durbin-Watson

ตารางที่ 6.2 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ K_{t1} ในตัวแบบ VECM ของเพศหญิง

	ΔAF	ΔCF	ΔIF	ΔVF
$\Delta AF_1(-1)$	0.05 (0.2752) [0.1818]	-0.5905 (0.2655) [-2.2250*]	-0.3675 (0.2233) [-1.6460]	1.1307 (0.2481) [4.5580***]
$\Delta CF_1(-1)$	1.4249 (0.3631) [3.9240***]	1.4356 (0.3503) [4.0980***]	1.6617 (0.2946) [5.6400***]	-1.2377 (0.3274) [-3.7810***]
$\Delta IF_1(-1)$	-0.539 (0.1876) [-2.8740**]	-0.2924 (0.1809) [-1.6160]	-0.2034 (0.1522) [-1.3360]	-0.0999 (0.1691) [-0.5911]
$\Delta VF_1(-1)$	0.2769 (0.2419) [1.1450]	0.2235 (0.2333) [0.9578]	0.8741 (0.1962) [4.4540***]	0.0016 (0.2180) [0.0073]
$EC_{F1}(-1)$	0.1908 (0.0744) [2.5650**]	0.271 (0.0718) [3.7760***]	0.3354 (0.0604) [5.5570***]	-0.3235 (0.0671) [-4.8240***]
$EC_{F2}(-1)$	-3.1168 (0.5215) [-5.9760***]	-2.5863 (0.5031) [-5.1400***]	-0.8174 (0.4232) [-1.9320]	0.3394 (0.4702) [0.7218]
$EC_{F3}(-1)$	1.0911 (0.2402) [4.5430***]	0.9384 (0.2317) [4.0500***]	-0.4329 (0.1949) [-2.2210*]	-0.0602 (0.2165) [-0.2781]
R^2	0.911669	0.898976	0.967232	0.894359
DW	2.314272	2.15973	3.031762	2.380484

หมายเหตุ : 1. เลขในวงเล็บ () คือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error)

2. เลขในวงเล็บ [] คือค่าสถิติ t

3. * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10

4. ** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

5. *** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

$$6. EC_{F1} = AF_1 + 2.3187VF_1 + 0.4990$$

$$7. EC_{F2} = CF_1 + 1.1469VF_1 - 0.1265$$

$$8. EC_{F3} = IF_1 + 1.9216VF_1 - 0.3302$$

9. R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination)

10. DW คือ ค่าสถิติ Durbin-Watson

จากตารางที่ 6.1 และ 6.2 สมการ EC_m , EC_{F1} , EC_{F2} และ EC_{F3} เป็นสมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างตัวแปรในแต่ละเพศซึ่งในเพศชายจะมีจำนวน 1 ความสัมพันธ์

และในเพศหญิงจะมีจำนวน 3 ความสัมพันธ์ โดยสัมพันธ์หน้าสมการเป็นค่าที่บอกถึงความเร็วในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพซึ่งได้กล่าวมาแล้วในตารางที่ 5.8 และ 5.12

เนื่องจากคุณสมบัติลักษณะนี้ระหว่างตัวแปรทั้งเพศชายและเพศหญิงของตัวแปร K_t ในคอลัมน์ที่ 2 ($K_{t,2}$) ตัวแปรทั้งหมดมีคุณสมบัติหนึ่งที่ระดับ Level ดังนั้น ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์คือตัวแบบ VAR โดยผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปร $K_{t,2}$ ในเพศชายและหญิงแสดงดังตารางที่ 6.3 และ 6.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.3 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ $K_{t,2}$ ในตัวแบบ VAR ของเพศชาย

	AM	CM	IM	VM
AM ₂ (-1)	1.0503 (0.4770) [2.2020**]	0.0581 (0.2803) [0.2072]	-0.9291 (0.4986) [-1.8633*]	0.0698 (0.0692) [1.0091]
AM ₂ (-2)	-0.3363 (0.6228) [-0.5400]	0.0559 (0.3660) [0.1526]	-0.1484 (0.6511) [-0.2279]	0.2246 (0.0904) [2.4857**]
CM ₂ (-1)	-0.2199 (0.6629) [-0.3317]	-0.4112 (0.3895) [-1.0557]	-0.0812 (0.6930) [-0.1171]	0.2067 (0.0962) [2.1496**]
CM ₂ (-2)	-0.3186 (0.8302) [-0.3838]	0.3239 (0.4878) [0.6640]	-1.4958 (0.8679) [-1.7234]	0.1417 (0.1204) [1.1762]
IM ₂ (-1)	-0.4927 (0.4083) [-1.2068]	0.1416 (0.2399) [0.5901]	-0.0500 (0.4268) [-0.1171]	0.0346 (0.0592) [0.5844]
IM ₂ (-2)	0.4688 (0.4429) [1.0585]	0.2635 (0.2603) [1.0126]	-0.3072 (0.4630) [-0.6634]	-0.0331 (0.0643) [-0.5153]
VM ₂ (-1)	-0.4537 (2.0224) [-0.2243]	-0.5186 (1.1884) [-0.4364]	2.9597 (2.1143) [1.3998]	-0.3257 (0.2934) [-1.1101]
VM ₂ (-2)	0.0915 (1.3791) [0.0663]	1.6286 (0.8104) [2.0097*]	-2.4000 (1.4418) [-1.6646]	-0.1479 (0.2001) [-0.7394]
Const	-0.0939 (0.2554) [-0.3676]	-0.0707 (0.1501) [-0.4710]	-0.3789 (0.2670) [-1.4188]	0.1365 (0.0371) [3.6822***]
R ²	0.810975	0.739762	0.736380	0.944833
DW	1.566548	2.779009	2.402254	2.111537

- หมายเหตุ :
1. เลขในวงเล็บ () คือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error)
 2. เลขในวงเล็บ [] คือค่าสถิติ t
 3. * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10
 4. ** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
 5. *** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01
 6. R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination)
 7. DW คือ ค่าสถิติ Durbin-Watson

ตารางที่ 6.4 สัมประสิทธิ์สมการพยากรณ์ $K_{t,2}$ ในตัวแบบ VAR ของเศษเหรียญ

	AF	CF	IF	VF
AF ₂ (-1)	1.7047 (0.4071) [4.1879***]	-0.6587 (0.3001) [-2.1948**]	0.3800 (0.7071) [0.5375]	0.3158 (0.1552) [2.0343*]
AF ₂ (-2)	-0.7562 (0.4442) [-1.7023]	0.6850 (0.3275) [2.0914**]	0.1969 (0.7716) [0.2552]	-0.5167 (0.1694) [-3.0503***]
CF ₂ (-1)	0.4245 (0.5566) [0.7626]	-0.8394 (0.4104) [-2.0453*]	-0.1430 (0.9668) [-0.1479]	0.0343 (0.2123) [0.1617]
CF ₂ (-2)	0.4358 (0.5461) [0.7980]	-0.4906 (0.4026) [-1.2185]	0.0864 (0.9485) [0.0911]	0.0144 (0.2082) [0.0691]
IF ₂ (-1)	0.6160 (0.3483) [1.7686*]	-0.0783 (0.2568) [-0.3050]	-0.2105 (0.6050) [-0.3479]	0.3018 (0.1328) [2.2720**]
IF ₂ (-2)	-0.9158 (0.3221) [-2.8432**]	0.3267 (0.2375) [1.3756]	-0.0168 (0.5595) [-0.0301]	-0.0653 (0.1228) [-0.5316]
VF ₂ (-1)	0.0220 (0.8145) [0.0270]	0.1335 (0.6006) [0.2223]	0.5908 (1.4148) [0.4176]	-0.2867 (0.3106) [-0.9231]
VF ₂ (-2)	-0.8106 (0.6588) [-1.2304]	-0.0320 (0.4858) [-0.0658]	0.1268 (1.1444) [0.1108]	-0.3304 (0.2512) [-1.3153]
Const	0.0666 (0.1524) [0.4371]	-0.2188 (0.1123) [-1.9474*]	-0.1466 (0.2647) [-0.5539]	0.1237 (0.0581) [2.1282**]
R^2	0.931151	0.691033	0.568491	0.776107
DW	1.688495	2.217947	2.141612	2.059048

- หมายเหตุ :
1. เลขในวงเล็บ () คือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error)
 2. เลขในวงเล็บ [] คือค่าสถิติ t
 3. * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10
 4. ** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
 5. *** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01
 6. R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination)
 7. DW คือ ค่าสถิติ Durbin-Watson

จากตารางที่ 6.3 - 6.4 ซึ่งแสดงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ VAR ที่ใช้ในการพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ $K_{r,2}$ จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์บางตัวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามในตัวแบบ VAR แม้ว่าสัมประสิทธิ์ของบางตัวแปรในบางช่วงเวลาล่าช้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในตัวแปรเดียวกันในช่วงเวลาล่าช้าต่างกันอาจมีการร่วมกัน (jointly) มีนัยสำคัญทางสถิติได้ ซึ่งทดสอบได้โดย wald test ผลการทดสอบ wald test ของตัวแปรอิสระที่มีช่วงความล่าช้า 1 และ 2 ใน $K_{r,2}$ ของเพศชายและหญิงแสดงดังตารางที่ 6.5-6.6

ตารางที่ 6.5 ผลการทดสอบ wald test ของ $K_{r,2}$ ในตัวแบบ VAR เพศชาย

Dependent Variable	Independent Variable	Test Statistic	df	Probability
AM ₂	AM ₂	8.9826	2	0.0112**
	CM ₂	0.2436	2	0.8853
	IM ₂	2.8385	2	0.2419
	VM ₂	0.0505	2	0.9750
CM ₂	AM ₂	0.3240	2	0.8505
	CM ₂	1.6406	2	0.4403
	IM ₂	1.2735	2	0.5290
	VM ₂	6.8408	2	0.0327**
IM ₂	AM ₂	11.6569	2	0.0029***
	CM ₂	2.9705	2	0.2264
	IM ₂	0.4432	2	0.8012
	VM ₂	3.8611	2	0.1451
VM ₂	AM ₂	31.0873	2	0.0000***
	CM ₂	5.7346	2	0.0569*
	IM ₂	0.6688	2	0.7158
	VM ₂	2.2788	2	0.3200

- หมายเหตุ :
1. * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10
 2. ** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
 3. *** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

ตารางที่ 6.6 ผลการทดสอบ wald test ของ $K_{t,2}$ ในตัวแบบ VAR เพศหญิง

Dependent Variable	Independent Variable	Test Statistic	df	Probability
AF ₂	AF ₂	37.4010	2	0.0000***
	CF ₂	0.7557	2	0.6853
	IF ₂	10.7456	2	0.0046***
	VF ₂	1.5161	2	0.4686
CF ₂	AF ₂	4.907589	2	0.0860*
	CF ₂	4.185899	2	0.1233
	IF ₂	1.9489	2	0.3774
	VF ₂	0.0522	2	0.9742
IF ₂	AF ₂	6.67645	2	0.0355**
	CF ₂	0.075172	2	0.9631
	IF ₂	0.1233	2	0.9402
	VF ₂	0.1929	2	0.9081
VF ₂	AF ₂	11.55324	2	0.0031***
	CF ₂	0.027645	2	0.9863
	IF ₂	5.339132	2	0.0693*
	VF ₂	2.737061	2	0.2545

- หมายเหตุ :
1. * ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10
 2. ** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
 3. *** ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6.3-6.4 ร่วมกับผลการทดสอบ wald test ในตารางที่ 6.5-6.6 จะพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ตัวแปรค่าประมาณพารามิเตอร์ $K_{t,2}$ สำหรับเพศชาย

$$AM_2 = f(AM_2(-1), AM_2(-2))$$

$$CM_2 = f(IM_2(-1), IM_2(-2), VM_2(-2))$$

$$IM_2 = f(AM_2(-1), AM_2(-2))$$

$$VM_2 = f(AM_2(-1), AM_2(-2), CM_2(-1), CM_2(-2))$$

2. ตัวแปรค่าประมาณพารามิเตอร์ $K_{t,2}$ สำหรับเพศหญิง

$$AF_2 = f(AF_2(-1), AF_2(-2), IF_2(-1), IF_2(-2))$$

$$CF_2 = f(AF_2(-1), AF_2(-2), CF_2(-1))$$

$$IF_2 = f(AF_2(-1), AF_2(-2))$$

$$VF_2 = f(AF_2(-1), AF_2(-2), IF_2(-1), IF_2(-2))$$

ค่าพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ K_t ในคอลัมน์ที่ 1-2 ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์จำแนกตามสาเหตุการตายและเพศ แสดงได้ดังตารางที่ 6.7-6.8

ตารางที่ 6.7 ค่าพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ K_t ในคอลัมน์ที่ 1 ($K_{t,1}$) ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		V01-Y90 ⁴	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
2555	2.2215	0.1283	-1.9000	-1.3316	2.4434	-1.9895	-0.9957	1.0665
2556	2.3364	0.2245	-1.9777	-1.0616	3.0440	-2.1164	-0.9186	1.2431
2557	2.3826	0.3357	-2.0411	-0.9894	3.1892	-1.2645	-0.9421	1.1926
2558	2.4606	0.4408	-2.1127	-0.5792	3.2522	-1.0109	-0.9558	1.1797
2559	2.4817	0.5738	-2.1306	-0.4511	3.3273	0.0282	-0.9507	1.1427
2560	2.4931	0.7635	-2.1430	-0.0720	3.3523	0.0307	-0.9535	1.1381
2561	2.5032	0.9783	-2.1524	-0.0560	3.3655	0.7019	-0.9548	1.1256
2562	2.5070	1.2168	-2.1558	0.4355	3.3758	0.4419	-0.9546	1.0662
2563	2.5091	1.4042	-2.1579	0.7715	3.3800	1.3141	-0.9549	1.0222
2564	2.5105	1.6355	-2.1593	1.3748	3.3823	1.3770	-0.9551	0.8945

หมายเหตุ : ¹ โรคติดเชื้อและปรสิต

² เนื้องอก

³ โรคระบบไหลเวียนโลหิต

⁴ สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย

ตารางที่ 6.8 ค่าพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ K_t ในคอลัมน์ที่ 2 ($K_{t,2}$) ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์

สาเหตุการตาย	A00-B99 ¹		C00-D48 ²		I00-I99 ³		V01-Y90 ⁴	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
2555	0.7499	0.3046	0.1445	-0.2925	-0.6479	-0.8842	0.6091	-0.0088
2556	0.4606	0.5584	-0.1075	-0.1546	-0.3309	-0.9873	0.5017	0.1676
2557	0.2507	0.8045	0.5985	-0.6001	-0.2079	-0.4619	0.2601	0.3539
2558	0.1062	0.9594	0.5179	-0.2265	-0.1406	-0.1887	0.3912	0.2942
2559	0.0079	0.9612	0.2255	-0.3639	-0.0978	0.1583	0.4086	0.2485
2560	-0.0587	1.0207	0.4101	-0.1069	-0.0693	0.3214	0.2763	0.1449
2561	-0.1038	1.2810	0.4412	-0.1089	-0.0502	0.4008	0.2786	0.0655
2562	-0.1343	1.4206	0.2737	0.0109	-0.0372	0.3577	0.2974	-0.0016
2563	-0.1550	2.0433	0.2806	0.0044	-0.0284	0.2574	0.2389	-0.0335
2564	-0.1690	2.7951	0.3076	0.0200	-0.0225	0.1246	0.2142	-0.0390

หมายเหตุ : ¹ โรคติดเชื้อและปรสิต

² เนื้องอก

³ โรคระบบไหลเวียนโลหิต

⁴ สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย

ผลการทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) ด้วยวิธี Portmanteau Tests และการกระจายแบบปกติของค่าคลาดเคลื่อนในตัวแบบด้วยวิธี Jarque – Bera Test ของ K_t แต่ละคอลัมน์แสดงได้ดังตารางที่ 6.9 -6.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.9 การทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเองและการกระจายแบบปกติของค่าคลาดเคลื่อนในตัวแบบ VAR ของ K_{t1}

Type of Test	Sex	Name of the Test	Statistic Value	P-Value
Autocorrelation	Male	Portmanteau (4 lags)	54.2260	0.8030
		Portmanteau (8 lags)	94.5829	0.9881
	Female	Portmanteau (4 lags)	56.1523	0.7469
		Portmanteau (8 lags)	102.3122	0.9540
Normality	Male	Jarque – Bera	11.0292	0.2001
	Female	Jarque – Bera	1.6903	0.9891

ตารางที่ 6.10 การทดสอบปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเองและการกระจายแบบปกติของค่าคลาดเคลื่อนในตัวแบบ VAR ของ K_{t2}

Type of Test	Sex	Name of the Test	Statistic Value	P-Value
Autocorrelation	Male	Portmanteau (4 lags)	52.45375	0.8484
		Portmanteau (8 lags)	89.35478	0.9962
	Female	Portmanteau (4 lags)	55.02984	0.7804
		Portmanteau (8 lags)	92.09444	0.9929
Normality	Male	Jarque – Bera	5.165658	0.7397
	Female	Jarque – Bera	8.342844	0.4007

จากตารางที่ 6.9-6.10 พบว่าในทุกตัวแบบการพยากรณ์ของ K_t ของทุกคอลัมน์ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเองและมีการกระจายแบบปกติได้ ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ที่ใช้ไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเองและมีการกระจายแบบปกติ

6.2 การเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราณณะจากตัวแบบและค่าอัตราณณะจริงในช่วงปีพ.ศ. 2539-2554

การเปรียบเทียบค่าประมาณอัตราณณะจากตัวแบบและค่าอัตราณณะจริงในช่วงปีพ.ศ. 2539-2554 โดยใช้การคำนวณค่าร้อยละของค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) โดย

$$MAPE = \frac{100\%}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{F_t - A_t}{A_t} \right|$$

เมื่อ A_t คือ ค่าอัตราณณะจริง

F_t คือ ค่าประมาณอัตราณณะจากตัวแบบ

ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 6.11

ตารางที่ 6.11 ค่า MAPE ในตัวแบบการพยากรณ์จำแนกตามสาเหตุการตาย

สาเหตุการตาย	MAPE	
	ชาย	หญิง
โรคติดเชื้อและปรสิต	36.33%	33.56%
เนื้องอก	29.50%	38.13%
โรกระบบไหลเวียนโลหิต	34.20%	20.41%
สาเหตุภายนอกของการป่วยและการตาย	44.26%	18.09%

จากการตารางที่ 6.11 พบว่าค่า MAPE ของเพศหญิงในเกือบทุกสาเหตุการตายมีค่าน้อยกว่าในเพศชาย ยกเว้นในเนื้องอกที่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าเพศชาย

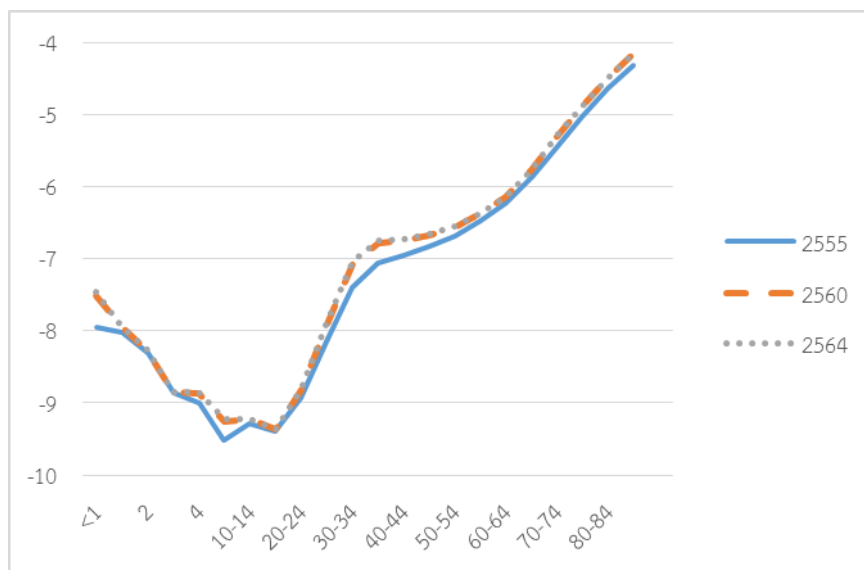
6.3 การหาค่าพยากรณ์อัตราณณะช่วงปีพ.ศ.2555 - 2564

จากเมทริกซ์ค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ $K_t = (K_{t1}, K_{t2})$ ที่ได้ในช่วงต้นนั้น สามารถนำมาคำนวณหาค่าพยากรณ์อัตราณณะกลางปีด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในเพศชายและเพศหญิง จำแนกตามสาเหตุการตาย โดยใช้ค่าประมาณ α_x และเมทริกซ์ β_x ที่คำนวณได้จากบทที่ 4 ดังนี้

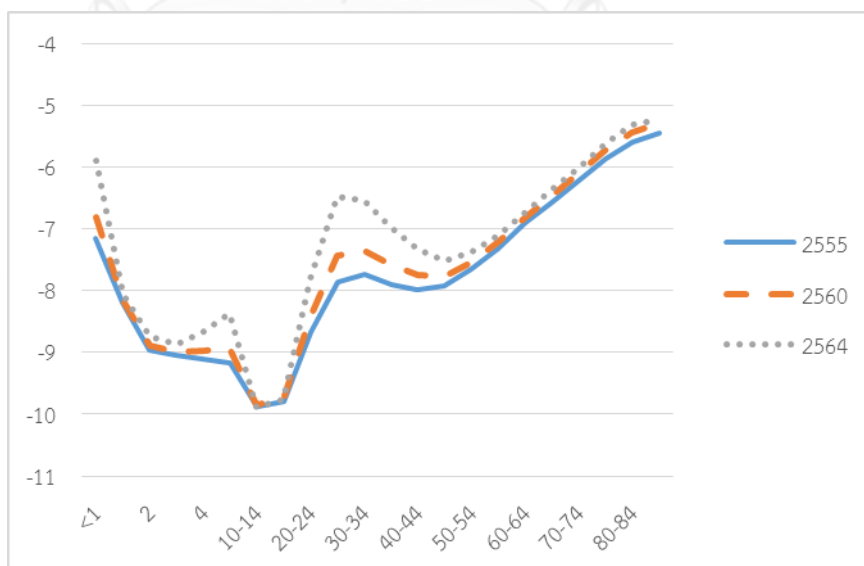
$$\ln m_{x,t} = \alpha_x + \beta_x \kappa'_t$$

ค่าลอการิทึมอัตราณระกลางปีจำแนกตามสาเหตุการตายของเพศชายและเพศหญิงในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2560 และพ.ศ. 2564 ที่ได้จากการพยากรณ์แสดงดังรูปที่ 6.1 - 6.8 ตามลำดับ

รูปที่ 6.1 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณระในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศชาย



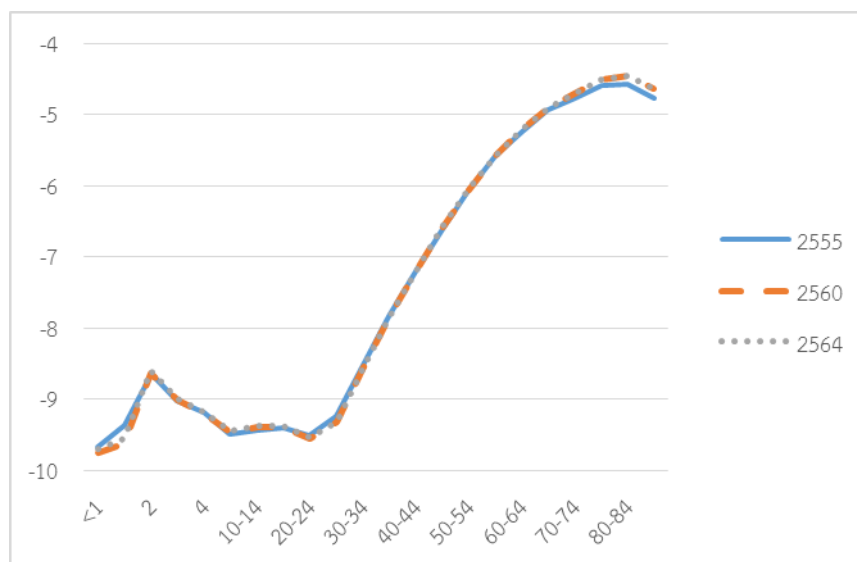
รูปที่ 6.2 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณระในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศหญิง



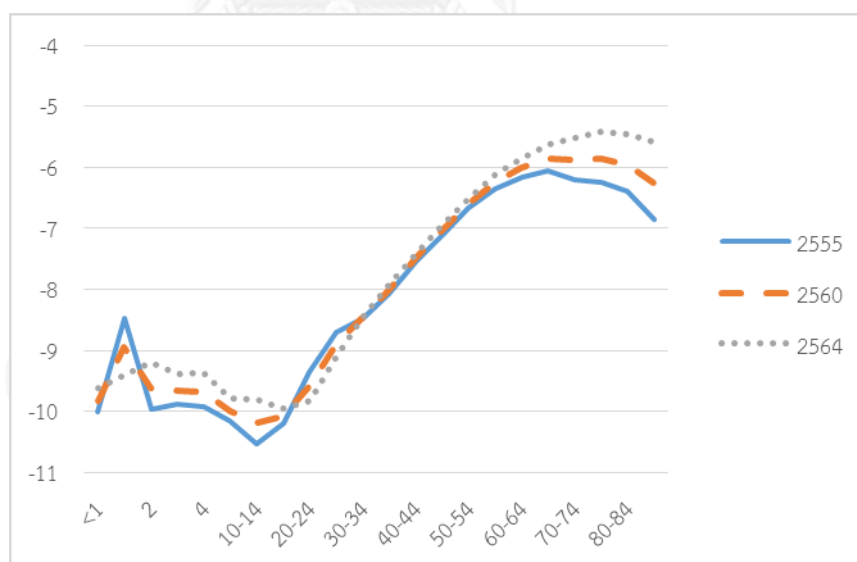
จากรูปที่ 6.1 และ 6.2 จะพบว่าค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณระในโรคติดเชื้อและปรสิตของเพศชายมีแนวโน้มใกล้เคียงกันในแต่ละปีโดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกช่วงอายุ โดยในเพศหญิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในช่วงอายุ 3-14 ปีและช่วงอายุ 19-59 ปี เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่

พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-14 ปีจะมีแนวโน้มลดลงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งอายุ 15 ปีขึ้นไปในทั้งเพศชายและเพศหญิง

รูปที่ 6.3 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในเนืองอกสำหรับเพศชาย

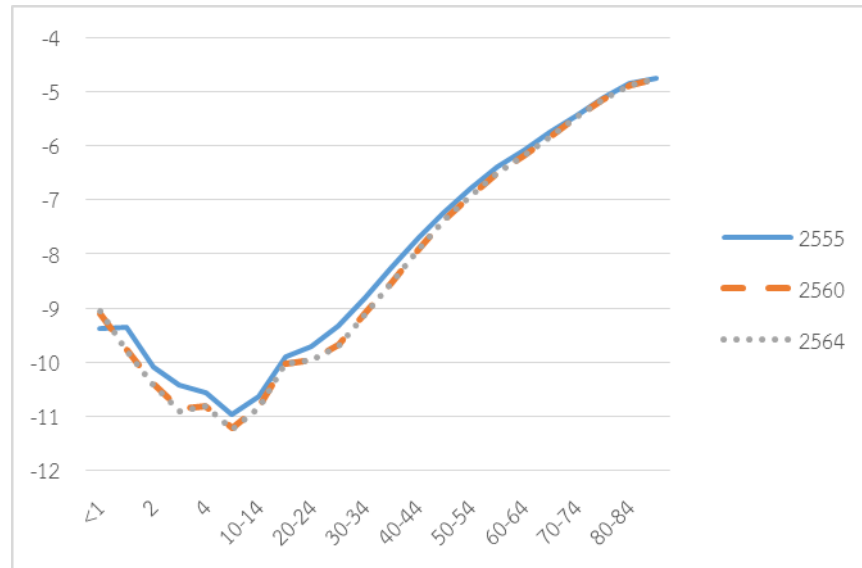


รูปที่ 6.4 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในเนืองอกสำหรับเพศหญิง

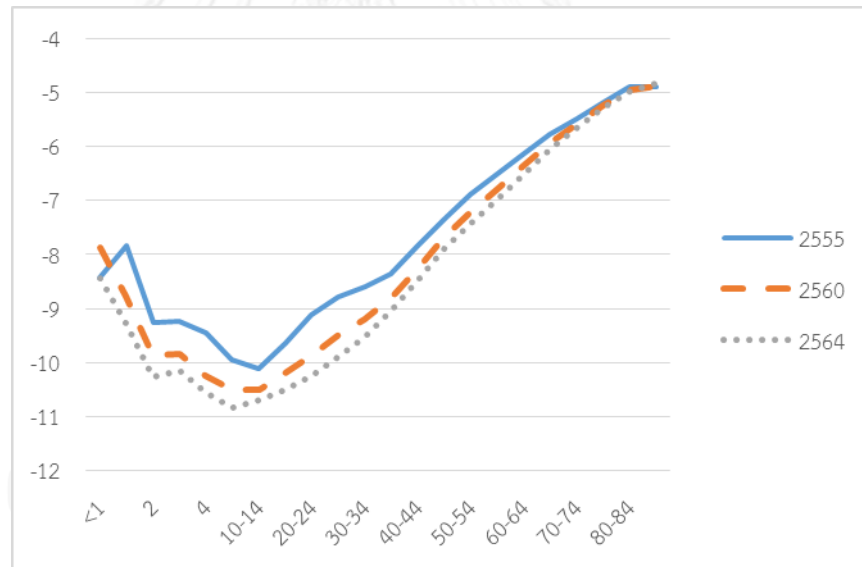


จากรูปที่ 6.3 และ 6.4 จะพบว่าค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆาตกรรมในเนืองอกของเพศชายในแต่ละปีมีแนวโน้มใกล้เคียงกันเป็นอย่างมาก แต่ในเพศหญิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 2-19 ปีและช่วงอายุ 45 ปีขึ้นไป เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-1 ปีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นและปรับตัวลงทีละน้อยจนถึงอายุประมาณ 14 ปี จากนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงอายุ 15-64 ปีแล้วจึงปรับตัวลงอีกครั้งในทั้งเพศชายและเพศหญิง

รูปที่ 6.5 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราภาระในโรคระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศชาย

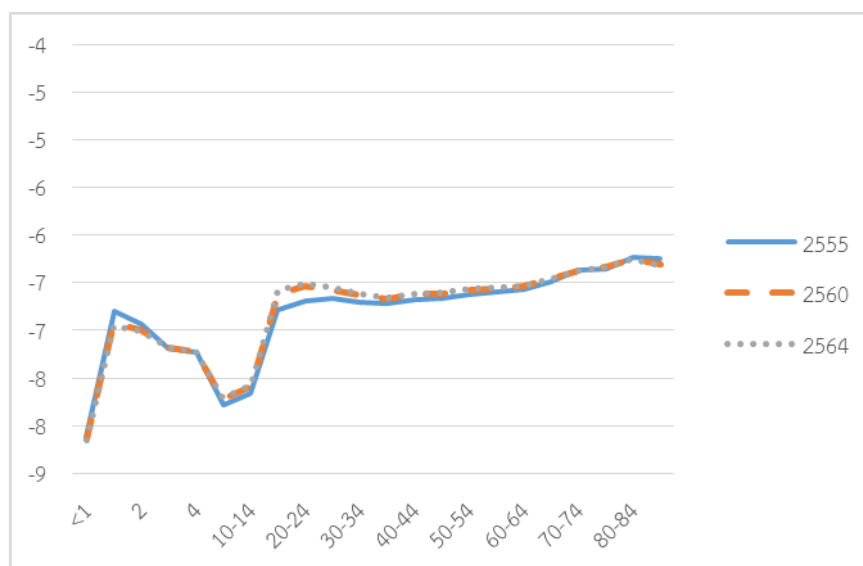


รูปที่ 6.6 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราภาระในโรคระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศหญิง

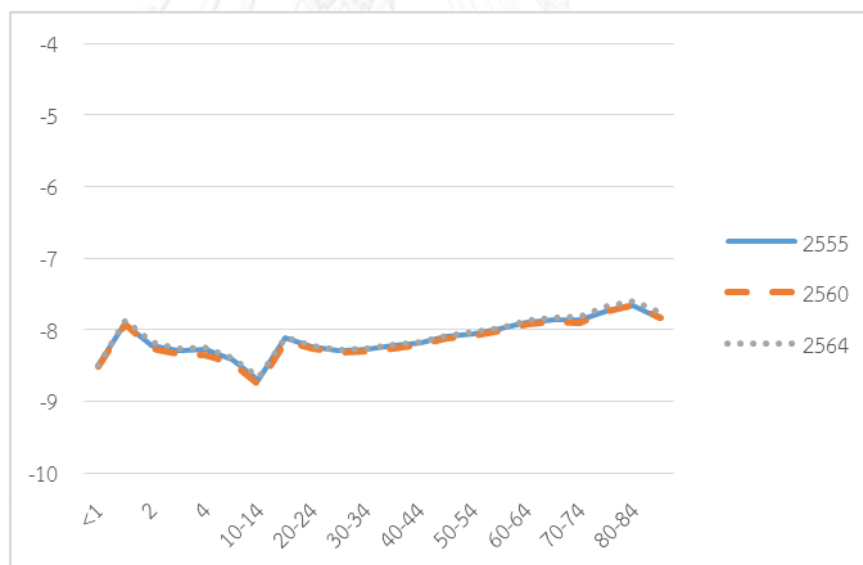


จากรูปที่ 6.5 และ 6.6 จะพบว่าค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราภาระในโรคระบบไหลเวียนโลหิตของเพศชายมีแนวโน้มใกล้เคียงกันในแต่ละปี โดยมีแนวโน้มลดลงในทุกช่วงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิง ซึ่งในเพศหญิงมีแนวโน้มลดลงมากกว่าในเพศชาย เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-14 ปีจะมีแนวโน้มลดลง และสูงขึ้นตั้งแต่ตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไปในทั้งเพศชายและเพศหญิง

รูปที่ 6.7 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆณะในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศชาย



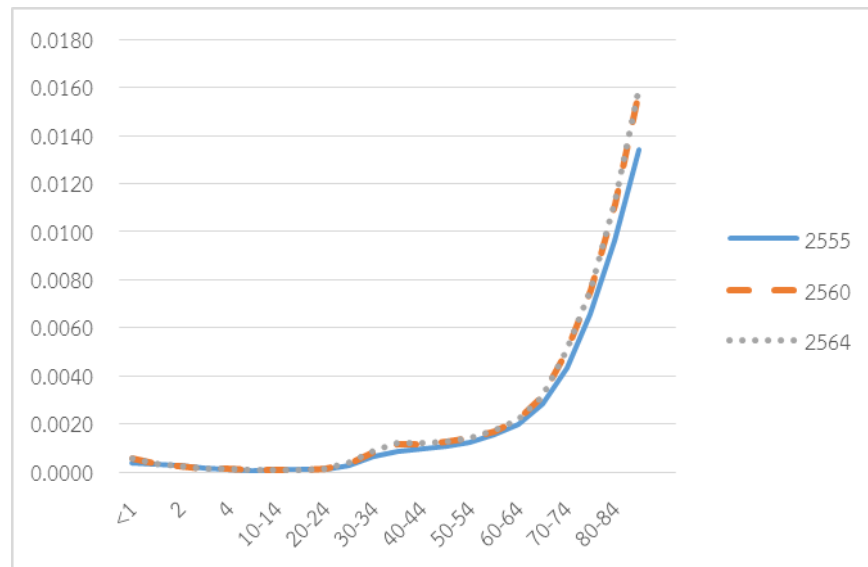
รูปที่ 6.8 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆณะในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศหญิง



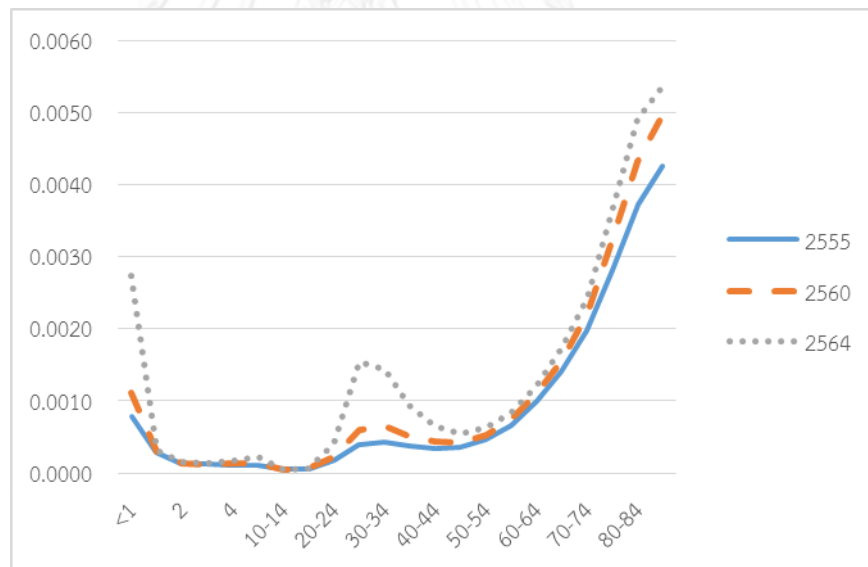
จากรูปที่ 6.7 และ 6.8 จะพบว่าค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราฆณะในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายแต่ละปีมีแนวโน้มใกล้เคียงในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 1-14 ปีจะมีแนวโน้มลดลง และสูงขึ้นตั้งแต่ตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและเพศหญิง

จากค่าลอการิทึมอัตราฆณะจะสามารถหาค่าอัตราฆณะจำแนกตามสาเหตุการตายและเพศ แสดงได้ดังรูปที่ 6.9-6.16

รูปที่ 6.9 ค่าพยากรณ์อัตราภาระในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศชาย

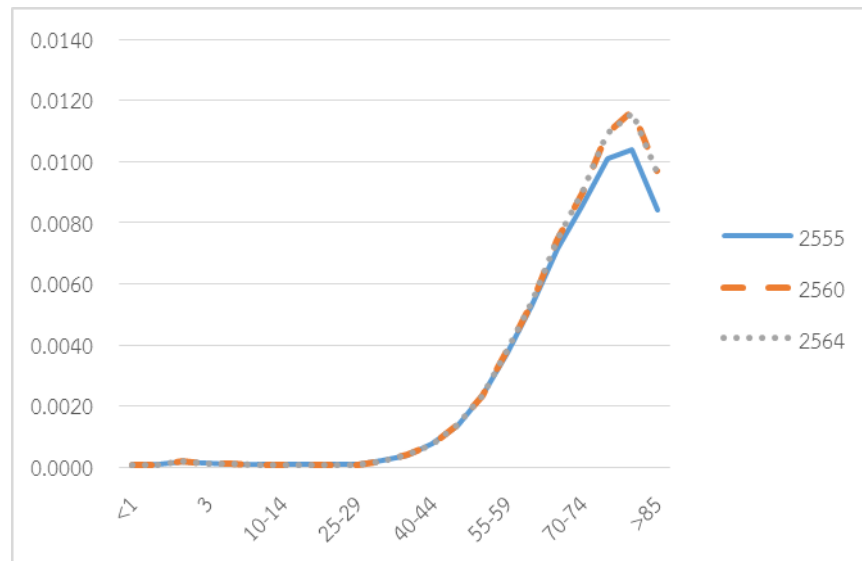


รูปที่ 6.10 ค่าพยากรณ์อัตราภาระในโรคติดเชื้อและปรสิตสำหรับเพศหญิง

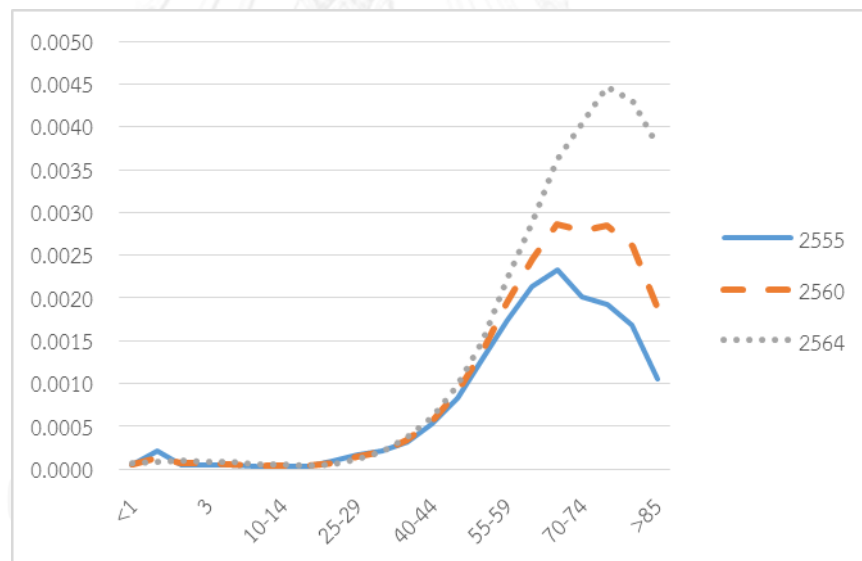


จากรูปที่ 6.9 และ 6.10 จะพบว่าค่าพยากรณ์อัตราภาระในโรคติดเชื้อและปรสิตแต่ละปีมีแนวโน้มใกล้เคียงกันอย่างมากในเพศชาย โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในทุกช่วงอายุ แต่ในเพศหญิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงอายุ 20-54 ปี เมื่อพิจารณาตามอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-19 ปีมีแนวโน้มลดลง และเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 20 ปีขึ้นไปสำหรับเพศชาย แต่สำหรับเพศหญิงจะเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 20-34 ปีขึ้นไปและลดลงในช่วง 35-49 ปี จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 50 ปีขึ้นไป

รูปที่ 6.11 ค่าพยากรณ์อัตราภาระในเนื้องอกสำหรับเพศชาย

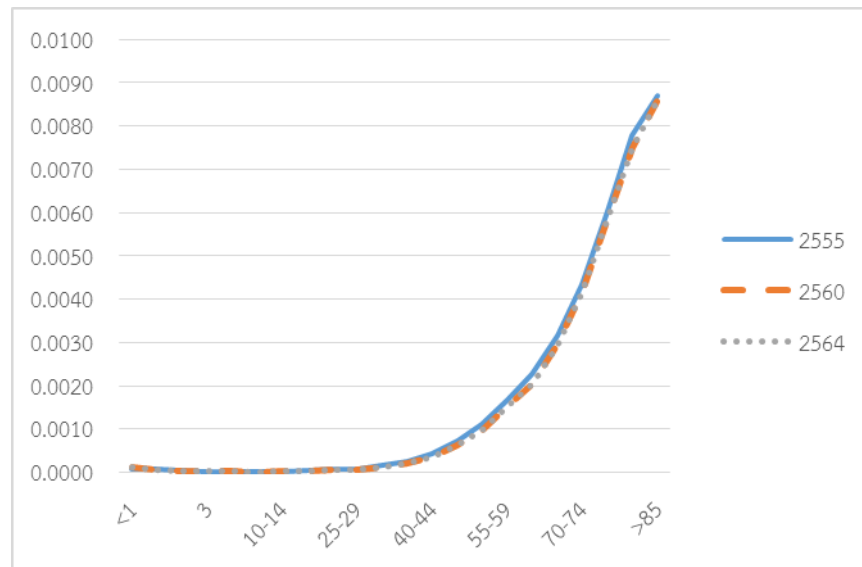


รูปที่ 6.12 ค่าพยากรณ์อัตราภาระในเนื้องอกสำหรับเพศหญิง

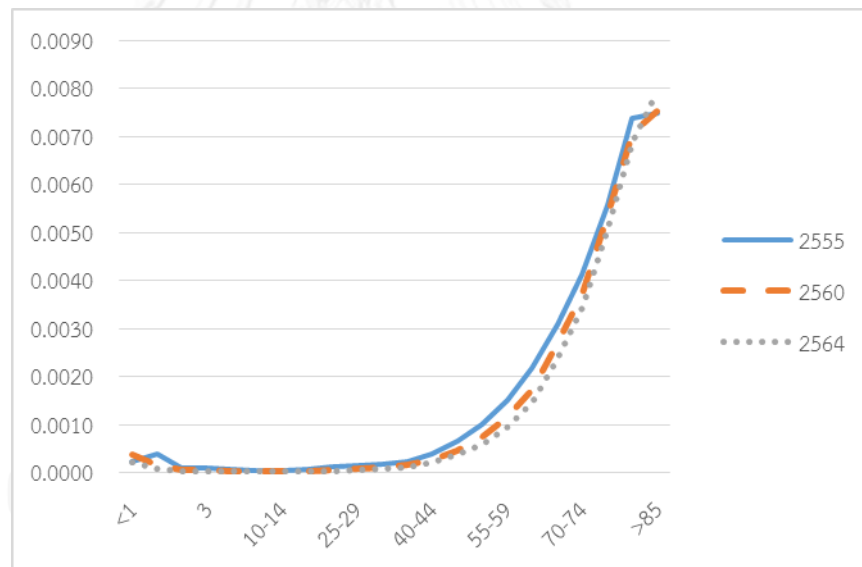


จากรูปที่ 6.11 และ 6.12 จะพบว่าค่าพยากรณ์อัตราภาระในเนื้องอกแต่ละปีมีแนวโน้มใกล้เคียงกันอย่างมากในช่วงอายุ 0-74 ปีสำหรับเพศชายและช่วงอายุ 0-54 ปีสำหรับเพศหญิง โดยหลังจากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละปี เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่าในช่วงอายุ 0-75 ปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลตามอายุทั้งเพศชายและเพศหญิง หลังจากนั้นจึงปรับตัวลดลง

รูปที่ 6.13 ค่าพยากรณ์อัตราการระยะในโรคระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศชาย

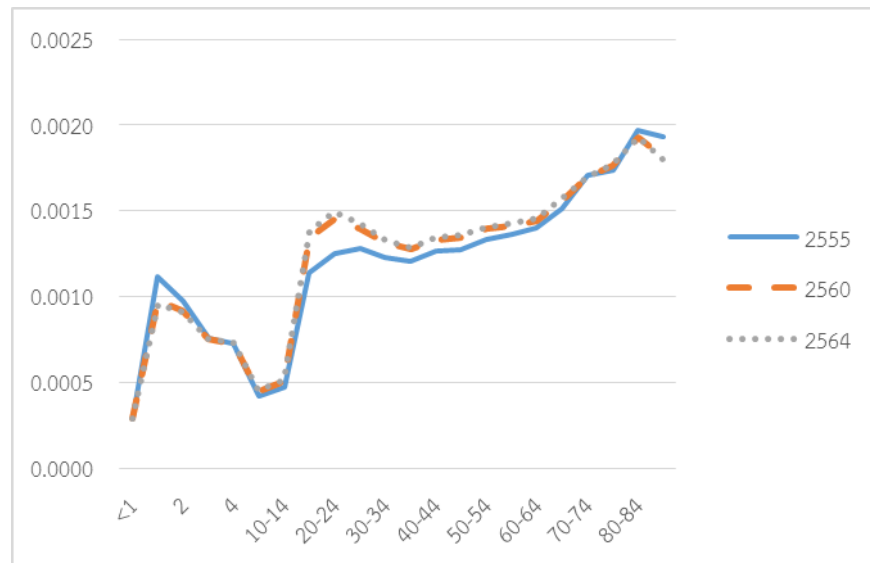


รูปที่ 6.14 ค่าพยากรณ์อัตราการระยะในโรคระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับเพศหญิง

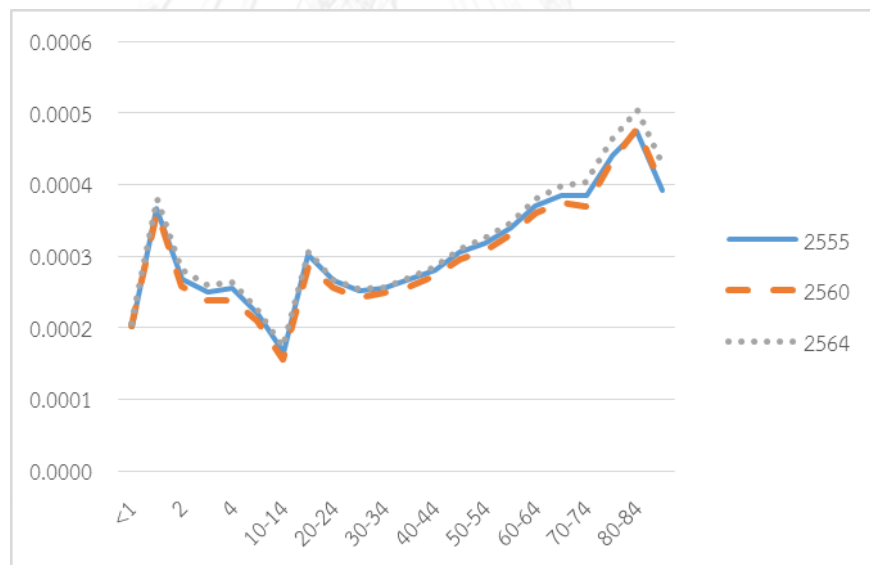


จากรูปที่ 6.13 และ 6.14 จะพบว่าค่าพยากรณ์อัตราการระยะในโรคระบบไหลเวียนโลหิตแต่ละปีมีแนวโน้มใกล้เคียงกันโดยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า อัตราการระยะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลตามอายุทั้งเพศชายและเพศหญิง

รูปที่ 6.15 ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศชาย



รูปที่ 6.16 ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายสำหรับเพศหญิง



จากรูปที่ 6.15 และ 6.16 จะพบว่าค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายแต่ละปีมีแนวโน้มใกล้เคียงกันแต่โดยรวมแล้วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาตามอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-1 ปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และลดลงในช่วงอายุ 2-14 ปี หลังจากนั้นจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอายุ 85 ปีจึงมีแนวโน้มลดลงทั้งเพศชายและเพศหญิง

6.4 การหาค่าพยากรณ์อัตราณรวมจากค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ K_t ด้วยตัวแบบ ARIMA

การหาข้อมูลอัตราณรวมจากค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ K_t ด้วยตัวแบบ ARIMA จะใช้ข้อมูลจำนวนการตายและจำนวนประชากรกลางปีของประเทศไทยในช่วงปีพ.ศ. 2515-2554 และแบ่งข้อมูลกลุ่มประชากรเป็นกลุ่มอายุ 5 ปีจนถึงอายุ 70 ปีขึ้นไป เนื่องจากข้อจำกัดของตัวแบบ ARIMA ซึ่งต้องใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาหลายปี ดังนั้น จึงขยายช่วงเวลาของข้อมูลจากปีพ.ศ. 2539-2554 เป็นพ.ศ. 2515-2554 นอกจากนี้ข้อมูลการตายก่อนปีพ.ศ. 2539 จะปิดที่อายุ 70 ปีขึ้นไป ดังนั้น ในการวิเคราะห์หาค่าพยากรณ์อัตราณรวมจึงใช้ข้อมูลจำนวนตายถึงอายุ 70 ปีขึ้นไป

ขั้นตอนการพยากรณ์อัตราณรวมด้วยตัวแบบ ARIMA มีดังนี้

6.4.1 หาค่าประมาณพารามิเตอร์ $\alpha_x, \beta_x, \kappa_t$ ในตัวแบบลิคาร์เตอร์

ผลการประมาณพารามิเตอร์ $\alpha_x, \beta_x, \kappa_t$ ในตัวแบบลิคาร์เตอร์ ด้วยการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแสดงดังตารางที่ 6.12-6.14

ตารางที่ 6.12 ค่าประมาณพารามิเตอร์ α_x ในตัวแบบลิคาร์เตอร์ของอัตราณรวม

อายุ(ปี)	ชาย	หญิง
<1	-3.9489	-3.7722
1	-5.4656	-5.3230
2	-5.9137	-5.7698
3	-6.1115	-5.9664
4	-6.2327	-6.0877
5-9	-6.6361	-6.4462
10-14	-6.7439	-6.7524
15-19	-5.9335	-6.0234
20-24	-5.5451	-5.7023
25-29	-5.2862	-5.5131
30-34	-5.0748	-5.3462
35-39	-4.8530	-5.1686
40-44	-4.6098	-4.9645
45-49	-4.3306	-4.7211
50-54	-4.0274	-4.4252
55-59	-3.7411	-4.1269
60-64	-3.4673	-3.7468
65-69	-3.0843	-3.4245
>70	-2.1477	-2.7093

ตารางที่ 6.13 ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_x ในตัวแบบลีคาร์เตอร์ของอัตราณรวม

อายุ(ปี)	ชาย	หญิง
<1	-0.4937	-0.4087
1	-0.3244	-0.3793
2	-0.3307	-0.3685
3	-0.3314	-0.3694
4	-0.2866	-0.3243
5-9	-0.3260	-0.3004
10-14	-0.2659	-0.1865
15-19	-0.1791	-0.1208
20-24	-0.1956	-0.1323
25-29	-0.1269	-0.0845
30-34	-0.0887	-0.0885
35-39	-0.0944	-0.1248
40-44	-0.1167	-0.1445
45-49	-0.1381	-0.1464
50-54	-0.1194	-0.1357
55-59	-0.0903	-0.1303
60-64	-0.0766	-0.1279
65-69	-0.0775	-0.1263
>70	-0.0504	-0.1180

ตารางที่ 6.14 ค่าประมาณพารามิเตอร์ K_t ในตัวแบบสี่คาร์เตอร์ของอัตราณรวม

ปีพ.ศ.	ชาย	หญิง	ปีพ.ศ.	ชาย	หญิง
2515	-2.802	-2.719	2535	1.495	1.707
2516	-2.663	-2.609	2536	1.425	1.385
2517	-3.431	-3.183	2537	1.262	0.937
2518	-3.062	-2.863	2538	1.791	1.316
2519	-3.010	-2.843	2539	0.564	0.244
2520	-2.708	-2.630	2540	1.271	0.898
2521	-2.597	-2.565	2541	0.992	0.485
2522	-2.332	-2.338	2542	0.739	0.297
2523	-2.214	-2.238	2543	0.881	0.459
2524	-1.897	-1.883	2544	0.733	0.518
2525	-1.759	-1.706	2545	0.494	0.542
2526	-1.677	-1.645	2546	0.743	0.699
2527	-0.914	-0.900	2547	0.860	0.785
2528	0.287	0.664	2548	1.165	1.129
2529	0.837	1.186	2549	1.228	1.197
2530	0.799	1.117	2550	1.574	1.528
2531	1.199	1.505	2551	1.660	1.613
2532	1.272	1.550	2552	1.729	1.730
2533	1.299	1.553	2553	1.613	1.634
2534	1.353	1.585	2554	1.803	1.862

6.4.2 หาค่าพยากรณ์ K_t ในสำหรับตัวแบบ ARIMA

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของค่าประมาณ K_t พบว่า ตัวแบบที่เหมาะสมคือ AR(1) ทั้งเพศชายและหญิงและตัวแบบอนุกรมเวลาเป็นดังนี้

1. ตัวแบบ AR(1) สำหรับ K_t เพศชายคือ

$$K_t = 0.11597 + 0.95439K_{t-1} + \varepsilon_t$$

(0.0629) (0.0363)

2. ตัวแบบ AR(1) สำหรับ K_t เพศหญิงคือ

$$K_t = 0.11525 - 0.953759K_{t-1} + \varepsilon_t$$

(0.0645) (0.0382)

ค่าพยากรณ์ κ_t ในเพศชายและหญิงแสดงดังตารางที่ 6.15

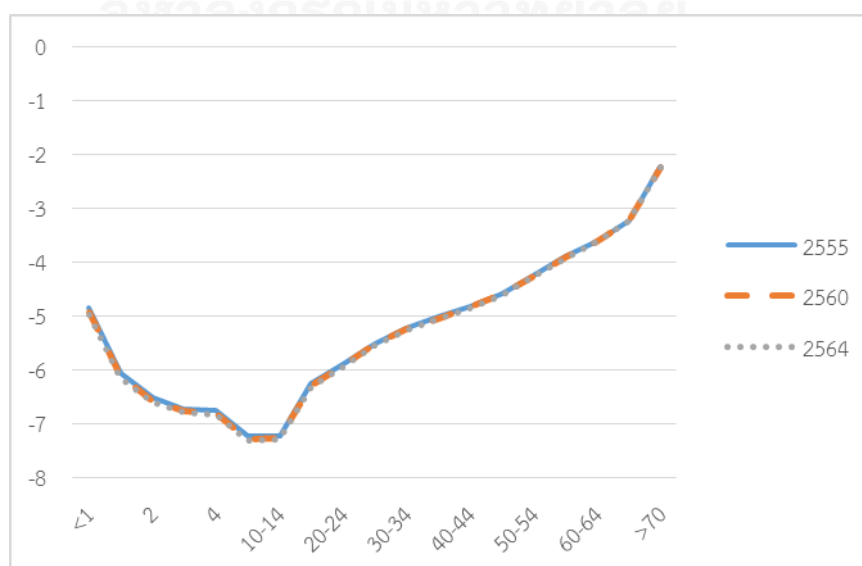
ตารางที่ 6.15 ค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ κ_t ในตัวแบบลีคาร์เตอร์ของอัตราณรวม

ปี/เพศ	ชาย	หญิง
2555	1.8370	1.8907
2556	1.8692	1.9185
2557	1.8999	1.9451
2558	1.9292	1.9704
2559	1.9572	1.9945
2560	1.9839	2.0175
2561	2.0094	2.0395
2562	2.0337	2.0604
2563	2.0569	2.0804
2564	2.0791	2.0994

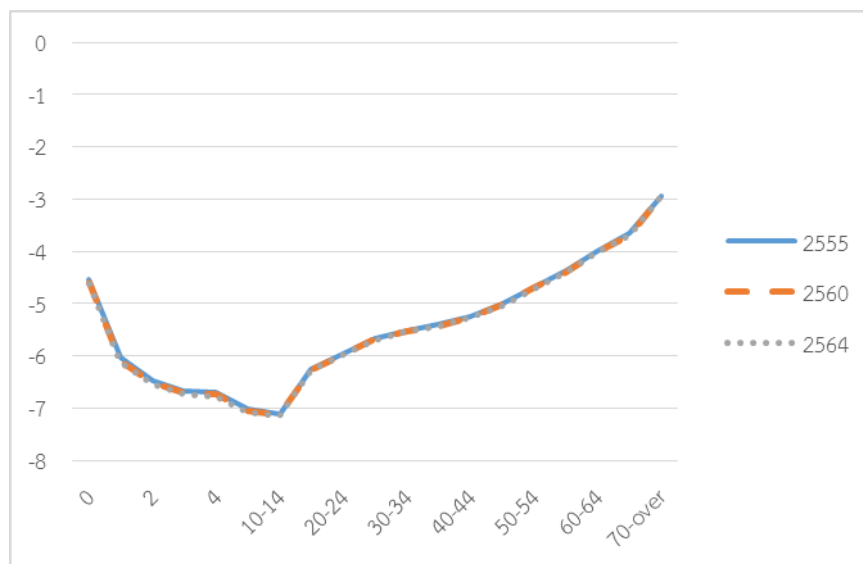
3. หาค่าพยากรณ์อัตราณรวมจากตัวแบบ lee-carter

หลังจากได้ค่าพยากรณ์พารามิเตอร์ κ_t จะสามารถหาค่าพยากรณ์ลอการิทึมของอัตราณรวมปีที่ t ของประชากรในกลุ่มอายุ x ได้จาก $\ln m_{x,t} = \alpha_x + \beta_x \kappa_t$ ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณรวมกลางปีของเพศชายและเพศหญิงในปีพ.ศ. 2555 พ.ศ. 2560 และพ.ศ. 2564 ที่ได้จากการพยากรณ์แสดงดังรูปที่ 6.17 - 6.18 ตามลำดับ

รูปที่ 6.17 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณรวมเพศชาย



รูปที่ 6.18 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณรวมเพศหญิง

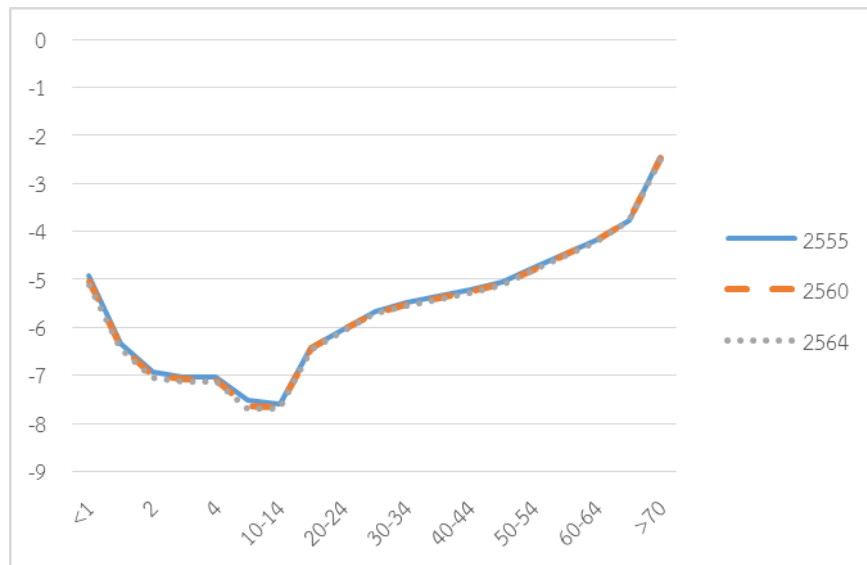


จากรูปที่ 6.17-6.18 จะเห็นว่าค่าพยากรณ์ของลอการิทึมอัตราณรวมเพศชายและหญิงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยแต่ละปีมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-9 ปีมีแนวโน้มลดลงจากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

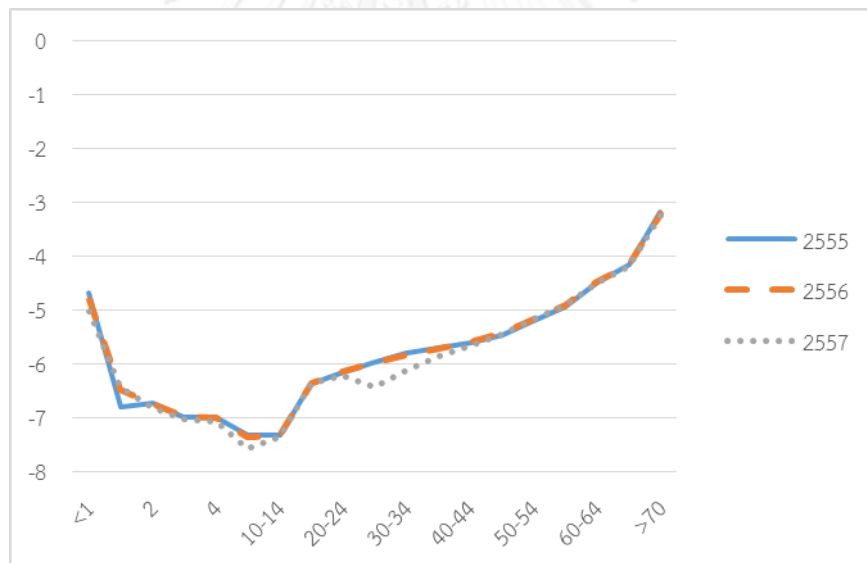
6.5 การหาค่าพยากรณ์อัตราณด้วยสาเหตุอื่นๆ

ในหัวข้อที่ 6.3 ได้ทำการหาค่าพยากรณ์อัตราณจำแนกตามสาเหตุการตาย 4 สาเหตุ และในหัวข้อที่ 6.4 เป็นการพยากรณ์ค่าลอการิทึมอัตราณรวมซึ่งทำให้เราสามารถหาค่าพยากรณ์อัตราณด้วยสาเหตุอื่นๆได้โดยการลบค่าพยากรณ์ด้วยสาเหตุการตายทั้ง 4 สาเหตุออกจากค่าพยากรณ์อัตราณรวม ซึ่งผลการคำนวณในปีพ.ศ. 2555 พ.ศ. 2560 และพ.ศ. 2564 แสดงได้ดังรูป 6.19-6.20

รูปที่ 6.19 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณณะด้วยสาเหตุอื่นๆเพศชาย



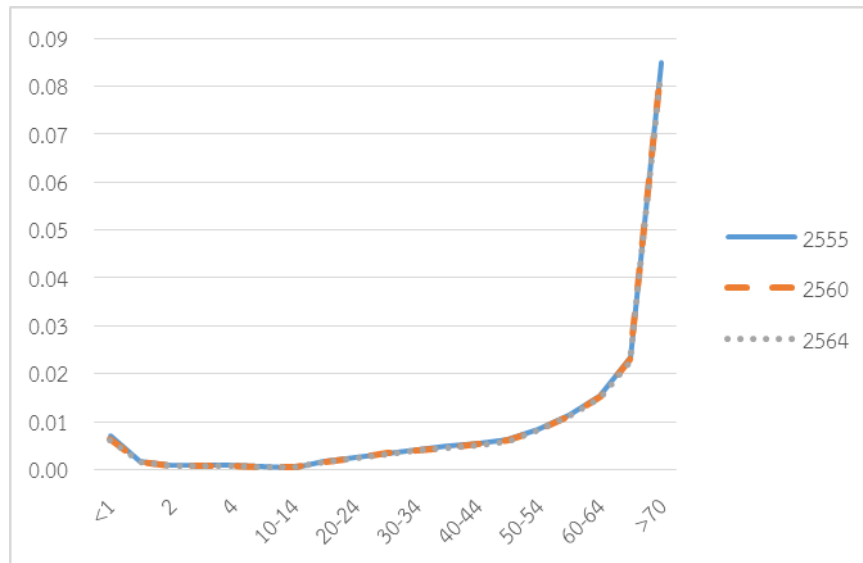
รูปที่ 6.20 ค่าพยากรณ์ลอการิทึมอัตราณณะด้วยสาเหตุอื่นๆเพศหญิง



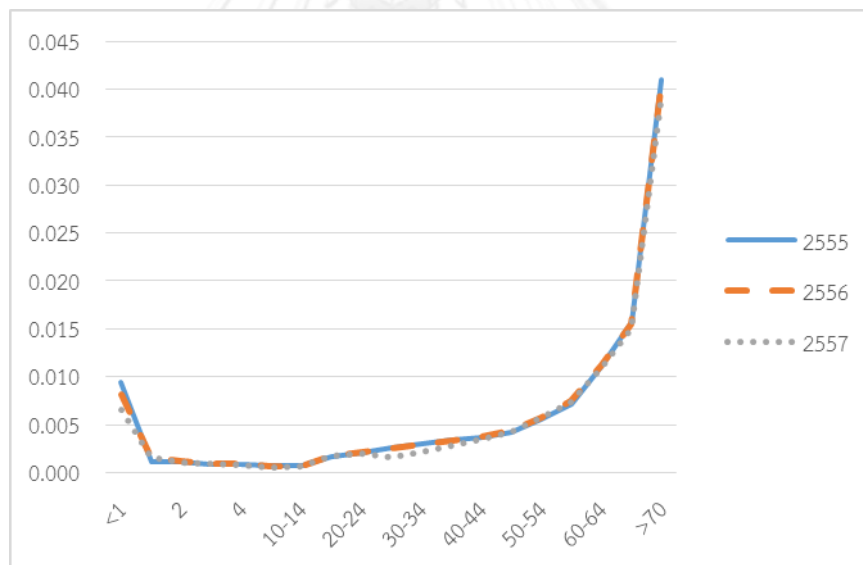
จากรูปที่ 6.19-6.20 จะเห็นว่าค่าพยากรณ์ของลอการิทึมอัตราณณะด้วยสาเหตุอื่นๆเพศชายและหญิงในแต่ละปีมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือมีแนวโน้มลดลงในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาตามอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-14 ปีมีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นตามอายุตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและเพศหญิง

จากค่าลอการิทึมอัตราณณะจะสามารถหาค่าอัตราณณะแสดงได้ดังรูปที่ 6.21-6.22

รูปที่ 6.21 ค่าพยากรณ์อัตราการณะด้วยสาเหตุอื่นๆเพศชาย



รูปที่ 6.22 ค่าพยากรณ์การเฝ้าระวังอัตราการณะด้วยสาเหตุอื่นๆเพศหญิง



จากรูปที่ 6.21-6.22 จะเห็นว่าค่าพยากรณ์ของอัตราการณะด้วยสาเหตุอื่นๆทั้งเพศชายและหญิงในแต่ละปีมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาตามอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-14 ปีมีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นตามอายุแบบเอกซ์โพเนนเชียลตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและเพศหญิง

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการพยากรณ์แนวโน้มการมรณะจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย ในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาโดยหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลา ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ (Lee-Carter Model) โดยใช้ข้อมูลอัตราการตายจำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทยจำแนกตามกลุ่มอายุและเพศ ซึ่งกำหนดสมมติฐานว่าทุกสาเหตุการตายที่เลือกมานั้นมีความเกี่ยวข้องกันเนื่องจากความเสี่ยงแข่งขัน (Competing Risk) จากการตายในแต่ละสาเหตุ จากนั้นนำไปหาค่าพยากรณ์อัตราการมรณะของปีพ.ศ. 2555 – 2564 ด้วยตัวแบบลี-คาร์เตอร์ เพื่อพิจารณาแนวโน้มการมรณะตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคือ

1. จำนวนประชากรกลางปีตั้งแต่ปีพ.ศ. 2539 – 2554 จากสถิติสาธารณสุขสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามกลุ่มอายุ และเพศ
2. จำนวนการตายและสาเหตุการตายตามบัญชีตารางโรคพื้นฐานของบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศของประชากรไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 – 2554 จากสถิติสาธารณสุขสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามกลุ่มอายุ เพศ และ สาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย 5 สาเหตุ ได้แก่ โรคเนื้องอก (C00-D48) โรคติดเชื้อและปรสิต (A00-B99) สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย (V01-Y89) โรคระบบไหลเวียนโลหิต (I00-I99) โรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J98)

การศึกษานี้ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปจำนวน 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม Eview 7.1 gretl และ Microsoft Excel 2013 ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ การทดสอบคุณสมบัติของตัวแปรต่างๆ รวมถึงการหาค่าพยากรณ์อัตราการมรณะด้วยตัวแบบดังกล่าว

ในขั้นตอนการพยากรณ์ หลังจากหาค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ในแต่ละสาเหตุการตายด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแล้ว จึงนำตัวแปรพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาในแต่ละคอลัมน์ที่ได้ในแต่ละสาเหตุการตายไปหาช่วงเวลาล่าช้า (lag) ที่เหมาะสมจากดัชนี SIC ซึ่งพบว่าช่วงเวลาล่าช้าที่เหมาะสมสำหรับตัวแบบ VAR เท่ากับ 2 ในเพศชายและเพศหญิงทั้งสองคอลัมน์ จากนั้นทำการทดสอบด้วยวิธียูนิตรูทว่าข้อมูลมีคุณสมบัตินิ่ง (stationary) หรือไม่ โดยผลการทดสอบพบว่าที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ตัวแปรพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาในคอลัมน์แรกทั้งเพศชายและเพศหญิงในทุกสาเหตุการตายมีลักษณะนิ่งที่ระดับผลต่าง 1 และมีลักษณะนิ่งที่ระดับ Level ในคอลัมน์ที่ 2 ทั้งเพศชายและเพศหญิงในทุกสาเหตุการตายเช่นกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวแปรแล้ว ได้ทำการตัดตัวแปรโรคระบบทางเดินหายใจออกจากการศึกษา เนื่องจาก 3 สาเหตุ

คือ 1.ค่าสหสัมพันธ์ของโรคระบบทางเดินหายใจกับโรคติดเชื้อและปรสิตมีความสัมพันธ์กันสูง 2. มีพารามิเตอร์ที่ใช้ประมาณค่าเกินกว่าสมมติฐานของการถดถอยเชิงเส้น 3. โรคระบบทางเดินหายใจมีอัตราการตายน้อยที่สุดใน 5 โรค จากนั้นได้ทำการหาความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน (Cointegration) ซึ่งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์เชิงคุณภาพระยะยาวระหว่างตัวแปรที่เหลือในคอลัมน์แรก ผลการทดสอบพบว่า ในเพศชายมีความสัมพันธ์กันแบบโคอินทิเกรชันจำนวน 1 ความสัมพันธ์ และมีจำนวน 3 ความสัมพันธ์ในเพศหญิง แสดงให้เห็นถึงความขึ้นต่อกัน (Dependency) ของสาเหตุการตายเนื่องจากความเสี่ยงแข่งขัน (Competing Risk)

ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวแปรพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาทั้งสองคอลัมน์พบว่าตัวแปรในคอลัมน์แรกมีความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันทั้งเพศชายและเพศหญิง จึงใช้ตัวแบบ VECM ในการพยากรณ์ตัวแปรในคอลัมน์แรกทั้งสองเพศ และใช้ตัวแบบ VAR ในการพยากรณ์ตัวแปรในคอลัมน์ที่ 2 ทั้งสองเพศเช่นกัน จากนั้นนำผลการพยากรณ์ดังกล่าวไปแทนค่าในตัวแบบลี-คาร์เตอร์ เพื่อหาค่าพยากรณ์อัตราการณะกลางปีในปีพ.ศ.2555 – 2564 ในแต่ละสาเหตุการตาย ผลการพยากรณ์พบว่าค่าพยากรณ์อัตราการณะของแต่ละสาเหตุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในแต่ละปี ยกเว้นการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิตที่มีแนวโน้มลดลง โดยสรุปจำแนกตามสาเหตุการตายได้ดังนี้

1. เนื้องอก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละปี โดยเฉพาะในช่วงอายุ 75 ปีขึ้นไปสำหรับเพศชาย และช่วงอายุ 55 ปีขึ้นไปสำหรับเพศหญิงที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-74 ปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลตามอายุ และลดลงตั้งแต่อายุ 75 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและเพศหญิง

2. โรคติดเชื้อและปรสิต มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในกลุ่มอายุ 70 ปีขึ้นไปสำหรับเพศชาย และในกลุ่มอายุ 20 ปีขึ้นไปสำหรับเพศหญิง เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลา พบว่า ในช่วงอายุ 0-19 ปีมีแนวโน้มลดลง และเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 20 ปีขึ้นไปสำหรับเพศชาย แต่สำหรับเพศหญิงจะเพิ่มขึ้นในช่วงอายุ 20-34 ปีขึ้นไปและลดลงในช่วง 35-49 ปี จากนั้นจึงเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 50 ปีขึ้นไป

3. สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-1 ปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และลดลงในช่วงอายุ 2-14 ปี หลังจากนั้นจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอายุ 85 ปีจึงมีแนวโน้มลดลงทั้งเพศชายและเพศหญิง

4. โรคระบบไหลเวียนโลหิต มีแนวโน้มลดลงในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า อัตราการณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลตามอายุทั้งเพศชายและเพศหญิง

เพื่อทำการพยากรณ์หาอัตราการณะจากการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ (ไม่รวม เนื้องอก โรคติดเชื้อ และปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย และโรคระบบไหลเวียนโลหิต) จึงได้ทำการพยากรณ์อัตราการณะรวมของประชากรไทยปีพ.ศ.2555-2564 โดยใช้ข้อมูลการตายในช่วงปีพ.ศ.2515-2554

(เนื่องจากข้อจำกัดของตัวแบบ ARIMA จึงทำให้ใช้จำนวนปีในการคำนวณหลายปี) ด้วยตัวแบบ ARIMA และลบค่าพยากรณ์อัตราการรวมที่หาได้ข้างต้นด้วยผลรวมของอัตราการรวมทั้ง 4 สาเหตุการตาย ได้แก่ เนื้องอก โรคมืดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย และโรคระบบไหลเวียนโลหิต ผลการศึกษาพบว่าค่าพยากรณ์ของอัตราการรวมด้วยสาเหตุอื่นๆทั้งเพศชายและหญิงในแต่ละปีมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในทุกช่วงอายุ เมื่อพิจารณาด้านอายุโดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเวลาพบว่า ในช่วงอายุ 0-14 ปีมีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นตามอายุแบบเอกซ์โพเนนเชียลตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและเพศหญิง

7.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยนี้พบว่าตัวแปรค่าพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาของตัวแบบลี-คาร์เตอร์ที่จำแนกตามสาเหตุการตายที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ เนื้องอก โรคมืดเชื้อและปรสิต สาเหตุการตายภายนอกของการป่วยและการตาย และโรคระบบไหลเวียนโลหิต ทั้งเพศชายและหญิง เมื่อนำมาทดสอบยูนิตรูทโดยใช้วิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) เพื่อหาว่าตัวแปรพารามิเตอร์ที่แปรผันตามเวลาในแต่ละคอลัมน์ที่ได้มีคุณสมบัตินิ่ง (stationary) หรือไม่ ผลการทดสอบพบว่าที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ค่าพารามิเตอร์ของเพศชายและเพศหญิงในคอลัมน์แรกมีลักษณะนิ่งที่ระดับผลต่าง 1 และมีลักษณะนิ่งที่ระดับ Level ในคอลัมน์ที่ 2 หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบหาความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชัน (Cointegration) ซึ่งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวระหว่างตัวแปรในคอลัมน์แรก ผลการทดสอบพบว่า มีความสัมพันธ์กันแบบโคอินทิเกรชันจำนวน 1 ความสัมพันธ์สำหรับเพศชาย และมีจำนวน 3 ความสัมพันธ์สำหรับเพศหญิง จากนั้นนำค่าความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ κ_t ในคอลัมน์แรกด้วยตัวแบบ VECM และใช้ตัวแบบ VAR ในการพยากรณ์ค่า κ_t คอลัมน์ที่สอง โดยผลการพยากรณ์ κ_t ในคอลัมน์แรกโดยรวมแล้วค่าที่ได้มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งผลการศึกษาข้อนี้สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพยากรณ์อัตราการรวมของประชากรไทยโดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ร่วมกับปัจจัยทางเศรษฐกิจและสาเหตุการตาย (ภัทร สุริยภัทรพันธ์, 2555) ที่พบว่าค่า κ_t มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

จากผลการทดสอบความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างสาเหตุการตายพบว่ามีความสัมพันธ์ดังกล่าวทั้งในเพศชายและหญิง แสดงให้เห็นถึงความขึ้นต่อกันของแต่ละสาเหตุการตาย โดยผลการศึกษาข้อนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Gaille and Sherris (2010) ซึ่งได้ทำการศึกษารความสัมพันธ์แบบโคอินทิเกรชันระหว่างสาเหตุการตาย 5 ประเภทได้แก่ โรคนื้องอก โรคมืดเชื้อและปรสิต สาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย โรคระบบไหลเวียนโลหิต โรคระบบทางเดินหายใจ ใน 9 ประเทศ โดยใช้ข้อมูลการตายระหว่างปีค.ศ. 1950–2010 และพบความสัมพันธ์ดังกล่าวในทุกประเทศที่ศึกษา

ผลการพยากรณ์อัตราการรวมจำแนกตามแต่ละสาเหตุการตาย พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในแต่ละปี ยกเว้นการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิตที่มีแนวโน้มลดลง โดยเมื่อพิจารณา

จำแนกตามสาเหตุการตาย พบว่าในทุกสาเหตุการตายของเด็กมีอัตราการตายที่สูงและมีแนวโน้มลดลงจนกระทั่งเป็นวัยรุ่นจากนั้นจะอัตราการตายจะพบว่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลสถิติในอดีตของประชากรไทยจากสถิติสาธารณสุข

7.3 การนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางด้านการประกันชีวิตได้โดยสามารถนำอัตราการเสียชีวิตที่พยากรณ์ได้ไปใช้ในพัฒนากรมธรรม์ประกันชีวิตที่ต้องใช้ข้อมูลการคาดการณ์อัตราการมรณะของผู้เอาประกันภัยในอนาคตจำแนกตามสาเหตุการตาย เช่น กรมธรรม์ประกันอุบัติเหตุ กรมธรรม์ประกันมะเร็ง เป็นต้น ทั้งนี้หากนักคณิตศาสตร์ประกันภัยสามารถพยากรณ์อัตราการมรณะได้อย่างแม่นยำแล้ว จะทำให้สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยง และกำหนดเบี้ยประกันภัย หรือมูลค่าเวนคืนของกรมธรรม์แบบต่างๆได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ ทำให้บริษัทประกันชีวิตสามารถประมาณการกระแสเงินสดได้แม่นยำยิ่งขึ้น และสามารถจำกัดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลการตายจากประชากรในประเทศไทยทั้งหมด ซึ่งมีใช้ประสบการณ์โดยตรงของผู้เอาประกันภัยของบริษัท การนำผลที่ได้ไปใช้โดยตรงย่อมมีข้อบกพร่อง นักคณิตศาสตร์ประกันภัยควรที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการในการเชื่อมโยงอัตราการมรณะที่พยากรณ์ได้จากประชากรกับอัตราการมรณะของผู้เอาประกันชีวิตต่อไป

7.4 ข้อเสนอแนะ

1. จากข้อมูลจำนวนการตายจำแนกตามสาเหตุการตาย อายุและเพศที่นำมาใช้ในการทำการศึกษาในครั้งนี้ พบปัญหาเรื่องการขาดแคลนข้อมูลในอดีต ซึ่งในช่วงก่อนปีพ.ศ. 2539 ข้อมูลการตายในประเทศไทยยังไม่มีเก็บอยู่ในระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งยังมีความแตกต่างของการใช้บัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ซึ่งปัจจุบันใช้ฉบับปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 10 (ICD-10) โดยเริ่มใช้ตั้งแต่ปีพ.ศ.2539 เป็นต้นมา ทำให้เกิดข้อจำกัดในหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ ซึ่งหากมีจำนวนข้อมูลมากขึ้นอาจทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าเดิม

2. ข้อมูลการตายที่นำมาศึกษามีข้อมูลบางส่วนที่ไม่ทราบอายุ ซึ่งผู้ทำการศึกษาได้ทำการปรับโดยกระจายจำนวนการตายไปแต่ละกลุ่มอายุน้ำหนักของกลุ่มอายุในแต่ละสาเหตุการตาย ซึ่งอาจทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น หากมีการศึกษาต่อควรมีการหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตายที่ไม่ทราบอายุในแต่ละสาเหตุการตาย

3. ข้อมูลการตายจากสถิติสาธารณสุขยังมีปัญหาเรื่องความผิดพลาดในการลงบันทึกสาเหตุการตาย รวมถึงปัญหาการจดทะเบียนการตาย ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการปรับข้อมูลโดยใช้ร้อยละความครบถ้วนสมบูรณ์ของการจดทะเบียนการตายจากสำนักงานสถิติแห่งชาติซึ่งมิได้จำแนกตามสาเหตุการตายไว้ ทำให้ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาอาจมีความคลาดเคลื่อน ผู้ที่ต้องการศึกษาต่อควรหาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือการปรับแก้ข้อมูลสาเหตุการตาย เช่น Verbal Autopsy (VA) ซึ่งวางรณ

และ เยาวรัตน์ได้ทำการศึกษาไว้ในปีพ.ศ. 2552 อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ใช้ผลการศึกษาของวรารัตนา และ เยาวรัตน์ เนื่องจากมีการแบ่งกลุ่มโรคที่แตกต่างกัน

4. สาเหตุการตายที่ใช้ในการศึกษานี้จำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ซึ่งสามารถจำแนกสาเหตุการตายในแต่ละกลุ่มได้อีกหลายโรค โดยโรคแต่ละโรคมีลักษณะที่แตกต่างกัน การศึกษาครั้งต่อไปควรจำแนกสาเหตุการตายรายโรคให้ละเอียดยิ่งขึ้น

5. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อัตราการระงับกับการพยากรณ์ด้วยวิธีอื่นเพื่อหาตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ASTVผู้จัดการออนไลน์. คาดประกันชีวิตโตถึง 30% MTL เชื่อคนไทยเข้าใจมากขึ้น.(2556). แหล่งที่มา: <http://www.manager.co.th/iBizchannel/viewNews.aspx?NewsID=9560000049567> [20 สิงหาคม 2556]

นายศรี สุพรศิลป์ชัย. โรคหัวใจและหลอดเลือด.(2552). แหล่งที่มา:

<http://dpc10.ddc.moph.go.th/heart.htm> [20 มกราคม 2556]

เฉลิมพงษ์ คงเจริญ. การใช้โปรแกรม EViews ร่วมกับ Gujarati, D. Basic Econometrics. 4th edition. 2003.: คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2547

ณัฐกร สุรเมธากุล. การคาดประมาณอัตราการมรณะไทย: การเปรียบเทียบ 3 วิธีการ(ลี-คาร์เตอร์ ฟิชเชอร์-คาร์เตอร์ และการแปลงของแวง). วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552.

นิชา ราชฤทธิ์ และ สุวณี สุรเสียงสังข์. ตัวแบบพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทยโดยวิธีของลี และคาร์เตอร์. วารสารประชากรศาสตร์ 22 (กันยายน 2549): 25-43.

นันทวัน อินทชาติ. แบบแผนและความแตกต่างของสาเหตุการตายในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบริหารธุรกิจ, สาขาประชากรศาสตร์ สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. 2547.

ปีตมา ว่าพัฒน์วงศ์. โครงการศึกษาความสมบูรณ์ของการตายจากทะเบียนตายเทียบกับข้อมูลจริงระดับจังหวัด.(2549). แหล่งที่มา: http://www.hiso.or.th/hiso/proReport/pro2_report2.php

พนัส เฉลิมแสนยาก. เนื้องอก Tumor.(2555). แหล่งที่มา: <http://haamor.com/th/เนื้องอก/> [20 มกราคม 2557]

พวงทอง ไกรพิบูลย์. โรคติดเชื้อ ภาวะติดเชื้อ Infectious disease.(2555ก). แหล่งที่มา:

<http://haamor.com/th/ภาวะติดเชื้อ/> [20 มกราคม 2557]

พวงทอง ไกรพิบูลย์. โรกระบบทางเดินหายใจ Respiratory tract disease.(2555ข). แหล่งที่มา:

<http://haamor.com/th/โรกระบบทางเดินหายใจ/> [20 มกราคม 2557]

ภัทร สุริยภัทรพันธ์. การพยากรณ์อัตราการมรณะของประชากรไทยโดยใช้ตัวแบบลี-คาร์เตอร์ร่วมกับปัจจัยทางเศรษฐกิจและสาเหตุการตาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการประกันภัย คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2555.

มาโนช หล่อตระกูล. แนวโน้มการฆ่าตัวตายในประเทศไทย: แง่มุมทางเพศและช่วงวัย. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย 43: 2-13.

วรางคณา ผลประเสริฐ และ เยวรัตน์ ปรปักษ์ขาม. การคาดประมาณสาเหตุการตายในประเทศไทย พ.ศ. 2548. วารสารประชากร 1 (กันยายน):

วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ฐานข้อมูลประชากร : ข้อมูลประชากร.(2550ก). แหล่งที่มา:

http://www.cps.chula.ac.th/cps/research_division/basic_data/b_pop_data.html [20

สิงหาคม 2556]

วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ฐานข้อมูลประชากร : การตาย.(2550ข).

แหล่งที่มา: http://www.cps.chula.ac.th/cps/research_division/basic_data/b_death.html

[20 สิงหาคม 2556]

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. การศึกษาเพื่อเตรียมการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553 - 2583: ประชากรฐานและข้อสมมุติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2556

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. สถิติสาธารณสุข.(2549). แหล่งที่มา: <http://bps.ops.moph.go.th/E-book/ebook.html> [4 กันยายน 2556]

อุมาภรณ์ ภัทรวาณิชย์ และ สุภรณ์ จรัสสิทธิ์. จับตาการตายสาเหตุภายนอกของประชากรต่างวัย. ในการประชุมวิชาการ "ประชากรและสังคม 2549". 30 มิถุนายน 2549 ณ โรงแรมเอเชีย กรุงเทพมหานคร. ภาษาอังกฤษ

Baker, K. Singular Value Decomposition Tutorial.(2005). Retrieved from:

http://www.ling.ohio-state.edu/~kbaker/pubs/Singular_Value_Decomposition_Tutorial.pdf [August 23]

Chiarella, C., and Gao, S. (2002). Type I Spurious Regression in Econometrics. Working Paper Number: 114. Finance Discipline Group, University of Technology. Sydney.

Retrieved from <http://www.finance.uts.edu.au/research/wpapers/wp114.pdf>

Dickey, D.A., and Fuller, W.A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series. With a Unit Root. Journal of the American Statistical Association 74 (June 1979): 427-431.

Enders, W. Applied Econometric Time Series. John Wiley & Sons, 1995

Engle, R.F., and Granger, C.W.J. Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. Econometrica 55 (March 1987): 251-276.

Gaille, S., and Sherris, M. (2010). Modeling Long-Run Cause of Death Mortality Trends. UNSW Australian School of Business Research Paper. Retrieved from

http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1705696

Gujarati, D.N. Basic econometrics. Eds. New York: McGraw-Hill, 2003

Guterman, S., and Vanderhoof, I.T. Forecasting changes in mortality: A search for a law of causes and effects. North American Actuarial Journal 2 (October 1998): 135-138.

Hafer, R.W., and Sheehan, R.G. The sensitivity of VAR forecasts to alternative lag structures. International Journal of Forecasting 5 (1989): 399-408.

Hamilton, J.D. Time series analysis. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1994

Johansen, S. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. Econometrica 59 (November 1991): 1551-1580.

- Kogan, L. Parameter Estimation.(2010). Retrieved from:
http://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-450-analytics-of-finance-fall-2010/lecture-notes/MIT15_450F10_lec07.pdf [9 March]
- Lee, R.D., and Carter, L.R. Modeling and Forecasting U.S. Mortality. Journal of the American Statistical Association 87 (September 1992): 659-671.
- Lütkepohl, H. New Introduction to Multiple Time Series Analysis. Heidelberg: Springer-Verlag, 2005
- MacKinnon, J. Critical Values for Cointegration Tests. In Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration, New York: Oxford University Press, 1991.
- McNown, R., and Rogers, A. Forecasting cause-specific mortality using time series methods. International Journal of Forecasting 8 (November 1992): 413-432.
- Tabeau, E., Ekamper, P., Huisman, C., and Bosch, A. Improving Overall Mortality Forecasts by Analysing Cause-of-Death, Period and Cohort Effects in Trends. European Journal of Population 15: 153-183.
- Wilmoth, J.R. Mortality projections for Japan: A comparison of four methods. In Health and Mortality among Elderly Populations, pp.266-287. Oxford: Oxford University Press 1996.
- Wong-Fupuy, C., and Haberman, S. Projecting Mortality Trends: Recent Developments in the United Kingdom and the United States. North American Actuarial Journal 8 (2004): 56-83.
- Zhou, R., Wang, Y., Kaufhold, K., Li, J.S., and Tan, K.S. Modeling Mortality of Multiple Populations with Vector Error Correction Models: Applications to Solvency II. North American Actuarial Journal 18 (February 2014): 150-167.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

จำนวนการตายที่ปรับแล้วจำแนกตามสาเหตุการตาย

เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก1 จำนวนการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	611	164	377	172	659	212	757	859
1	127	92	155	163	141	138	147	140
2	59	44	50	65	49	51	75	80
3	61	57	73	50	63	70	63	58
4	53	52	58	59	55	89	89	66
5-9	174	149	186	208	295	394	456	369
10-14	92	103	65	100	97	111	162	139
15-19	184	169	115	167	176	192	185	163
20-24	671	599	604	727	787	762	796	720
25-29	1860	1972	2424	2897	3120	2779	3247	2945
30-34	1587	1837	2495	3321	4058	4353	5229	5180
35-39	1177	1217	1562	2312	2879	3130	4130	4403
40-44	874	848	1035	1480	1946	2027	2584	2982
45-49	675	627	652	1017	1285	1330	1754	2021
50-54	605	550	460	798	933	1023	1401	1651
55-59	689	617	517	779	928	929	1079	1336
60-64	747	624	513	835	915	894	1214	1350
65-69	669	605	516	790	929	1017	1262	1534
70-74	511	411	325	599	806	878	1192	1627
75-79	417	338	270	504	659	705	969	1428
80-84	285	200	181	303	365	480	665	953
>85	169	145	138	219	266	403	522	798
อายุปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	797	233	190	181	166	131	148	149
1	110	167	157	149	126	129	95	129
2	51	85	103	77	87	77	90	82
3	41	85	62	51	67	39	75	46
4	56	72	93	46	41	36	59	41
5-9	304	262	207	144	173	135	192	110
10-14	148	230	214	159	220	158	188	162
15-19	165	167	170	180	189	193	197	192
20-24	528	475	374	346	319	341	329	353
25-29	2098	1596	1332	1036	881	787	722	776
30-34	3849	2986	2545	2082	1889	1599	1352	1301
35-39	3572	3156	2685	2369	2256	2071	1976	1782
40-44	2664	2508	2372	2289	2225	2147	2124	2064
45-49	2058	2131	1996	2053	2078	2043	2206	2159
50-54	1708	1809	1733	1786	1784	1889	2154	2285
55-59	1418	1671	1596	1803	1759	1760	2060	2170
60-64	1312	1482	1467	1468	1603	1667	1891	1948
65-69	1655	1762	1776	1704	1802	1757	1869	1897
70-74	1574	1815	1838	1842	1976	1994	2185	2219
75-79	1370	1641	1614	1747	1895	2023	2216	2321
80-84	903	1093	1149	1212	1401	1452	1734	1790
>85	719	894	892	1033	1136	1273	1346	1569

ตารางที่ ก2 จำนวนการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	497	160	321	197	478	185	614	775
1	157	92	147	95	125	153	140	112
2	58	39	50	57	62	59	47	57
3	63	55	41	44	57	68	54	58
4	47	44	46	53	43	57	90	43
5-9	161	157	200	177	254	330	449	401
10-14	68	76	68	58	66	65	141	130
15-19	120	106	94	117	137	135	134	144
20-24	339	339	432	530	712	629	790	708
25-29	378	519	710	1055	1543	1689	2409	2199
30-34	322	384	618	902	1274	1591	2370	2485
35-39	334	300	384	670	937	1185	1664	1885
40-44	297	277	323	520	688	846	1113	1379
45-49	326	274	293	412	586	613	919	1029
50-54	386	318	260	431	539	609	800	1029
55-59	457	389	369	490	532	615	799	946
60-64	604	545	410	624	733	813	991	1228
65-69	554	481	409	650	792	884	1202	1600
70-74	504	415	371	561	788	855	1200	1670
75-79	410	349	283	492	654	750	1094	1596
80-84	292	254	195	373	476	584	796	1182
>85	242	220	206	349	457	574	893	1251
อายุปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	654	200	146	164	137	127	104	129
1	74	97	99	95	103	88	108	97
2	45	73	66	44	42	31	53	46
3	30	60	31	71	55	31	40	31
4	45	64	46	53	29	29	42	20
5-9	287	248	157	186	127	140	151	122
10-14	125	212	183	173	213	215	193	131
15-19	125	126	148	115	162	177	183	156
20-24	476	411	318	291	240	239	221	196
25-29	1505	1169	915	784	644	556	468	384
30-34	1914	1593	1307	1173	1065	927	787	750
35-39	1488	1367	1247	1114	1090	993	947	825
40-44	1139	1128	1156	1048	996	956	949	951
45-49	955	1053	1052	1001	1016	974	1093	1026
50-54	996	1080	1086	1057	1025	1090	1203	1205
55-59	1035	1173	1160	1186	1275	1297	1453	1364
60-64	1347	1349	1279	1312	1370	1417	1579	1657
65-69	1544	1665	1726	1693	1650	1684	1856	1801
70-74	1713	1969	1982	1951	2142	2122	2307	2245
75-79	1622	1842	1834	1957	2159	2150	2561	2591
80-84	1246	1352	1351	1562	1657	1864	2200	2218
>85	1160	1351	1438	1680	1774	1928	2201	2415

ตารางที่ ก3 จำนวนการตายด้วยเนื้องอกที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	20	9	22	16	10	25	16	22
1	45	48	298	105	45	71	51	54
2	43	8	18	36	31	29	36	26
3	33	24	26	30	33	44	26	28
4	27	33	39	29	49	45	48	19
5-9	86	79	86	117	138	125	144	148
10-14	88	75	67	99	95	102	115	118
15-19	136	99	118	174	175	185	155	149
20-24	349	226	267	236	222	223	223	175
25-29	950	834	937	799	766	593	473	371
30-34	1022	1004	1077	1210	1220	1017	932	716
35-39	1021	902	1054	1235	1300	1214	1216	1035
40-44	1280	1142	1203	1463	1513	1647	1693	1638
45-49	1740	1429	1638	1910	2067	2178	2380	2366
50-54	1997	1734	1959	2262	2505	2773	2875	3151
55-59	2600	2176	2426	2880	3071	3193	3494	3574
60-64	2661	2302	2553	3017	3298	3480	3788	3996
65-69	2266	1947	2233	2853	3087	3527	3806	4275
70-74	1236	1092	1264	1745	2078	2415	2846	3555
75-79	762	656	670	976	1186	1606	1729	2346
80-84	321	275	236	436	531	645	872	1168
>85	159	142	114	219	285	407	443	637
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	18	24	19	30	34	19	24	18
1	43	62	44	62	46	39	62	21
2	38	70	70	51	72	59	44	44
3	30	46	44	59	51	46	44	39
4	33	64	49	39	41	39	41	36
5-9	133	179	157	143	143	138	140	123
10-14	110	177	172	193	178	198	173	137
15-19	175	192	172	153	185	173	178	178
20-24	168	239	196	199	171	171	199	175
25-29	334	360	310	335	304	288	283	280
30-34	710	707	619	597	572	512	506	509
35-39	1129	1180	1152	1044	1044	1050	1038	933
40-44	1704	1856	1880	1889	1841	1881	1750	1738
45-49	2488	2780	2866	2861	2989	2840	2996	2985
50-54	3412	3701	3722	3816	4084	4080	4219	4388
55-59	3775	4189	4461	4735	4862	4903	5128	5319
60-64	4104	4235	4430	4565	4722	4855	5002	5532
65-69	4527	4805	4646	4735	4845	4905	4946	5196
70-74	3403	3720	3978	4057	4121	4278	4488	4590
75-79	2272	2497	2747	2835	3035	3269	3422	3756
80-84	982	1166	1174	1408	1509	1685	1737	2108
>85	507	600	651	729	735	838	899	1108

ตารางที่ ก4 จำนวนการตายด้วยเนื้องอกที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	25	10	11	26	13	19	23	27
1	45	56	276	71	42	68	43	59
2	26	11	16	24	29	25	22	22
3	16	21	22	25	30	20	21	28
4	19	8	17	38	30	32	26	28
5-9	78	62	77	89	124	96	117	110
10-14	65	52	52	60	69	59	85	67
15-19	120	75	88	87	110	107	91	98
20-24	250	245	275	280	246	222	179	130
25-29	400	353	529	540	601	513	497	354
30-34	482	446	551	698	711	796	722	539
35-39	692	592	728	831	962	978	991	915
40-44	989	896	1006	1235	1296	1406	1398	1338
45-49	1206	1087	1250	1487	1699	1700	1887	1952
50-54	1414	1257	1379	1710	1872	1979	2193	2310
55-59	1679	1477	1589	1921	2077	2100	2214	2399
60-64	1775	1515	1709	2010	2170	2268	2479	2558
65-69	1328	1159	1355	1749	1922	2251	2543	2830
70-74	715	628	703	1094	1286	1426	1785	2328
75-79	415	373	382	602	742	956	1147	1672
80-84	211	195	194	315	400	548	613	874
>85	116	109	105	226	268	371	443	601
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	14	21	14	26	32	28	21	18
1	22	37	33	33	22	48	40	35
2	26	44	35	37	31	37	44	35
3	17	51	29	24	44	37	29	31
4	17	29	35	33	29	24	40	31
5-9	83	118	135	169	98	84	102	105
10-14	81	157	149	146	135	96	122	120
15-19	107	109	105	102	103	108	102	110
20-24	153	129	150	129	131	134	127	135
25-29	339	358	312	281	267	228	250	228
30-34	650	604	571	576	535	502	454	501
35-39	1014	1073	1025	1000	1013	950	894	896
40-44	1465	1591	1648	1615	1567	1564	1628	1558
45-49	2056	2165	2192	2182	2280	2163	2259	2363
50-54	2464	2595	2870	2849	2983	2890	3012	3095
55-59	2680	2935	3080	3224	3383	3328	3585	3547
60-64	2700	2909	2894	2880	3052	3186	3406	3610
65-69	2838	2967	2987	3037	3119	3136	3161	3159
70-74	2245	2262	2544	2667	2839	2803	2940	3165
75-79	1575	1656	1737	1844	2104	2218	2301	2652
80-84	796	792	852	992	1081	1236	1327	1579
>85	496	525	549	638	691	730	850	1023

ตารางที่ ก5 จำนวนการตายด้วยโรคมะเร็งปอดที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	784	481	50	355	64	349	174	132
1	221	266	570	229	74	95	61	46
2	123	85	83	63	29	20	21	15
3	69	74	55	49	26	11	13	13
4	87	78	58	49	21	18	13	14
5-9	204	269	179	132	77	92	54	46
10-14	234	203	142	92	82	54	61	79
15-19	868	787	429	330	208	196	197	269
20-24	1633	1481	967	586	329	321	246	333
25-29	2552	2634	2260	1346	643	503	362	362
30-34	2839	2899	2794	1717	974	733	599	535
35-39	2860	2886	2543	1710	1119	927	773	866
40-44	2856	2701	2467	1864	1268	1256	1123	1335
45-49	3034	2820	2591	1942	1570	1560	1455	1601
50-54	3024	2785	2667	2115	1731	1884	1714	1989
55-59	3713	3272	3022	2442	1878	1979	1792	2069
60-64	4066	3630	3302	2720	2166	2272	2039	2460
65-69	3778	3384	3088	2710	2290	2408	2389	2866
70-74	2870	2537	2190	2181	1952	2193	2286	2813
75-79	2215	1918	1671	1627	1346	1687	1707	2486
80-84	1451	1273	1142	1036	904	1045	1157	1465
>85	1069	908	823	726	649	803	797	1161
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	116	82	84	77	48	81	109	12
1	30	52	46	26	36	46	46	36
2	10	36	39	23	18	23	21	15
3	10	39	21	3	10	21	31	15
4	11	18	15	13	13	23	28	8
5-9	64	74	50	40	33	33	55	45
10-14	79	105	80	58	53	58	98	58
15-19	244	214	149	137	153	145	153	111
20-24	325	285	212	162	173	166	155	150
25-29	434	410	288	278	250	262	262	262
30-34	632	531	504	436	480	399	525	463
35-39	886	835	739	754	708	718	874	938
40-44	1418	1454	1218	1181	1154	1151	1366	1458
45-49	1830	1908	1725	1703	1718	1680	2042	2169
50-54	2171	2330	2051	2076	2080	2056	2422	2796
55-59	2281	2434	2315	2393	2412	2552	2847	3072
60-64	2524	2411	2208	2248	2319	2318	2687	3014
65-69	3040	2814	2530	2464	2566	2519	2682	2850
70-74	2750	2670	2604	2610	2679	2678	2805	3130
75-79	2132	2259	2240	2316	2369	2398	2580	3052
80-84	1303	1363	1380	1485	1570	1649	1927	2201
>85	952	950	993	1080	1179	1238	1344	1786

ตารางที่ ก6 จำนวนการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิตที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	663	472	50	304	71	321	156	150
1	218	281	598	206	77	112	72	71
2	88	72	80	48	29	24	21	11
3	90	69	62	40	32	26	16	13
4	61	71	45	33	16	17	17	8
5-9	160	209	167	102	87	62	54	42
10-14	158	140	107	84	65	46	39	57
15-19	314	294	227	151	116	78	78	73
20-24	559	567	494	307	170	147	98	100
25-29	699	836	801	516	324	251	172	133
30-34	846	870	796	580	387	310	238	201
35-39	923	877	819	607	411	445	340	371
40-44	1238	1092	1040	892	599	578	531	556
45-49	1522	1455	1324	1139	856	901	732	866
50-54	1715	1725	1524	1254	994	1123	1016	1177
55-59	2272	2220	1920	1568	1123	1230	1101	1223
60-64	2758	2596	2286	1922	1520	1576	1580	1670
65-69	2756	2585	2377	2177	1872	2088	1972	2367
70-74	2408	2122	2029	1954	1709	1893	1992	2686
75-79	1952	1833	1615	1582	1395	1775	1836	2521
80-84	1625	1407	1346	1113	990	1338	1400	1910
>85	1689	1332	1199	1041	942	1238	1304	1961
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	98	79	71	61	49	72	55	12
1	29	38	31	33	15	26	22	29
2	16	24	18	7	11	11	13	7
3	12	20	7	0	22	15	11	13
4	7	9	11	11	4	9	24	15
5-9	37	55	42	33	40	38	47	22
10-14	38	79	62	67	55	49	45	40
15-19	71	65	64	45	61	52	57	64
20-24	96	94	94	76	83	54	73	73
25-29	155	168	133	96	108	99	99	89
30-34	238	227	181	200	175	137	166	154
35-39	365	335	323	313	279	273	317	286
40-44	616	569	517	532	490	529	543	572
45-49	938	869	796	826	788	741	829	941
50-54	1222	1195	1091	1030	1045	988	1085	1198
55-59	1425	1412	1276	1350	1372	1283	1423	1422
60-64	1682	1543	1491	1485	1509	1448	1701	1789
65-69	2392	2203	1999	2049	1959	1861	2007	2099
70-74	2508	2539	2402	2432	2473	2305	2547	2685
75-79	2304	2380	2267	2337	2428	2473	2661	3231
80-84	1607	1741	1649	1884	1976	1956	2375	2932
>85	1442	1548	1462	1666	1822	1816	2146	2955

ตารางที่ ก7 จำนวนการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	777	380	355	345	200	606	561	555
1	218	166	329	194	190	170	152	127
2	100	81	95	65	69	74	78	63
3	91	84	83	65	58	61	49	35
4	71	75	80	85	71	55	44	35
5-9	139	179	229	202	220	242	222	181
10-14	75	96	85	34	62	72	83	77
15-19	183	189	181	138	104	102	122	136
20-24	614	593	617	376	358	305	305	294
25-29	1441	1791	1947	1419	1296	1019	955	655
30-34	1426	1692	2133	1734	1725	1633	1490	1160
35-39	1055	1265	1518	1311	1289	1336	1285	1065
40-44	813	913	1051	926	929	960	996	891
45-49	695	758	874	692	721	773	791	758
50-54	702	639	733	616	681	706	756	796
55-59	915	875	897	781	768	805	858	892
60-64	1064	974	1079	1016	971	1122	1158	1288
65-69	1165	1003	1134	1210	1180	1423	1602	1743
70-74	963	862	939	1046	1173	1447	1649	2002
75-79	820	696	732	922	1040	1252	1526	2047
80-84	607	497	515	645	706	943	1123	1532
>85	410	398	392	500	619	800	1077	1432
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	514	291	352	341	320	283	307	229
1	104	173	170	155	139	121	165	157
2	54	85	106	72	59	62	118	103
3	30	82	75	70	44	54	69	54
4	35	52	67	52	64	33	69	46
5-9	169	179	142	150	153	153	142	113
10-14	79	104	124	112	120	135	110	117
15-19	125	135	130	122	135	127	141	133
20-24	207	198	198	153	153	172	164	175
25-29	485	499	438	337	319	288	332	277
30-34	808	931	754	688	554	522	542	529
35-39	783	983	921	803	814	759	744	706
40-44	780	986	895	852	893	801	894	859
45-49	717	956	916	952	906	942	1027	1022
50-54	752	940	943	905	1041	1087	1181	1163
55-59	779	1130	1035	1110	1203	1188	1398	1404
60-64	1012	1259	1185	1230	1312	1290	1505	1645
65-69	1481	1855	1771	1824	1844	1686	1920	1952
70-74	1805	1998	2043	2224	2361	2253	2433	2566
75-79	1737	2141	2044	2354	2382	2462	2673	3073
80-84	1291	1452	1561	1767	1917	1966	2374	2768
>85	1117	1342	1416	1519	1826	1950	2260	2787

ตารางที่ ก8 จำนวนการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	737	355	342	289	183	555	496	504
1	185	133	244	173	126	156	125	138
2	104	40	80	71	50	62	59	38
3	56	67	71	54	43	54	36	29
4	48	56	59	44	55	38	51	32
5-9	82	155	171	197	175	212	199	176
10-14	53	60	56	40	28	53	61	63
15-19	90	101	94	69	67	66	74	75
20-24	313	326	410	344	318	262	221	189
25-29	396	512	737	624	724	691	634	497
30-34	297	469	544	541	632	620	622	581
35-39	247	329	448	378	447	468	508	465
40-44	256	331	365	371	364	402	425	371
45-49	288	313	349	279	329	372	371	394
50-54	282	341	367	296	331	360	348	389
55-59	461	448	498	445	396	383	378	439
60-64	570	528	616	556	522	552	643	612
65-69	595	575	690	645	635	700	787	949
70-74	482	481	524	541	566	744	958	1110
75-79	420	402	410	482	520	688	814	1133
80-84	343	298	347	373	469	528	756	951
>85	347	288	389	411	503	669	881	1195
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	516	290	287	289	282	212	267	184
1	103	126	113	106	84	92	132	75
2	43	64	58	62	42	48	53	51
3	41	49	46	46	24	37	53	53
4	29	46	44	44	31	46	42	26
5-9	141	168	143	102	104	95	107	104
10-14	56	124	108	115	111	127	91	126
15-19	73	58	63	76	80	80	91	84
20-24	163	142	128	104	120	103	116	110
25-29	366	384	302	260	242	204	199	149
30-34	440	507	431	391	344	320	303	252
35-39	367	471	404	473	397	377	398	353
40-44	367	431	395	387	375	385	404	405
45-49	302	420	369	384	466	412	475	443
50-54	369	467	471	484	445	447	531	512
55-59	460	567	550	594	554	618	652	691
60-64	626	655	637	647	665	706	787	854
65-69	831	972	874	917	970	906	1003	1047
70-74	1001	1102	1102	1247	1243	1247	1409	1548
75-79	1046	1189	1115	1348	1389	1416	1677	2013
80-84	856	886	942	1140	1278	1276	1645	1972
>85	991	1150	1217	1407	1555	1694	2031	2573

ตารางที่ ก9 จำนวนการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.
2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	85	51	75	61	92	101	92	95
1	237	169	323	273	215	241	224	244
2	211	116	190	222	258	233	217	228
3	214	173	160	199	244	219	213	183
4	228	199	205	208	244	208	253	211
5-9	1123	793	723	915	989	894	949	886
10-14	1092	804	522	662	752	692	860	818
15-19	5705	4346	2727	3391	3316	3247	3718	4307
20-24	6655	5228	3521	4525	4608	4307	4638	5307
25-29	5172	4369	3516	4296	4354	4141	4240	4562
30-34	4264	3571	3008	3679	3920	3760	3816	3999
35-39	3392	3000	2658	3404	3377	3470	3503	3882
40-44	2494	2365	2071	2712	3000	2987	3131	3348
45-49	2018	1759	1581	2161	2320	2289	2551	2685
50-54	1416	1150	1122	1592	1707	1732	1931	2087
55-59	1250	1011	972	1226	1269	1229	1325	1447
60-64	947	791	763	1058	1110	1101	1188	1128
65-69	687	567	526	759	851	858	962	955
70-74	380	344	371	455	578	590	702	697
75-79	258	183	184	276	318	348	390	405
80-84	107	97	90	147	169	206	213	210
>85	73	55	56	80	122	138	157	146
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	115	110	104	116	118	113	93	85
1	204	363	440	350	399	360	383	368
2	195	427	404	334	363	368	352	329
3	194	355	370	339	339	283	303	301
4	216	388	358	324	306	324	257	267
5-9	977	1177	1207	1035	982	903	960	950
10-14	907	1447	1477	1457	1277	1415	1365	1347
15-19	4169	4176	4033	3873	3421	3447	3545	3197
20-24	4879	4891	4435	3879	3659	3449	3387	3240
25-29	4308	4409	4232	3934	3870	3620	3443	3271
30-34	3613	3836	3778	3617	3614	3430	3535	3617
35-39	3468	3647	3709	3582	3371	3361	3419	3419
40-44	3056	3498	3599	3521	3450	3449	3312	3407
45-49	2574	2914	3156	3091	3117	3096	3044	3302
50-54	2110	2362	2633	2540	2502	2673	2580	2829
55-59	1488	1792	2015	1941	1994	2185	2027	2115
60-64	1190	1315	1409	1389	1394	1554	1465	1613
65-69	952	1109	1308	1330	1229	1265	1135	1249
70-74	723	849	1002	1048	1026	1085	956	997
75-79	441	542	627	651	736	730	692	806
80-84	222	270	337	375	385	448	398	441
>85	137	155	223	226	280	275	220	255

ตารางที่ ก10 จำนวนการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.
2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	84	56	87	55	79	85	100	82
1	172	122	179	182	168	159	142	152
2	145	79	96	146	156	142	135	110
3	128	112	100	112	126	118	114	105
4	152	108	95	113	131	139	114	91
5-9	591	496	415	503	510	509	580	525
10-14	548	364	310	344	371	400	425	415
15-19	1051	877	590	750	729	667	747	742
20-24	907	761	580	752	678	716	748	703
25-29	879	730	586	736	705	715	753	759
30-34	822	668	588	807	737	756	773	793
35-39	750	657	532	720	822	748	738	786
40-44	638	526	486	680	735	672	702	763
45-49	553	499	389	521	639	606	658	670
50-54	412	345	299	442	530	502	566	524
55-59	391	341	292	382	433	360	429	396
60-64	359	306	271	386	415	395	422	356
65-69	278	228	223	314	329	318	379	366
70-74	172	155	125	218	255	264	316	307
75-79	124	92	100	166	196	198	237	211
80-84	75	52	72	102	145	147	153	157
>85	54	52	41	77	140	155	150	168
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	111	101	103	101	81	89	103	75
1	167	227	238	251	194	209	183	207
2	147	181	178	134	161	163	169	167
3	135	170	150	152	145	132	117	95
4	114	205	141	117	128	108	139	141
5-9	552	714	663	546	544	509	491	509
10-14	460	743	767	770	642	760	567	591
15-19	850	758	676	674	680	636	655	640
20-24	742	696	670	630	581	575	604	534
25-29	779	721	707	716	648	631	565	561
30-34	810	732	670	663	667	648	645	635
35-39	775	844	801	746	756	714	712	704
40-44	761	800	842	833	810	798	773	708
45-49	678	753	789	825	815	830	797	801
50-54	617	665	738	786	751	758	678	746
55-59	450	529	606	674	682	703	570	632
60-64	454	437	532	522	556	579	482	560
65-69	412	444	513	555	540	573	421	426
70-74	380	397	544	514	512	545	383	384
75-79	254	298	402	454	482	457	329	407
80-84	159	192	288	322	323	394	251	289
>85	140	189	294	259	319	367	201	281



ภาคผนวก ข
จำนวนการประชารกกลางปี
เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข1 จำนวนประชากรกลางปีเพศชาย ปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	446395	417952	387546	397981	394574	376681	371193	363865
1	476816	479675	478078	463199	434937	421429	411078	399852
2	475759	477240	482617	483756	468112	438589	424590	413498
3	483949	479825	482082	487002	489171	472221	440970	425684
4	486322	485992	482544	484801	493774	495816	474954	441861
5-9	2301507	2352721	2400617	2429073	2448195	2463999	2473566	2458968
10-14	2516074	2450906	2388664	2348782	2336463	2351506	2387743	2425317
15-19	2761849	2729151	2699432	2656358	2598104	2539909	2473290	2407060
20-24	2856641	2826367	2801269	2773598	2746980	2715093	2681441	2648863
25-29	2906119	2919173	2896003	2857047	2817405	2775304	2752470	2728082
30-34	2707125	2751108	2793164	2807687	2789285	2786178	2795407	2774301
35-39	2310447	2379221	2457704	2523872	2567361	2601084	2635460	2671390
40-44	1843546	1937522	2013024	2094944	2170118	2220558	2280563	2353480
45-49	1418891	1495045	1571867	1635210	1695644	1779185	1862815	1929168
50-54	1059863	1088910	1136680	1198898	1270966	1350020	1423764	1498673
55-59	939664	958592	966821	966948	973303	987330	1014924	1061501
60-64	764115	789335	810453	832702	845463	853819	871275	880262
65-69	541125	570234	600137	623113	644786	668277	691967	712146
70-74	340532	360022	383331	407818	431274	450390	474943	501095
75-79	203384	211624	223520	236697	246700	258647	274189	293560
80-84	113192	120247	126957	127874	129176	135556	141605	150363
>85	120268	118489	117103	120660	119624	120554	126871	128423
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	376966	394991	392355	386732	381621	380912	378074	380630
1	399505	406498	410496	406070	405110	401732	396020	388794
2	402762	402462	408012	412197	407348	406143	403343	397612
3	414702	404715	403625	409348	412882	407608	406922	404281
4	427051	416885	405761	404884	409963	412965	408156	407545
5-9	2416371	2356138	2272033	2178981	2106905	2071486	2055328	2045403
10-14	2448738	2464364	2479394	2487950	2472916	2428411	2363911	2277724
15-19	2363750	2347695	2357373	2389347	2424665	2448434	2464044	2477049
20-24	2604290	2551123	2494386	2425699	2361971	2326306	2313850	2321834
25-29	2696633	2681024	2667963	2635859	2605932	2572119	2524185	2473098
30-34	2738754	2714319	2689022	2665579	2646897	2635330	2633725	2625557
35-39	2682036	2674714	2687866	2693072	2669088	2649752	2640981	2624144
40-44	2414242	2462211	2504546	2529756	2555630	2575085	2579647	2598416
45-49	2001510	2074065	2127036	2175890	2234992	2298403	2354399	2400098
50-54	1559260	1619952	1700949	1768989	1817162	1885244	1960190	2014312
55-59	1120106	1191246	1269925	1333003	1394744	1450396	1508722	1585701
60-64	880205	888970	905200	925495	960864	1015815	1086134	1161089
65-69	732612	746544	756224	766053	766706	766945	778676	796160
70-74	520746	540065	560890	575929	586199	602878	617244	627672
75-79	313990	333533	349427	365755	381323	395181	410699	427075
80-84	159749	166981	176150	185383	196289	209940	223710	235416
>85	122822	121878	128897	131687	132751	134883	138987	148722

ตารางที่ ข2 จำนวนประชากรกลางปีเพศหญิง ปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	421368	393566	365278	374574	371558	355119	349115	342098
1	450169	453124	450753	436907	409585	397261	387691	376522
2	449337	450751	456124	456393	441771	413322	400478	390158
3	458439	453461	455718	460601	461757	446123	415976	401736
4	459725	460534	456342	458655	467391	468389	449009	417236
5-9	2184263	2230347	2275867	2303051	2320582	2335749	2344082	2328956
10-14	2407335	2343977	2281930	2240003	2225772	2237699	2269522	2304410
15-19	2662851	2631259	2603476	2561918	2505060	2447601	2381260	2314012
20-24	2802451	2774690	2748385	2716836	2690879	2663602	2630192	2596360
25-29	2891972	2910364	2891791	2856210	2819727	2774893	2744389	2714977
30-34	2731692	2787308	2841166	2864726	2851689	2853455	2864343	2839425
35-39	2357235	2427263	2509809	2588829	2647608	2695216	2742110	2788071
40-44	1917647	2018413	2099947	2187947	2269008	2323036	2384663	2461232
45-49	1476108	1563445	1652949	1728280	1802712	1900819	1992985	2066048
50-54	1102686	1138270	1191556	1264400	1352856	1446614	1533187	1622128
55-59	1000648	1019874	1029917	1032883	1045418	1067154	1101865	1155636
60-64	845833	874842	899425	924471	943544	955185	972501	983857
65-69	625349	660711	695766	725221	755207	786870	815726	840108
70-74	412928	439019	469765	501583	532194	560167	591980	624542
75-79	266611	276785	291267	308602	324703	343286	365852	393134
80-84	164073	174361	182936	184504	187792	197075	205195	217086
>85	182595	181803	180727	185437	185028	188391	197957	200853
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	355156	372855	374574	367744	363247	358278	356231	359024
1	376274	383445	387921	382253	381008	378618	372906	366629
2	379428	379342	385190	389340	383678	382602	380347	374712
3	391678	381667	380658	386237	390220	384606	383626	381422
4	403481	394101	382903	381667	386962	390804	385291	384349
5-9	2288142	2230676	2150666	2060992	1991488	1959231	1944458	1934158
10-14	2326198	2340300	2354108	2360550	2345220	2303046	2241287	2159235
15-19	2268536	2250595	2256694	2283271	2315222	2337213	2350680	2361942
20-24	2551534	2498630	2716836	2377415	2314080	2273998	2256212	2261578
25-29	2681667	2662071	2641213	2606090	2575519	2540383	2491646	2439182
30-34	2798360	2768256	2733832	2700895	2673441	2652444	2640568	2623509
35-39	2803986	2794950	2805012	2808603	2779124	2749316	2729660	2699891
40-44	2533558	2594387	2647565	2684629	2719698	2741405	2741479	2755660
45-49	2144913	2222177	2276705	2328556	2392649	2466415	2533468	2588541
50-54	1696623	1771570	1865763	1943965	2000437	2074807	2154804	2211828
55-59	1227326	1314196	1405972	1482963	1559446	1627162	1698096	1789555
60-64	987434	999920	1020424	1048033	1090934	1158324	1244573	1333697
65-69	864754	883660	894150	904943	908070	908901	921574	942536
70-74	652546	679348	706508	729012	745748	765720	783170	793728
75-79	421889	448569	472694	498893	523004	543383	564489	586958
80-84	231270	243534	257872	274668	294434	315630	335742	354442
>85	195155	195599	206312	213436	218528	223132	230048	244864



ภาคผนวก ค

คำพยากรณ์อัถรมรณะ จำแนกตามสาเหตุการตาย

เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค1 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในโรคติดเชื้อและปรสิต เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00035	0.00041	0.00046	0.00049	0.00052	0.00054	0.00055	0.00056	0.00057	0.00058
1	0.00033	0.00034	0.00034	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00036	0.00036	0.00036
2	0.00024	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00026	0.00026	0.00026
3	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
4	0.00012	0.00013	0.00013	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
5-9	0.00007	0.00008	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010
10-14	0.00009	0.00009	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010
15-19	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00009	0.00009
20-24	0.00013	0.00014	0.00014	0.00014	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015
25-29	0.00029	0.00031	0.00034	0.00035	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038	0.00038	0.00038
30-34	0.00062	0.00069	0.00075	0.00079	0.00082	0.00084	0.00086	0.00087	0.00088	0.00088
35-39	0.00086	0.00095	0.00102	0.00107	0.00111	0.00113	0.00115	0.00116	0.00117	0.00118
40-44	0.00095	0.00103	0.00108	0.00112	0.00115	0.00117	0.00118	0.00119	0.00120	0.00120
45-49	0.00107	0.00114	0.00118	0.00122	0.00125	0.00126	0.00127	0.00128	0.00128	0.00128
50-54	0.00124	0.00130	0.00134	0.00138	0.00140	0.00141	0.00142	0.00142	0.00143	0.00143
55-59	0.00154	0.00160	0.00163	0.00167	0.00169	0.00170	0.00171	0.00171	0.00171	0.00171
60-64	0.00197	0.00204	0.00207	0.00212	0.00213	0.00214	0.00215	0.00215	0.00216	0.00216
65-69	0.00282	0.00293	0.00299	0.00306	0.00309	0.00310	0.00312	0.00312	0.00313	0.00313
70-74	0.00433	0.00458	0.00471	0.00487	0.00493	0.00497	0.00500	0.00502	0.00503	0.00504
75-79	0.00659	0.00695	0.00715	0.00739	0.00748	0.00754	0.00759	0.00761	0.00763	0.00764
80-84	0.00962	0.01021	0.01052	0.01093	0.01108	0.01117	0.01124	0.01128	0.01130	0.01131
>85	0.01343	0.01432	0.01471	0.01536	0.01555	0.01566	0.01575	0.01579	0.01581	0.01583

ตารางที่ ค2 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในโรคติดเชื้อและปรสิต เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00078	0.00088	0.00100	0.00108	0.00108	0.00111	0.00126	0.00135	0.00186	0.00274
1	0.00028	0.00028	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00030	0.00032
2	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00015	0.00016
3	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014
4	0.00011	0.00012	0.00012	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014	0.00015	0.00017
5-9	0.00010	0.00011	0.00012	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014	0.00015	0.00018	0.00023
10-14	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00005	0.00005
15-19	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
20-24	0.00017	0.00019	0.00020	0.00021	0.00021	0.00022	0.00024	0.00025	0.00031	0.00041
25-29	0.00039	0.00044	0.00051	0.00055	0.00056	0.00059	0.00069	0.00076	0.00105	0.00155
30-34	0.00043	0.00048	0.00054	0.00058	0.00060	0.00064	0.00074	0.00082	0.00106	0.00143
35-39	0.00037	0.00040	0.00044	0.00046	0.00048	0.00051	0.00057	0.00063	0.00075	0.00093
40-44	0.00034	0.00036	0.00038	0.00040	0.00041	0.00043	0.00047	0.00051	0.00057	0.00066
45-49	0.00036	0.00037	0.00039	0.00040	0.00041	0.00043	0.00045	0.00048	0.00051	0.00055
50-54	0.00047	0.00048	0.00049	0.00050	0.00051	0.00053	0.00055	0.00057	0.00060	0.00062
55-59	0.00066	0.00067	0.00068	0.00069	0.00071	0.00073	0.00076	0.00079	0.00081	0.00083
60-64	0.00100	0.00101	0.00102	0.00103	0.00106	0.00110	0.00113	0.00118	0.00119	0.00121
65-69	0.00140	0.00141	0.00143	0.00145	0.00150	0.00156	0.00162	0.00170	0.00171	0.00173
70-74	0.00198	0.00199	0.00201	0.00204	0.00212	0.00222	0.00230	0.00243	0.00243	0.00244
75-79	0.00282	0.00284	0.00288	0.00293	0.00305	0.00322	0.00336	0.00357	0.00359	0.00362
80-84	0.00372	0.00375	0.00380	0.00388	0.00407	0.00432	0.00454	0.00486	0.00488	0.00490
>85	0.00425	0.00424	0.00427	0.00435	0.00462	0.00498	0.00524	0.00569	0.00554	0.00537

ตารางที่ ค3 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในเนื้องอก เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00006	0.00007	0.00005	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
1	0.00008	0.00010	0.00006	0.00006	0.00008	0.00007	0.00006	0.00007	0.00007	0.00007
2	0.00018	0.00019	0.00016	0.00017	0.00019	0.00018	0.00018	0.00019	0.00019	0.00019
3	0.00012	0.00013	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012
4	0.00010	0.00011	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010
5-9	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
10-14	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
15-19	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
20-24	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007
25-29	0.00010	0.00010	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
30-34	0.00020	0.00020	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019
35-39	0.00040	0.00040	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039
40-44	0.00075	0.00076	0.00075	0.00075	0.00076	0.00075	0.00075	0.00076	0.00076	0.00075
45-49	0.00136	0.00138	0.00135	0.00136	0.00137	0.00137	0.00137	0.00137	0.00137	0.00137
50-54	0.00232	0.00235	0.00232	0.00234	0.00236	0.00235	0.00235	0.00236	0.00236	0.00236
55-59	0.00375	0.00380	0.00375	0.00378	0.00382	0.00380	0.00380	0.00382	0.00382	0.00382
60-64	0.00529	0.00537	0.00535	0.00540	0.00544	0.00543	0.00543	0.00545	0.00545	0.00545
65-69	0.00717	0.00728	0.00729	0.00738	0.00742	0.00742	0.00743	0.00745	0.00745	0.00745
70-74	0.00853	0.00869	0.00879	0.00893	0.00897	0.00899	0.00901	0.00902	0.00903	0.00903
75-79	0.01011	0.01021	0.01069	0.01086	0.01078	0.01090	0.01094	0.01088	0.01088	0.01090
80-84	0.01040	0.01040	0.01149	0.01168	0.01138	0.01166	0.01174	0.01154	0.01156	0.01160
>85	0.00843	0.00850	0.00945	0.00968	0.00946	0.00971	0.00978	0.00962	0.00964	0.00967

ตารางที่ ค4 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในเนื้องอก เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00004	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00007
1	0.00021	0.00017	0.00025	0.00016	0.00018	0.00013	0.00013	0.00010	0.00010	0.00008
2	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00008	0.00008	0.00010
3	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00008
4	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00009
5-9	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006
10-14	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005	0.00005
15-19	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005
20-24	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006	0.00005
25-29	0.00017	0.00016	0.00017	0.00015	0.00015	0.00014	0.00014	0.00013	0.00012	0.00011
30-34	0.00021	0.00021	0.00022	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021
35-39	0.00031	0.00031	0.00032	0.00033	0.00033	0.00034	0.00034	0.00035	0.00035	0.00037
40-44	0.00053	0.00053	0.00054	0.00055	0.00056	0.00056	0.00056	0.00058	0.00059	0.00061
45-49	0.00083	0.00084	0.00085	0.00086	0.00087	0.00089	0.00089	0.00092	0.00093	0.00097
50-54	0.00127	0.00129	0.00130	0.00133	0.00134	0.00137	0.00137	0.00141	0.00144	0.00149
55-59	0.00175	0.00179	0.00181	0.00187	0.00189	0.00195	0.00196	0.00204	0.00211	0.00222
60-64	0.00213	0.00219	0.00222	0.00232	0.00235	0.00245	0.00246	0.00259	0.00270	0.00289
65-69	0.00233	0.00243	0.00250	0.00264	0.00271	0.00286	0.00287	0.00310	0.00327	0.00362
70-74	0.00202	0.00216	0.00222	0.00245	0.00254	0.00279	0.00280	0.00317	0.00346	0.00404
75-79	0.00192	0.00209	0.00214	0.00243	0.00253	0.00284	0.00286	0.00333	0.00370	0.00446
80-84	0.00168	0.00184	0.00192	0.00219	0.00230	0.00260	0.00262	0.00310	0.00348	0.00430
>85	0.00105	0.00118	0.00128	0.00151	0.00162	0.00190	0.00192	0.00241	0.00283	0.00379

ตารางที่ ค5 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในโรกระบบไหลเวียนโลหิต เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00009	0.00010	0.00010	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00012
1	0.00009	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
2	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
3	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
4	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
5-9	0.00002	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
10-14	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
15-19	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
20-24	0.00006	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005
25-29	0.00009	0.00007	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
30-34	0.00015	0.00012	0.00012	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011
35-39	0.00026	0.00022	0.00021	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020
40-44	0.00044	0.00039	0.00038	0.00038	0.00037	0.00037	0.00037	0.00037	0.00037	0.00036
45-49	0.00073	0.00066	0.00065	0.00064	0.00063	0.00063	0.00063	0.00063	0.00063	0.00062
50-54	0.00113	0.00103	0.00101	0.00100	0.00099	0.00099	0.00098	0.00098	0.00098	0.00098
55-59	0.00168	0.00157	0.00154	0.00153	0.00151	0.00151	0.00150	0.00150	0.00150	0.00150
60-64	0.00226	0.00211	0.00208	0.00207	0.00205	0.00204	0.00204	0.00204	0.00204	0.00204
65-69	0.00317	0.00301	0.00297	0.00295	0.00293	0.00293	0.00292	0.00292	0.00292	0.00292
70-74	0.00436	0.00423	0.00420	0.00419	0.00417	0.00417	0.00417	0.00417	0.00417	0.00417
75-79	0.00602	0.00587	0.00584	0.00583	0.00582	0.00581	0.00581	0.00581	0.00581	0.00581
80-84	0.00777	0.00760	0.00756	0.00754	0.00752	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751
>85	0.00870	0.00865	0.00861	0.00859	0.00858	0.00857	0.00857	0.00856	0.00856	0.00856

ตารางที่ ค6 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในโรกระบบไหลเวียนโลหิต เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

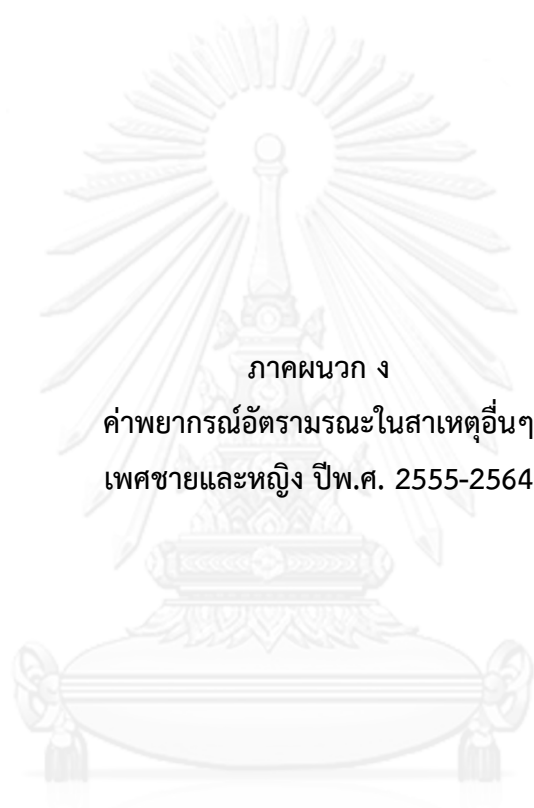
อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00022	0.00021	0.00027	0.00032	0.00033	0.00038	0.00034	0.00035	0.00025	0.00022
1	0.00039	0.00042	0.00028	0.00025	0.00016	0.00015	0.00012	0.00013	0.00009	0.00009
2	0.00010	0.00010	0.00008	0.00007	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.00004	0.00003
3	0.00010	0.00010	0.00008	0.00007	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.00004	0.00004
4	0.00008	0.00008	0.00006	0.00005	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
5-9	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
10-14	0.00004	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00003	0.00002	0.00002
15-19	0.00006	0.00007	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
20-24	0.00011	0.00011	0.00008	0.00008	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.00004	0.00004
25-29	0.00015	0.00016	0.00012	0.00011	0.00008	0.00008	0.00006	0.00007	0.00005	0.00005
30-34	0.00019	0.00019	0.00015	0.00014	0.00010	0.00010	0.00008	0.00009	0.00007	0.00007
35-39	0.00024	0.00024	0.00020	0.00019	0.00015	0.00015	0.00013	0.00014	0.00012	0.00012
40-44	0.00039	0.00040	0.00034	0.00032	0.00026	0.00026	0.00023	0.00024	0.00021	0.00021
45-49	0.00065	0.00067	0.00057	0.00055	0.00046	0.00046	0.00041	0.00043	0.00037	0.00037
50-54	0.00101	0.00103	0.00090	0.00087	0.00074	0.00074	0.00067	0.00069	0.00060	0.00060
55-59	0.00150	0.00152	0.00136	0.00132	0.00114	0.00114	0.00104	0.00108	0.00095	0.00094
60-64	0.00217	0.00220	0.00200	0.00194	0.00173	0.00173	0.00160	0.00165	0.00149	0.00148
65-69	0.00309	0.00312	0.00293	0.00288	0.00265	0.00266	0.00252	0.00257	0.00238	0.00236
70-74	0.00411	0.00413	0.00397	0.00393	0.00372	0.00373	0.00359	0.00365	0.00346	0.00344
75-79	0.00556	0.00557	0.00547	0.00545	0.00528	0.00531	0.00518	0.00523	0.00504	0.00501
80-84	0.00738	0.00740	0.00727	0.00723	0.00708	0.00708	0.00698	0.00702	0.00690	0.00689
>85	0.00749	0.00750	0.00751	0.00747	0.00759	0.00753	0.00766	0.00761	0.00786	0.00793

ตารางที่ ค7 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00030	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029
1	0.00112	0.00105	0.00097	0.00102	0.00103	0.00098	0.00098	0.00099	0.00097	0.00096
2	0.00098	0.00093	0.00091	0.00093	0.00093	0.00092	0.00092	0.00092	0.00091	0.00091
3	0.00076	0.00074	0.00075	0.00075	0.00075	0.00076	0.00076	0.00076	0.00076	0.00076
4	0.00073	0.00071	0.00072	0.00072	0.00072	0.00073	0.00073	0.00073	0.00073	0.00073
5-9	0.00042	0.00042	0.00045	0.00044	0.00043	0.00045	0.00045	0.00044	0.00045	0.00045
10-14	0.00047	0.00047	0.00051	0.00049	0.00049	0.00051	0.00051	0.00050	0.00051	0.00052
15-19	0.00114	0.00120	0.00135	0.00127	0.00126	0.00134	0.00134	0.00133	0.00137	0.00139
20-24	0.00125	0.00131	0.00146	0.00138	0.00137	0.00145	0.00145	0.00144	0.00148	0.00149
25-29	0.00128	0.00132	0.00141	0.00136	0.00135	0.00140	0.00140	0.00139	0.00142	0.00142
30-34	0.00123	0.00126	0.00132	0.00128	0.00128	0.00131	0.00131	0.00131	0.00132	0.00133
35-39	0.00120	0.00123	0.00128	0.00125	0.00125	0.00127	0.00127	0.00127	0.00128	0.00129
40-44	0.00127	0.00128	0.00133	0.00131	0.00130	0.00133	0.00133	0.00133	0.00134	0.00134
45-49	0.00127	0.00129	0.00135	0.00132	0.00131	0.00135	0.00134	0.00134	0.00135	0.00136
50-54	0.00134	0.00135	0.00140	0.00137	0.00137	0.00139	0.00139	0.00139	0.00140	0.00141
55-59	0.00136	0.00137	0.00142	0.00139	0.00139	0.00141	0.00141	0.00141	0.00142	0.00143
60-64	0.00140	0.00141	0.00145	0.00143	0.00143	0.00145	0.00145	0.00144	0.00145	0.00145
65-69	0.00151	0.00151	0.00156	0.00154	0.00154	0.00156	0.00156	0.00156	0.00157	0.00157
70-74	0.00171	0.00168	0.00169	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170
75-79	0.00174	0.00172	0.00176	0.00175	0.00175	0.00177	0.00177	0.00176	0.00177	0.00177
80-84	0.00197	0.00192	0.00192	0.00194	0.00193	0.00193	0.00193	0.00193	0.00193	0.00193
>85	0.00193	0.00184	0.00180	0.00184	0.00184	0.00181	0.00181	0.00182	0.00181	0.00180

ตารางที่ ค8 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย เพศหญิงในปีพ.ศ.
2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00021
1	0.00037	0.00036	0.00036	0.00036	0.00036	0.00036	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038
2	0.00027	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00027	0.00027	0.00028
3	0.00025	0.00023	0.00022	0.00023	0.00023	0.00024	0.00024	0.00025	0.00025	0.00026
4	0.00025	0.00023	0.00022	0.00022	0.00023	0.00024	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026
5-9	0.00022	0.00021	0.00020	0.00020	0.00020	0.00021	0.00021	0.00022	0.00022	0.00023
10-14	0.00017	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00016	0.00016	0.00017	0.00017	0.00017
15-19	0.00030	0.00028	0.00027	0.00027	0.00028	0.00029	0.00029	0.00030	0.00031	0.00031
20-24	0.00027	0.00026	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00027	0.00027	0.00027
25-29	0.00025	0.00024	0.00023	0.00023	0.00024	0.00024	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025
30-34	0.00026	0.00025	0.00024	0.00024	0.00024	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00026
35-39	0.00027	0.00026	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00027	0.00027	0.00027
40-44	0.00028	0.00027	0.00026	0.00027	0.00027	0.00027	0.00028	0.00028	0.00028	0.00028
45-49	0.00031	0.00029	0.00028	0.00029	0.00029	0.00030	0.00030	0.00031	0.00031	0.00031
50-54	0.00032	0.00030	0.00030	0.00030	0.00030	0.00031	0.00031	0.00032	0.00032	0.00033
55-59	0.00034	0.00033	0.00032	0.00032	0.00032	0.00033	0.00033	0.00034	0.00034	0.00035
60-64	0.00037	0.00035	0.00035	0.00035	0.00036	0.00036	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038
65-69	0.00039	0.00037	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038	0.00038	0.00038	0.00039	0.00040
70-74	0.00038	0.00036	0.00036	0.00036	0.00037	0.00037	0.00037	0.00038	0.00039	0.00040
75-79	0.00044	0.00042	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00044	0.00045	0.00046
80-84	0.00047	0.00046	0.00049	0.00049	0.00049	0.00048	0.00047	0.00048	0.00048	0.00050
>85	0.00039	0.00038	0.00042	0.00041	0.00041	0.00040	0.00039	0.00039	0.00040	0.00043



ภาคผนวก ง

คำพยากรณ์อัถรามรณะในสาเหตุอื่นๆ

เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ง1 ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในสาเหตุอื่นๆ เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.0072	0.0070	0.0068	0.0067	0.0065	0.0064	0.0063	0.0062	0.0061	0.0060
1	0.0017	0.0017	0.0018	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0016
2	0.0010	0.0009	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009
3	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
4	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
5-9	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
10-14	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
15-19	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016
20-24	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023
25-29	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
30-34	0.0042	0.0042	0.0041	0.0041	0.0040	0.0040	0.0040	0.0039	0.0039	0.0039
35-39	0.0048	0.0048	0.0047	0.0046	0.0046	0.0046	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045
40-44	0.0055	0.0054	0.0054	0.0053	0.0053	0.0052	0.0052	0.0052	0.0051	0.0051
45-49	0.0063	0.0063	0.0063	0.0062	0.0062	0.0061	0.0061	0.0060	0.0060	0.0060
50-54	0.0085	0.0085	0.0085	0.0084	0.0084	0.0083	0.0083	0.0082	0.0082	0.0082
55-59	0.0115	0.0115	0.0115	0.0114	0.0114	0.0113	0.0113	0.0112	0.0112	0.0111
60-64	0.0153	0.0154	0.0154	0.0153	0.0152	0.0151	0.0151	0.0150	0.0150	0.0149
65-69	0.0234	0.0234	0.0233	0.0231	0.0230	0.0229	0.0228	0.0227	0.0226	0.0225
>70	0.0849	0.0845	0.0842	0.0838	0.0835	0.0833	0.0832	0.0830	0.0829	0.0827

ตารางที่ ง2 ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในสาเหตุอื่นๆ เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00936	0.00915	0.00880	0.00851	0.00839	0.00816	0.00800	0.00780	0.00741	0.00651
1	0.00111	0.00107	0.00124	0.00137	0.00151	0.00154	0.00159	0.00157	0.00163	0.00161
2	0.00119	0.00116	0.00118	0.00117	0.00120	0.00118	0.00118	0.00115	0.00114	0.00111
3	0.00091	0.00088	0.00092	0.00091	0.00094	0.00092	0.00093	0.00091	0.00090	0.00088
4	0.00091	0.00088	0.00091	0.00091	0.00093	0.00092	0.00092	0.00090	0.00088	0.00084
5-9	0.00066	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	0.00063	0.00062	0.00061	0.00058	0.00052
10-14	0.00066	0.00065	0.00066	0.00066	0.00067	0.00066	0.00066	0.00065	0.00065	0.00064
15-19	0.00171	0.00169	0.00172	0.00172	0.00173	0.00173	0.00173	0.00172	0.00173	0.00172
20-24	0.00212	0.00209	0.00213	0.00213	0.00217	0.00216	0.00216	0.00214	0.00209	0.00200
25-29	0.00257	0.00251	0.00251	0.00250	0.00254	0.00252	0.00245	0.00237	0.00211	0.00162
30-34	0.00302	0.00294	0.00296	0.00294	0.00297	0.00293	0.00286	0.00276	0.00255	0.00217
35-39	0.00334	0.00328	0.00330	0.00328	0.00332	0.00327	0.00324	0.00315	0.00305	0.00285
40-44	0.00366	0.00360	0.00367	0.00367	0.00374	0.00370	0.00370	0.00361	0.00359	0.00347
45-49	0.00426	0.00418	0.00432	0.00432	0.00445	0.00440	0.00445	0.00434	0.00438	0.00429
50-54	0.00550	0.00540	0.00560	0.00560	0.00580	0.00573	0.00582	0.00568	0.00578	0.00569
55-59	0.00720	0.00706	0.00731	0.00728	0.00755	0.00743	0.00757	0.00734	0.00748	0.00733
60-64	0.01106	0.01086	0.01117	0.01110	0.01142	0.01122	0.01139	0.01106	0.01122	0.01099
65-69	0.01573	0.01548	0.01569	0.01554	0.01580	0.01550	0.01566	0.01517	0.01530	0.01492
>70	0.04104	0.04067	0.04076	0.04041	0.04052	0.04000	0.04005	0.03932	0.03928	0.03862

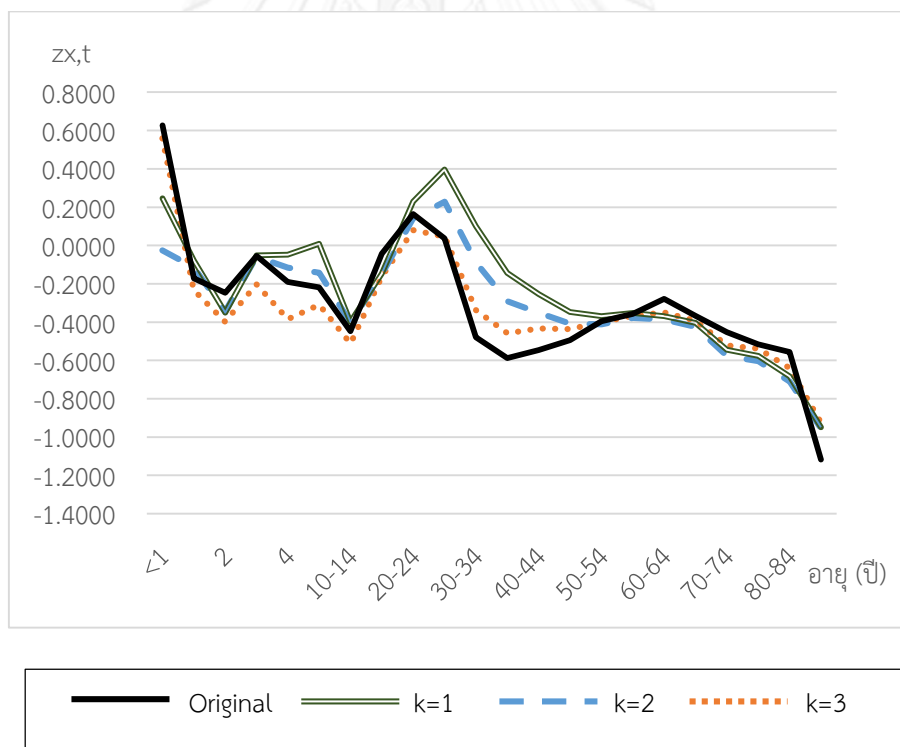




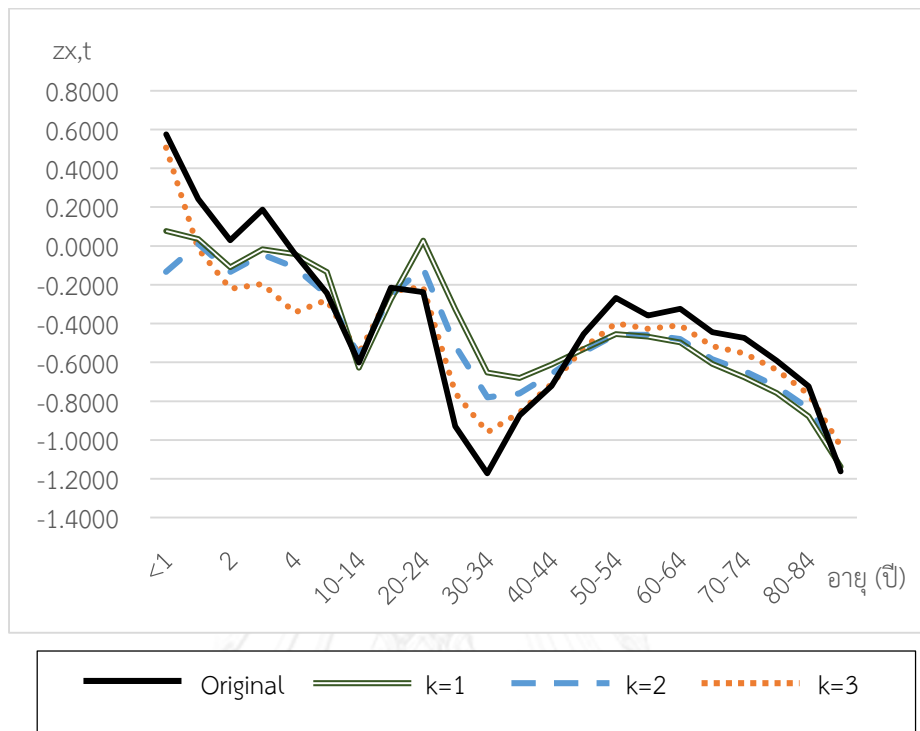
การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบ (Truncated SVD) ต้องเลือกค่า k ที่เหมาะสมในการประมาณค่าเมทริกซ์ ซึ่งค่า k ที่ใช้ยิ่งสูงการประมาณค่าด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานจะใกล้เคียงมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การเลือกค่า k ที่สูงจะทำให้ใช้เวลาในการวิเคราะห์มากขึ้น จึงจำเป็นต้องเลือกค่า k ที่เหมาะสมกับระยะเวลาในการศึกษาและไม่คลาดเคลื่อนมากนัก

ในการศึกษานี้ ได้ทำการเลือกค่า k จากการพิจารณารูปของ $z_{x,t}$ เปรียบเทียบกับค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ เมื่อเลือกค่า k เท่ากับ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยใช้ข้อมูลของปีพ.ศ. 2539 จำแนกตามสาเหตุการตาย เพศ และกลุ่มอายุ ผลการศึกษาพบว่า การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบโดยเลือกค่า $k=3$ ให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุด อย่างไรก็ตาม โดยส่วนใหญ่แล้วการเลือกค่า $k=2$ ให้ผลไม่ต่างจากการเลือกค่า $k=3$ มากนัก ดังนั้น เพื่อเป็นการลดเวลาในการวิเคราะห์ จึงเลือกค่า $k=2$ ในการประมาณค่า $z_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบ

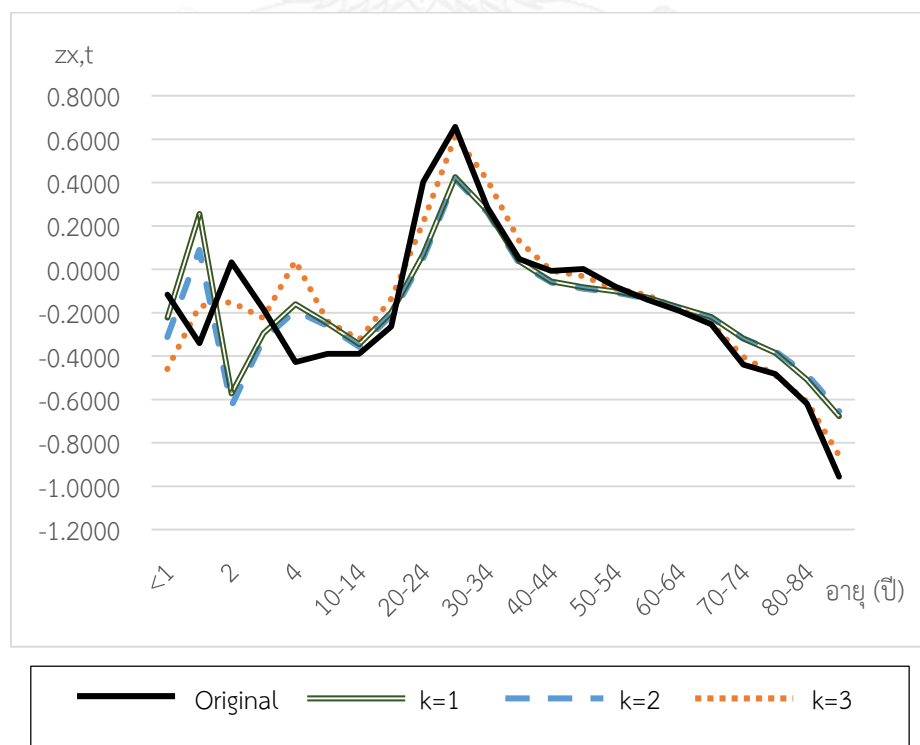
รูปที่ ๑1 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคติดเชื้อและปรสิตเพศชาย



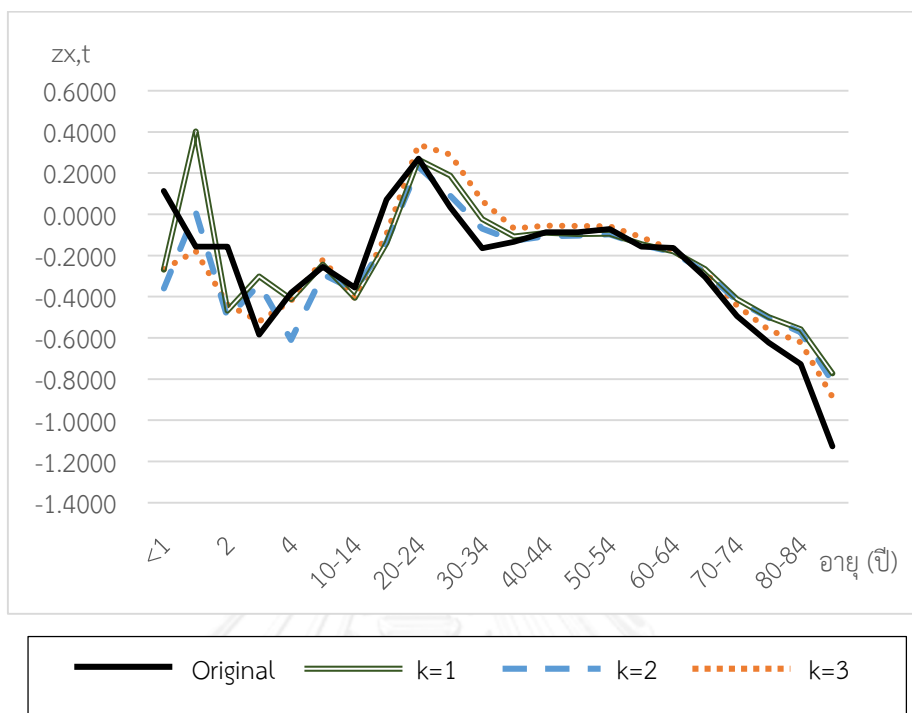
รูปที่ จ2 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคติดเชื้อและปรสิต เพศหญิง



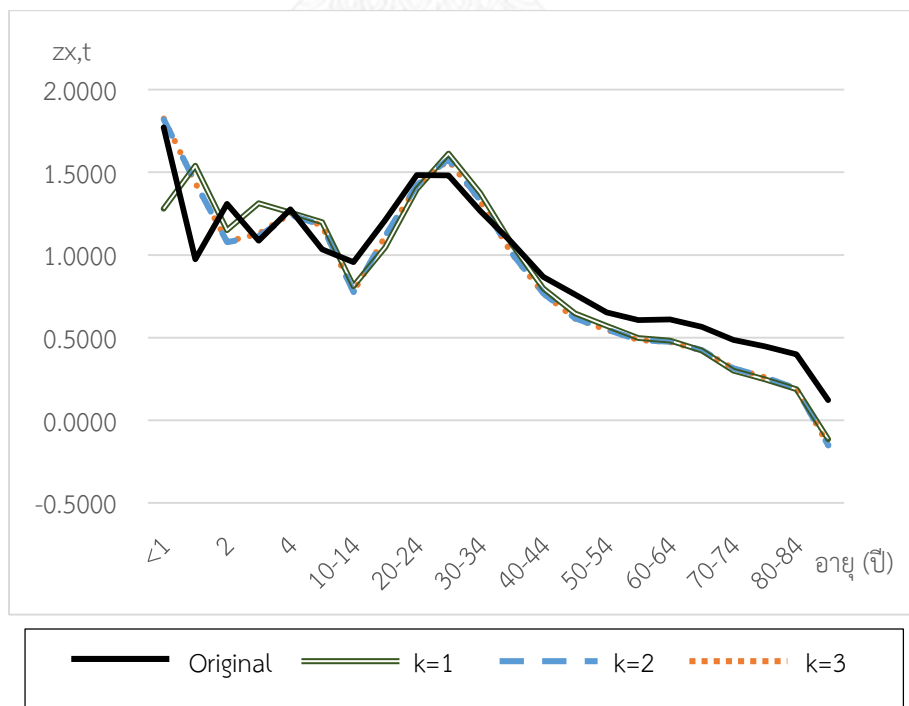
รูปที่ จ3 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในเนื้องอก เพศชาย



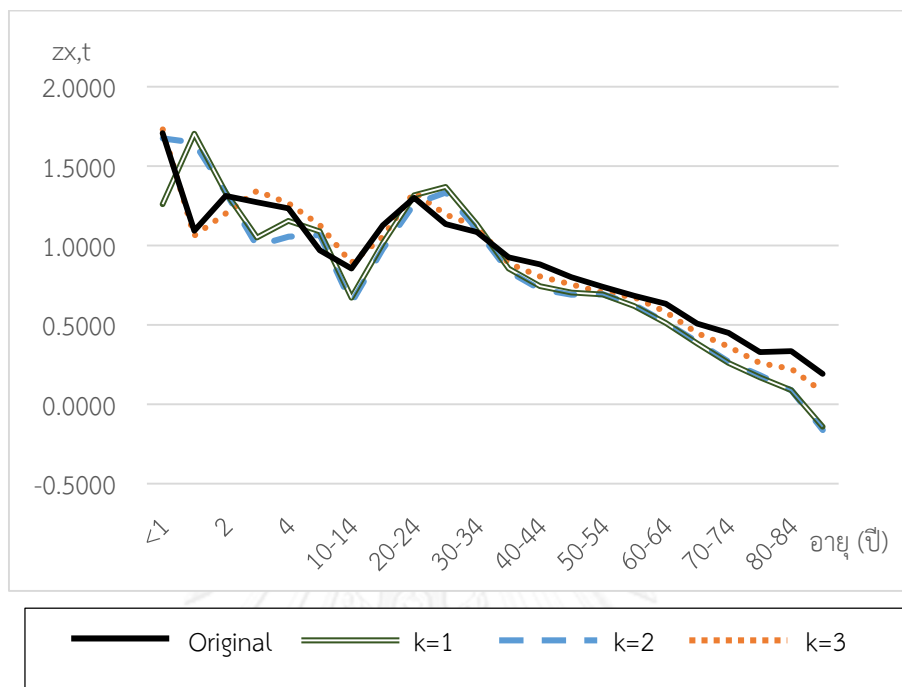
รูปที่ จ4 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในเนื้องอก เพศหญิง



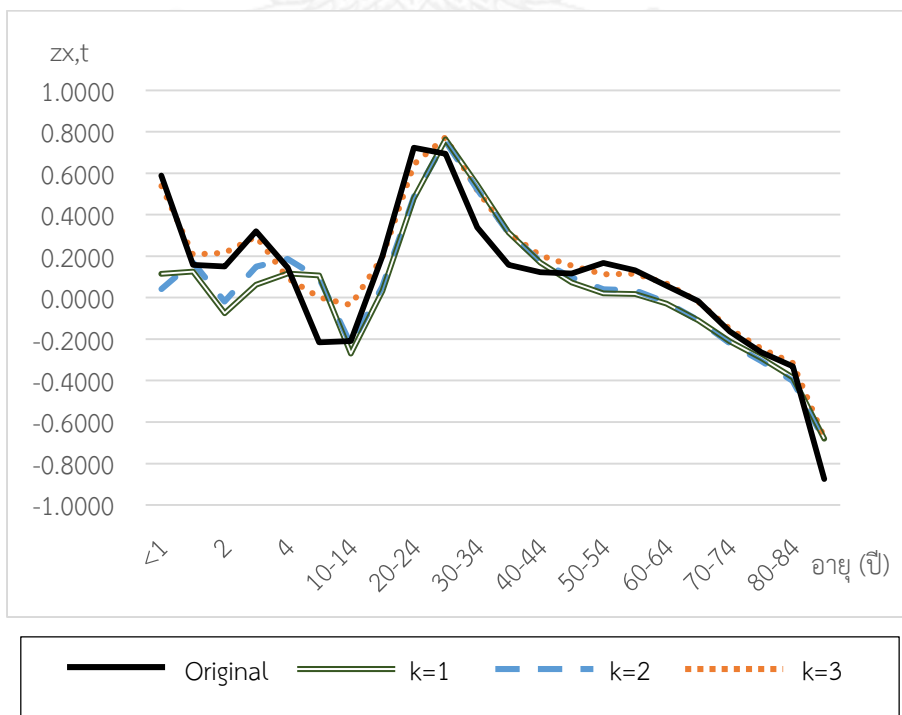
รูปที่ จ5 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคระบบไหลเวียนโลหิต เพศชาย



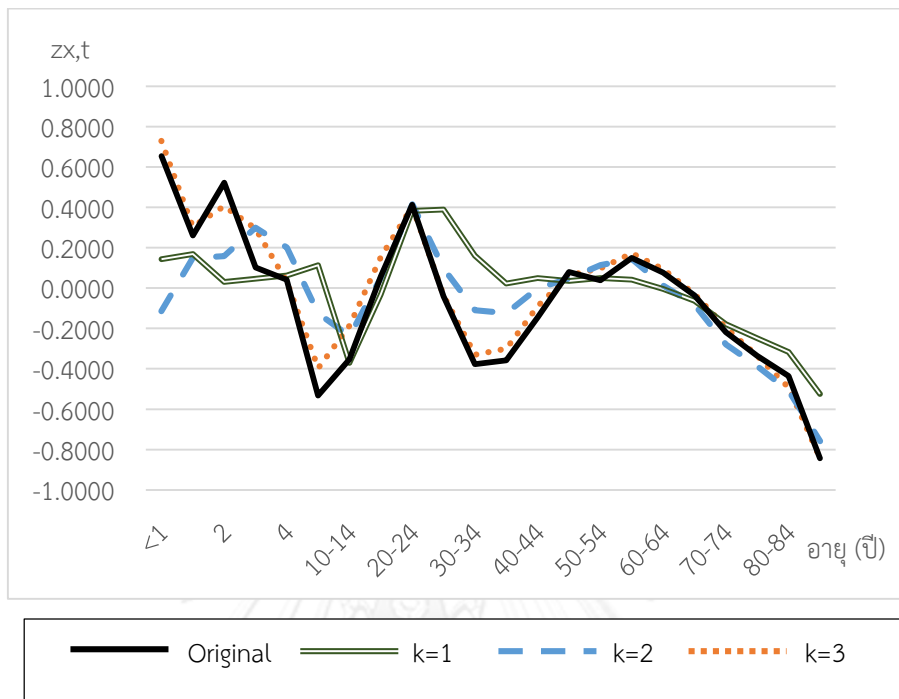
รูปที่ จ6 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคระบบไหลเวียนโลหิตเพศหญิง



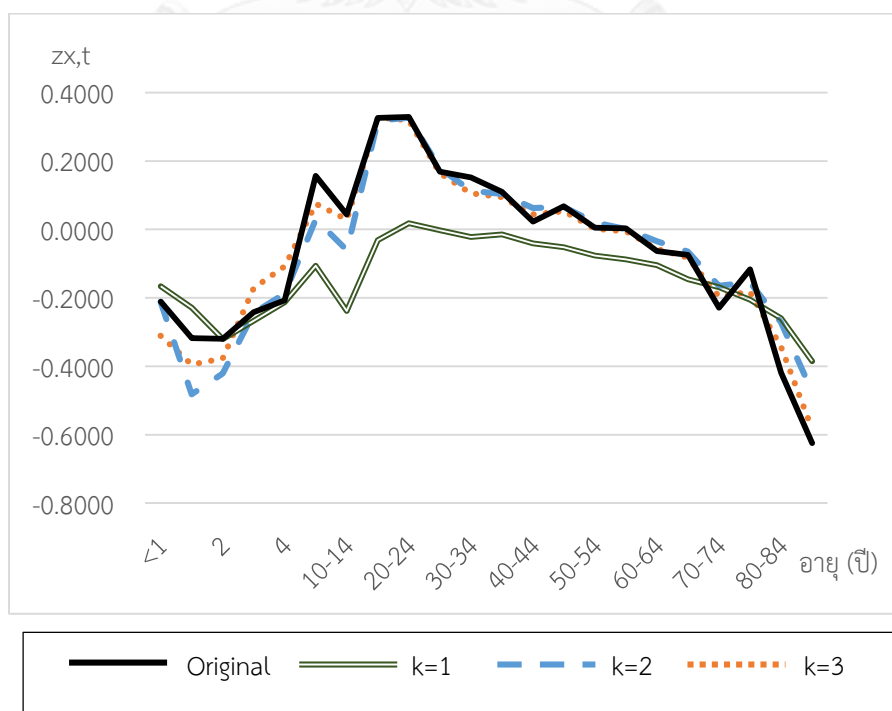
รูปที่ จ7 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคระบบทางเดินหายใจเพศชาย



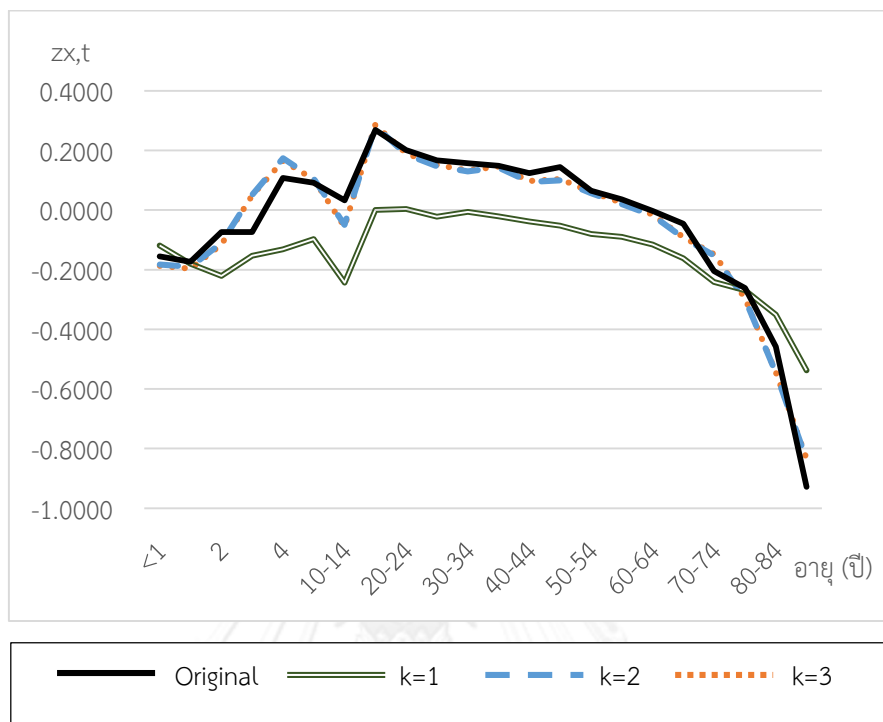
รูปที่ ๖๘ ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรครบบทางเดินหายใจ
เพศหญิง



รูปที่ ๖๙ ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในสาเหตุภายนอกของการ
ป่วยและตาย เพศชาย



รูปที่ ๑10 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในสาเหตุภายนอกของ
การป่วยและตาย เพศหญิง





ภาคผนวก ก

จำนวนการตายที่ปรับแล้วจำแนกตามสาเหตุการตาย
เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก1 จำนวนการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	611	164	377	172	659	212	757	859
1	127	92	155	163	141	138	147	140
2	59	44	50	65	49	51	75	80
3	61	57	73	50	63	70	63	58
4	53	52	58	59	55	89	89	66
5-9	174	149	186	208	295	394	456	369
10-14	92	103	65	100	97	111	162	139
15-19	184	169	115	167	176	192	185	163
20-24	671	599	604	727	787	762	796	720
25-29	1860	1972	2424	2897	3120	2779	3247	2945
30-34	1587	1837	2495	3321	4058	4353	5229	5180
35-39	1177	1217	1562	2312	2879	3130	4130	4403
40-44	874	848	1035	1480	1946	2027	2584	2982
45-49	675	627	652	1017	1285	1330	1754	2021
50-54	605	550	460	798	933	1023	1401	1651
55-59	689	617	517	779	928	929	1079	1336
60-64	747	624	513	835	915	894	1214	1350
65-69	669	605	516	790	929	1017	1262	1534
70-74	511	411	325	599	806	878	1192	1627
75-79	417	338	270	504	659	705	969	1428
80-84	285	200	181	303	365	480	665	953
>85	169	145	138	219	266	403	522	798
อายุปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	797	233	190	181	166	131	148	149
1	110	167	157	149	126	129	95	129
2	51	85	103	77	87	77	90	82
3	41	85	62	51	67	39	75	46
4	56	72	93	46	41	36	59	41
5-9	304	262	207	144	173	135	192	110
10-14	148	230	214	159	220	158	188	162
15-19	165	167	170	180	189	193	197	192
20-24	528	475	374	346	319	341	329	353
25-29	2098	1596	1332	1036	881	787	722	776
30-34	3849	2986	2545	2082	1889	1599	1352	1301
35-39	3572	3156	2685	2369	2256	2071	1976	1782
40-44	2664	2508	2372	2289	2225	2147	2124	2064
45-49	2058	2131	1996	2053	2078	2043	2206	2159
50-54	1708	1809	1733	1786	1784	1889	2154	2285
55-59	1418	1671	1596	1803	1759	1760	2060	2170
60-64	1312	1482	1467	1468	1603	1667	1891	1948
65-69	1655	1762	1776	1704	1802	1757	1869	1897
70-74	1574	1815	1838	1842	1976	1994	2185	2219
75-79	1370	1641	1614	1747	1895	2023	2216	2321
80-84	903	1093	1149	1212	1401	1452	1734	1790
>85	719	894	892	1033	1136	1273	1346	1569

ตารางที่ ก2 จำนวนการตายด้วยโรคติดเชื้อและปรสิตที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	497	160	321	197	478	185	614	775
1	157	92	147	95	125	153	140	112
2	58	39	50	57	62	59	47	57
3	63	55	41	44	57	68	54	58
4	47	44	46	53	43	57	90	43
5-9	161	157	200	177	254	330	449	401
10-14	68	76	68	58	66	65	141	130
15-19	120	106	94	117	137	135	134	144
20-24	339	339	432	530	712	629	790	708
25-29	378	519	710	1055	1543	1689	2409	2199
30-34	322	384	618	902	1274	1591	2370	2485
35-39	334	300	384	670	937	1185	1664	1885
40-44	297	277	323	520	688	846	1113	1379
45-49	326	274	293	412	586	613	919	1029
50-54	386	318	260	431	539	609	800	1029
55-59	457	389	369	490	532	615	799	946
60-64	604	545	410	624	733	813	991	1228
65-69	554	481	409	650	792	884	1202	1600
70-74	504	415	371	561	788	855	1200	1670
75-79	410	349	283	492	654	750	1094	1596
80-84	292	254	195	373	476	584	796	1182
>85	242	220	206	349	457	574	893	1251
อายุปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	654	200	146	164	137	127	104	129
1	74	97	99	95	103	88	108	97
2	45	73	66	44	42	31	53	46
3	30	60	31	71	55	31	40	31
4	45	64	46	53	29	29	42	20
5-9	287	248	157	186	127	140	151	122
10-14	125	212	183	173	213	215	193	131
15-19	125	126	148	115	162	177	183	156
20-24	476	411	318	291	240	239	221	196
25-29	1505	1169	915	784	644	556	468	384
30-34	1914	1593	1307	1173	1065	927	787	750
35-39	1488	1367	1247	1114	1090	993	947	825
40-44	1139	1128	1156	1048	996	956	949	951
45-49	955	1053	1052	1001	1016	974	1093	1026
50-54	996	1080	1086	1057	1025	1090	1203	1205
55-59	1035	1173	1160	1186	1275	1297	1453	1364
60-64	1347	1349	1279	1312	1370	1417	1579	1657
65-69	1544	1665	1726	1693	1650	1684	1856	1801
70-74	1713	1969	1982	1951	2142	2122	2307	2245
75-79	1622	1842	1834	1957	2159	2150	2561	2591
80-84	1246	1352	1351	1562	1657	1864	2200	2218
>85	1160	1351	1438	1680	1774	1928	2201	2415

ตารางที่ ก3 จำนวนการตายด้วยเนื้องอกที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	20	9	22	16	10	25	16	22
1	45	48	298	105	45	71	51	54
2	43	8	18	36	31	29	36	26
3	33	24	26	30	33	44	26	28
4	27	33	39	29	49	45	48	19
5-9	86	79	86	117	138	125	144	148
10-14	88	75	67	99	95	102	115	118
15-19	136	99	118	174	175	185	155	149
20-24	349	226	267	236	222	223	223	175
25-29	950	834	937	799	766	593	473	371
30-34	1022	1004	1077	1210	1220	1017	932	716
35-39	1021	902	1054	1235	1300	1214	1216	1035
40-44	1280	1142	1203	1463	1513	1647	1693	1638
45-49	1740	1429	1638	1910	2067	2178	2380	2366
50-54	1997	1734	1959	2262	2505	2773	2875	3151
55-59	2600	2176	2426	2880	3071	3193	3494	3574
60-64	2661	2302	2553	3017	3298	3480	3788	3996
65-69	2266	1947	2233	2853	3087	3527	3806	4275
70-74	1236	1092	1264	1745	2078	2415	2846	3555
75-79	762	656	670	976	1186	1606	1729	2346
80-84	321	275	236	436	531	645	872	1168
>85	159	142	114	219	285	407	443	637
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	18	24	19	30	34	19	24	18
1	43	62	44	62	46	39	62	21
2	38	70	70	51	72	59	44	44
3	30	46	44	59	51	46	44	39
4	33	64	49	39	41	39	41	36
5-9	133	179	157	143	143	138	140	123
10-14	110	177	172	193	178	198	173	137
15-19	175	192	172	153	185	173	178	178
20-24	168	239	196	199	171	171	199	175
25-29	334	360	310	335	304	288	283	280
30-34	710	707	619	597	572	512	506	509
35-39	1129	1180	1152	1044	1044	1050	1038	933
40-44	1704	1856	1880	1889	1841	1881	1750	1738
45-49	2488	2780	2866	2861	2989	2840	2996	2985
50-54	3412	3701	3722	3816	4084	4080	4219	4388
55-59	3775	4189	4461	4735	4862	4903	5128	5319
60-64	4104	4235	4430	4565	4722	4855	5002	5532
65-69	4527	4805	4646	4735	4845	4905	4946	5196
70-74	3403	3720	3978	4057	4121	4278	4488	4590
75-79	2272	2497	2747	2835	3035	3269	3422	3756
80-84	982	1166	1174	1408	1509	1685	1737	2108
>85	507	600	651	729	735	838	899	1108

ตารางที่ ก4 จำนวนการตายด้วยเนื้องอกที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	25	10	11	26	13	19	23	27
1	45	56	276	71	42	68	43	59
2	26	11	16	24	29	25	22	22
3	16	21	22	25	30	20	21	28
4	19	8	17	38	30	32	26	28
5-9	78	62	77	89	124	96	117	110
10-14	65	52	52	60	69	59	85	67
15-19	120	75	88	87	110	107	91	98
20-24	250	245	275	280	246	222	179	130
25-29	400	353	529	540	601	513	497	354
30-34	482	446	551	698	711	796	722	539
35-39	692	592	728	831	962	978	991	915
40-44	989	896	1006	1235	1296	1406	1398	1338
45-49	1206	1087	1250	1487	1699	1700	1887	1952
50-54	1414	1257	1379	1710	1872	1979	2193	2310
55-59	1679	1477	1589	1921	2077	2100	2214	2399
60-64	1775	1515	1709	2010	2170	2268	2479	2558
65-69	1328	1159	1355	1749	1922	2251	2543	2830
70-74	715	628	703	1094	1286	1426	1785	2328
75-79	415	373	382	602	742	956	1147	1672
80-84	211	195	194	315	400	548	613	874
>85	116	109	105	226	268	371	443	601
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	14	21	14	26	32	28	21	18
1	22	37	33	33	22	48	40	35
2	26	44	35	37	31	37	44	35
3	17	51	29	24	44	37	29	31
4	17	29	35	33	29	24	40	31
5-9	83	118	135	169	98	84	102	105
10-14	81	157	149	146	135	96	122	120
15-19	107	109	105	102	103	108	102	110
20-24	153	129	150	129	131	134	127	135
25-29	339	358	312	281	267	228	250	228
30-34	650	604	571	576	535	502	454	501
35-39	1014	1073	1025	1000	1013	950	894	896
40-44	1465	1591	1648	1615	1567	1564	1628	1558
45-49	2056	2165	2192	2182	2280	2163	2259	2363
50-54	2464	2595	2870	2849	2983	2890	3012	3095
55-59	2680	2935	3080	3224	3383	3328	3585	3547
60-64	2700	2909	2894	2880	3052	3186	3406	3610
65-69	2838	2967	2987	3037	3119	3136	3161	3159
70-74	2245	2262	2544	2667	2839	2803	2940	3165
75-79	1575	1656	1737	1844	2104	2218	2301	2652
80-84	796	792	852	992	1081	1236	1327	1579
>85	496	525	549	638	691	730	850	1023

ตารางที่ ก5 จำนวนการตายด้วยโรคระบบไหลเวียนโลหิตที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	784	481	50	355	64	349	174	132
1	221	266	570	229	74	95	61	46
2	123	85	83	63	29	20	21	15
3	69	74	55	49	26	11	13	13
4	87	78	58	49	21	18	13	14
5-9	204	269	179	132	77	92	54	46
10-14	234	203	142	92	82	54	61	79
15-19	868	787	429	330	208	196	197	269
20-24	1633	1481	967	586	329	321	246	333
25-29	2552	2634	2260	1346	643	503	362	362
30-34	2839	2899	2794	1717	974	733	599	535
35-39	2860	2886	2543	1710	1119	927	773	866
40-44	2856	2701	2467	1864	1268	1256	1123	1335
45-49	3034	2820	2591	1942	1570	1560	1455	1601
50-54	3024	2785	2667	2115	1731	1884	1714	1989
55-59	3713	3272	3022	2442	1878	1979	1792	2069
60-64	4066	3630	3302	2720	2166	2272	2039	2460
65-69	3778	3384	3088	2710	2290	2408	2389	2866
70-74	2870	2537	2190	2181	1952	2193	2286	2813
75-79	2215	1918	1671	1627	1346	1687	1707	2486
80-84	1451	1273	1142	1036	904	1045	1157	1465
>85	1069	908	823	726	649	803	797	1161
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	116	82	84	77	48	81	109	12
1	30	52	46	26	36	46	46	36
2	10	36	39	23	18	23	21	15
3	10	39	21	3	10	21	31	15
4	11	18	15	13	13	23	28	8
5-9	64	74	50	40	33	33	55	45
10-14	79	105	80	58	53	58	98	58
15-19	244	214	149	137	153	145	153	111
20-24	325	285	212	162	173	166	155	150
25-29	434	410	288	278	250	262	262	262
30-34	632	531	504	436	480	399	525	463
35-39	886	835	739	754	708	718	874	938
40-44	1418	1454	1218	1181	1154	1151	1366	1458
45-49	1830	1908	1725	1703	1718	1680	2042	2169
50-54	2171	2330	2051	2076	2080	2056	2422	2796
55-59	2281	2434	2315	2393	2412	2552	2847	3072
60-64	2524	2411	2208	2248	2319	2318	2687	3014
65-69	3040	2814	2530	2464	2566	2519	2682	2850
70-74	2750	2670	2604	2610	2679	2678	2805	3130
75-79	2132	2259	2240	2316	2369	2398	2580	3052
80-84	1303	1363	1380	1485	1570	1649	1927	2201
>85	952	950	993	1080	1179	1238	1344	1786

ตารางที่ ก6 จำนวนการตายด้วยโรคมะเร็งปอดที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	663	472	50	304	71	321	156	150
1	218	281	598	206	77	112	72	71
2	88	72	80	48	29	24	21	11
3	90	69	62	40	32	26	16	13
4	61	71	45	33	16	17	17	8
5-9	160	209	167	102	87	62	54	42
10-14	158	140	107	84	65	46	39	57
15-19	314	294	227	151	116	78	78	73
20-24	559	567	494	307	170	147	98	100
25-29	699	836	801	516	324	251	172	133
30-34	846	870	796	580	387	310	238	201
35-39	923	877	819	607	411	445	340	371
40-44	1238	1092	1040	892	599	578	531	556
45-49	1522	1455	1324	1139	856	901	732	866
50-54	1715	1725	1524	1254	994	1123	1016	1177
55-59	2272	2220	1920	1568	1123	1230	1101	1223
60-64	2758	2596	2286	1922	1520	1576	1580	1670
65-69	2756	2585	2377	2177	1872	2088	1972	2367
70-74	2408	2122	2029	1954	1709	1893	1992	2686
75-79	1952	1833	1615	1582	1395	1775	1836	2521
80-84	1625	1407	1346	1113	990	1338	1400	1910
>85	1689	1332	1199	1041	942	1238	1304	1961
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	98	79	71	61	49	72	55	12
1	29	38	31	33	15	26	22	29
2	16	24	18	7	11	11	13	7
3	12	20	7	0	22	15	11	13
4	7	9	11	11	4	9	24	15
5-9	37	55	42	33	40	38	47	22
10-14	38	79	62	67	55	49	45	40
15-19	71	65	64	45	61	52	57	64
20-24	96	94	94	76	83	54	73	73
25-29	155	168	133	96	108	99	99	89
30-34	238	227	181	200	175	137	166	154
35-39	365	335	323	313	279	273	317	286
40-44	616	569	517	532	490	529	543	572
45-49	938	869	796	826	788	741	829	941
50-54	1222	1195	1091	1030	1045	988	1085	1198
55-59	1425	1412	1276	1350	1372	1283	1423	1422
60-64	1682	1543	1491	1485	1509	1448	1701	1789
65-69	2392	2203	1999	2049	1959	1861	2007	2099
70-74	2508	2539	2402	2432	2473	2305	2547	2685
75-79	2304	2380	2267	2337	2428	2473	2661	3231
80-84	1607	1741	1649	1884	1976	1956	2375	2932
>85	1442	1548	1462	1666	1822	1816	2146	2955

ตารางที่ ก7 จำนวนการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	777	380	355	345	200	606	561	555
1	218	166	329	194	190	170	152	127
2	100	81	95	65	69	74	78	63
3	91	84	83	65	58	61	49	35
4	71	75	80	85	71	55	44	35
5-9	139	179	229	202	220	242	222	181
10-14	75	96	85	34	62	72	83	77
15-19	183	189	181	138	104	102	122	136
20-24	614	593	617	376	358	305	305	294
25-29	1441	1791	1947	1419	1296	1019	955	655
30-34	1426	1692	2133	1734	1725	1633	1490	1160
35-39	1055	1265	1518	1311	1289	1336	1285	1065
40-44	813	913	1051	926	929	960	996	891
45-49	695	758	874	692	721	773	791	758
50-54	702	639	733	616	681	706	756	796
55-59	915	875	897	781	768	805	858	892
60-64	1064	974	1079	1016	971	1122	1158	1288
65-69	1165	1003	1134	1210	1180	1423	1602	1743
70-74	963	862	939	1046	1173	1447	1649	2002
75-79	820	696	732	922	1040	1252	1526	2047
80-84	607	497	515	645	706	943	1123	1532
>85	410	398	392	500	619	800	1077	1432
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	514	291	352	341	320	283	307	229
1	104	173	170	155	139	121	165	157
2	54	85	106	72	59	62	118	103
3	30	82	75	70	44	54	69	54
4	35	52	67	52	64	33	69	46
5-9	169	179	142	150	153	153	142	113
10-14	79	104	124	112	120	135	110	117
15-19	125	135	130	122	135	127	141	133
20-24	207	198	198	153	153	172	164	175
25-29	485	499	438	337	319	288	332	277
30-34	808	931	754	688	554	522	542	529
35-39	783	983	921	803	814	759	744	706
40-44	780	986	895	852	893	801	894	859
45-49	717	956	916	952	906	942	1027	1022
50-54	752	940	943	905	1041	1087	1181	1163
55-59	779	1130	1035	1110	1203	1188	1398	1404
60-64	1012	1259	1185	1230	1312	1290	1505	1645
65-69	1481	1855	1771	1824	1844	1686	1920	1952
70-74	1805	1998	2043	2224	2361	2253	2433	2566
75-79	1737	2141	2044	2354	2382	2462	2673	3073
80-84	1291	1452	1561	1767	1917	1966	2374	2768
>85	1117	1342	1416	1519	1826	1950	2260	2787

ตารางที่ ก8 จำนวนการตายด้วยโรคของระบบทางเดินหายใจที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	737	355	342	289	183	555	496	504
1	185	133	244	173	126	156	125	138
2	104	40	80	71	50	62	59	38
3	56	67	71	54	43	54	36	29
4	48	56	59	44	55	38	51	32
5-9	82	155	171	197	175	212	199	176
10-14	53	60	56	40	28	53	61	63
15-19	90	101	94	69	67	66	74	75
20-24	313	326	410	344	318	262	221	189
25-29	396	512	737	624	724	691	634	497
30-34	297	469	544	541	632	620	622	581
35-39	247	329	448	378	447	468	508	465
40-44	256	331	365	371	364	402	425	371
45-49	288	313	349	279	329	372	371	394
50-54	282	341	367	296	331	360	348	389
55-59	461	448	498	445	396	383	378	439
60-64	570	528	616	556	522	552	643	612
65-69	595	575	690	645	635	700	787	949
70-74	482	481	524	541	566	744	958	1110
75-79	420	402	410	482	520	688	814	1133
80-84	343	298	347	373	469	528	756	951
>85	347	288	389	411	503	669	881	1195
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	516	290	287	289	282	212	267	184
1	103	126	113	106	84	92	132	75
2	43	64	58	62	42	48	53	51
3	41	49	46	46	24	37	53	53
4	29	46	44	44	31	46	42	26
5-9	141	168	143	102	104	95	107	104
10-14	56	124	108	115	111	127	91	126
15-19	73	58	63	76	80	80	91	84
20-24	163	142	128	104	120	103	116	110
25-29	366	384	302	260	242	204	199	149
30-34	440	507	431	391	344	320	303	252
35-39	367	471	404	473	397	377	398	353
40-44	367	431	395	387	375	385	404	405
45-49	302	420	369	384	466	412	475	443
50-54	369	467	471	484	445	447	531	512
55-59	460	567	550	594	554	618	652	691
60-64	626	655	637	647	665	706	787	854
65-69	831	972	874	917	970	906	1003	1047
70-74	1001	1102	1102	1247	1243	1247	1409	1548
75-79	1046	1189	1115	1348	1389	1416	1677	2013
80-84	856	886	942	1140	1278	1276	1645	1972
>85	991	1150	1217	1407	1555	1694	2031	2573

ตารางที่ ก9 จำนวนการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายที่ปรับแล้วเพศชายในปีพ.ศ.
2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	85	51	75	61	92	101	92	95
1	237	169	323	273	215	241	224	244
2	211	116	190	222	258	233	217	228
3	214	173	160	199	244	219	213	183
4	228	199	205	208	244	208	253	211
5-9	1123	793	723	915	989	894	949	886
10-14	1092	804	522	662	752	692	860	818
15-19	5705	4346	2727	3391	3316	3247	3718	4307
20-24	6655	5228	3521	4525	4608	4307	4638	5307
25-29	5172	4369	3516	4296	4354	4141	4240	4562
30-34	4264	3571	3008	3679	3920	3760	3816	3999
35-39	3392	3000	2658	3404	3377	3470	3503	3882
40-44	2494	2365	2071	2712	3000	2987	3131	3348
45-49	2018	1759	1581	2161	2320	2289	2551	2685
50-54	1416	1150	1122	1592	1707	1732	1931	2087
55-59	1250	1011	972	1226	1269	1229	1325	1447
60-64	947	791	763	1058	1110	1101	1188	1128
65-69	687	567	526	759	851	858	962	955
70-74	380	344	371	455	578	590	702	697
75-79	258	183	184	276	318	348	390	405
80-84	107	97	90	147	169	206	213	210
>85	73	55	56	80	122	138	157	146
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	115	110	104	116	118	113	93	85
1	204	363	440	350	399	360	383	368
2	195	427	404	334	363	368	352	329
3	194	355	370	339	339	283	303	301
4	216	388	358	324	306	324	257	267
5-9	977	1177	1207	1035	982	903	960	950
10-14	907	1447	1477	1457	1277	1415	1365	1347
15-19	4169	4176	4033	3873	3421	3447	3545	3197
20-24	4879	4891	4435	3879	3659	3449	3387	3240
25-29	4308	4409	4232	3934	3870	3620	3443	3271
30-34	3613	3836	3778	3617	3614	3430	3535	3617
35-39	3468	3647	3709	3582	3371	3361	3419	3419
40-44	3056	3498	3599	3521	3450	3449	3312	3407
45-49	2574	2914	3156	3091	3117	3096	3044	3302
50-54	2110	2362	2633	2540	2502	2673	2580	2829
55-59	1488	1792	2015	1941	1994	2185	2027	2115
60-64	1190	1315	1409	1389	1394	1554	1465	1613
65-69	952	1109	1308	1330	1229	1265	1135	1249
70-74	723	849	1002	1048	1026	1085	956	997
75-79	441	542	627	651	736	730	692	806
80-84	222	270	337	375	385	448	398	441
>85	137	155	223	226	280	275	220	255

ตารางที่ ก10 จำนวนการตายด้วยสาเหตุภายนอกของการป่วยและตายที่ปรับแล้วเพศหญิงในปีพ.ศ.
2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	84	56	87	55	79	85	100	82
1	172	122	179	182	168	159	142	152
2	145	79	96	146	156	142	135	110
3	128	112	100	112	126	118	114	105
4	152	108	95	113	131	139	114	91
5-9	591	496	415	503	510	509	580	525
10-14	548	364	310	344	371	400	425	415
15-19	1051	877	590	750	729	667	747	742
20-24	907	761	580	752	678	716	748	703
25-29	879	730	586	736	705	715	753	759
30-34	822	668	588	807	737	756	773	793
35-39	750	657	532	720	822	748	738	786
40-44	638	526	486	680	735	672	702	763
45-49	553	499	389	521	639	606	658	670
50-54	412	345	299	442	530	502	566	524
55-59	391	341	292	382	433	360	429	396
60-64	359	306	271	386	415	395	422	356
65-69	278	228	223	314	329	318	379	366
70-74	172	155	125	218	255	264	316	307
75-79	124	92	100	166	196	198	237	211
80-84	75	52	72	102	145	147	153	157
>85	54	52	41	77	140	155	150	168
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	111	101	103	101	81	89	103	75
1	167	227	238	251	194	209	183	207
2	147	181	178	134	161	163	169	167
3	135	170	150	152	145	132	117	95
4	114	205	141	117	128	108	139	141
5-9	552	714	663	546	544	509	491	509
10-14	460	743	767	770	642	760	567	591
15-19	850	758	676	674	680	636	655	640
20-24	742	696	670	630	581	575	604	534
25-29	779	721	707	716	648	631	565	561
30-34	810	732	670	663	667	648	645	635
35-39	775	844	801	746	756	714	712	704
40-44	761	800	842	833	810	798	773	708
45-49	678	753	789	825	815	830	797	801
50-54	617	665	738	786	751	758	678	746
55-59	450	529	606	674	682	703	570	632
60-64	454	437	532	522	556	579	482	560
65-69	412	444	513	555	540	573	421	426
70-74	380	397	544	514	512	545	383	384
75-79	254	298	402	454	482	457	329	407
80-84	159	192	288	322	323	394	251	289
>85	140	189	294	259	319	367	201	281



ภาคผนวก ข
จำนวนการประชารกกลางปี
เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2539-2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข1 จำนวนประชากรกลางปีเพศชาย ปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	446395	417952	387546	397981	394574	376681	371193	363865
1	476816	479675	478078	463199	434937	421429	411078	399852
2	475759	477240	482617	483756	468112	438589	424590	413498
3	483949	479825	482082	487002	489171	472221	440970	425684
4	486322	485992	482544	484801	493774	495816	474954	441861
5-9	2301507	2352721	2400617	2429073	2448195	2463999	2473566	2458968
10-14	2516074	2450906	2388664	2348782	2336463	2351506	2387743	2425317
15-19	2761849	2729151	2699432	2656358	2598104	2539909	2473290	2407060
20-24	2856641	2826367	2801269	2773598	2746980	2715093	2681441	2648863
25-29	2906119	2919173	2896003	2857047	2817405	2775304	2752470	2728082
30-34	2707125	2751108	2793164	2807687	2789285	2786178	2795407	2774301
35-39	2310447	2379221	2457704	2523872	2567361	2601084	2635460	2671390
40-44	1843546	1937522	2013024	2094944	2170118	2220558	2280563	2353480
45-49	1418891	1495045	1571867	1635210	1695644	1779185	1862815	1929168
50-54	1059863	1088910	1136680	1198898	1270966	1350020	1423764	1498673
55-59	939664	958592	966821	966948	973303	987330	1014924	1061501
60-64	764115	789335	810453	832702	845463	853819	871275	880262
65-69	541125	570234	600137	623113	644786	668277	691967	712146
70-74	340532	360022	383331	407818	431274	450390	474943	501095
75-79	203384	211624	223520	236697	246700	258647	274189	293560
80-84	113192	120247	126957	127874	129176	135556	141605	150363
>85	120268	118489	117103	120660	119624	120554	126871	128423
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	376966	394991	392355	386732	381621	380912	378074	380630
1	399505	406498	410496	406070	405110	401732	396020	388794
2	402762	402462	408012	412197	407348	406143	403343	397612
3	414702	404715	403625	409348	412882	407608	406922	404281
4	427051	416885	405761	404884	409963	412965	408156	407545
5-9	2416371	2356138	2272033	2178981	2106905	2071486	2055328	2045403
10-14	2448738	2464364	2479394	2487950	2472916	2428411	2363911	2277724
15-19	2363750	2347695	2357373	2389347	2424665	2448434	2464044	2477049
20-24	2604290	2551123	2494386	2425699	2361971	2326306	2313850	2321834
25-29	2696633	2681024	2667963	2635859	2605932	2572119	2524185	2473098
30-34	2738754	2714319	2689022	2665579	2646897	2635330	2633725	2625557
35-39	2682036	2674714	2687866	2693072	2669088	2649752	2640981	2624144
40-44	2414242	2462211	2504546	2529756	2555630	2575085	2579647	2598416
45-49	2001510	2074065	2127036	2175890	2234992	2298403	2354399	2400098
50-54	1559260	1619952	1700949	1768989	1817162	1885244	1960190	2014312
55-59	1120106	1191246	1269925	1333003	1394744	1450396	1508722	1585701
60-64	880205	888970	905200	925495	960864	1015815	1086134	1161089
65-69	732612	746544	756224	766053	766706	766945	778676	796160
70-74	520746	540065	560890	575929	586199	602878	617244	627672
75-79	313990	333533	349427	365755	381323	395181	410699	427075
80-84	159749	166981	176150	185383	196289	209940	223710	235416
>85	122822	121878	128897	131687	132751	134883	138987	148722

ตารางที่ ข2 จำนวนประชากรกลางปีเพศหญิง ปีพ.ศ.2539-2554

อายุ\ปี	พ.ศ.2539	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2544	พ.ศ.2545	พ.ศ.2546
<1	421368	393566	365278	374574	371558	355119	349115	342098
1	450169	453124	450753	436907	409585	397261	387691	376522
2	449337	450751	456124	456393	441771	413322	400478	390158
3	458439	453461	455718	460601	461757	446123	415976	401736
4	459725	460534	456342	458655	467391	468389	449009	417236
5-9	2184263	2230347	2275867	2303051	2320582	2335749	2344082	2328956
10-14	2407335	2343977	2281930	2240003	2225772	2237699	2269522	2304410
15-19	2662851	2631259	2603476	2561918	2505060	2447601	2381260	2314012
20-24	2802451	2774690	2748385	2716836	2690879	2663602	2630192	2596360
25-29	2891972	2910364	2891791	2856210	2819727	2774893	2744389	2714977
30-34	2731692	2787308	2841166	2864726	2851689	2853455	2864343	2839425
35-39	2357235	2427263	2509809	2588829	2647608	2695216	2742110	2788071
40-44	1917647	2018413	2099947	2187947	2269008	2323036	2384663	2461232
45-49	1476108	1563445	1652949	1728280	1802712	1900819	1992985	2066048
50-54	1102686	1138270	1191556	1264400	1352856	1446614	1533187	1622128
55-59	1000648	1019874	1029917	1032883	1045418	1067154	1101865	1155636
60-64	845833	874842	899425	924471	943544	955185	972501	983857
65-69	625349	660711	695766	725221	755207	786870	815726	840108
70-74	412928	439019	469765	501583	532194	560167	591980	624542
75-79	266611	276785	291267	308602	324703	343286	365852	393134
80-84	164073	174361	182936	184504	187792	197075	205195	217086
>85	182595	181803	180727	185437	185028	188391	197957	200853
อายุ\ปี	พ.ศ.2547	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
<1	355156	372855	374574	367744	363247	358278	356231	359024
1	376274	383445	387921	382253	381008	378618	372906	366629
2	379428	379342	385190	389340	383678	382602	380347	374712
3	391678	381667	380658	386237	390220	384606	383626	381422
4	403481	394101	382903	381667	386962	390804	385291	384349
5-9	2288142	2230676	2150666	2060992	1991488	1959231	1944458	1934158
10-14	2326198	2340300	2354108	2360550	2345220	2303046	2241287	2159235
15-19	2268536	2250595	2256694	2283271	2315222	2337213	2350680	2361942
20-24	2551534	2498630	2716836	2377415	2314080	2273998	2256212	2261578
25-29	2681667	2662071	2641213	2606090	2575519	2540383	2491646	2439182
30-34	2798360	2768256	2733832	2700895	2673441	2652444	2640568	2623509
35-39	2803986	2794950	2805012	2808603	2779124	2749316	2729660	2699891
40-44	2533558	2594387	2647565	2684629	2719698	2741405	2741479	2755660
45-49	2144913	2222177	2276705	2328556	2392649	2466415	2533468	2588541
50-54	1696623	1771570	1865763	1943965	2000437	2074807	2154804	2211828
55-59	1227326	1314196	1405972	1482963	1559446	1627162	1698096	1789555
60-64	987434	999920	1020424	1048033	1090934	1158324	1244573	1333697
65-69	864754	883660	894150	904943	908070	908901	921574	942536
70-74	652546	679348	706508	729012	745748	765720	783170	793728
75-79	421889	448569	472694	498893	523004	543383	564489	586958
80-84	231270	243534	257872	274668	294434	315630	335742	354442
>85	195155	195599	206312	213436	218528	223132	230048	244864



ภาคผนวก ค

คำพยากรณ์อัถรมรณะ จำแนกตามสาเหตุการตาย

เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ค1 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในโรคติดเชื้อและปรสิต เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00035	0.00041	0.00046	0.00049	0.00052	0.00054	0.00055	0.00056	0.00057	0.00058
1	0.00033	0.00034	0.00034	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00036	0.00036	0.00036
2	0.00024	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00026	0.00026	0.00026
3	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
4	0.00012	0.00013	0.00013	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014
5-9	0.00007	0.00008	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010
10-14	0.00009	0.00009	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010
15-19	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00009	0.00009
20-24	0.00013	0.00014	0.00014	0.00014	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015
25-29	0.00029	0.00031	0.00034	0.00035	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038	0.00038	0.00038
30-34	0.00062	0.00069	0.00075	0.00079	0.00082	0.00084	0.00086	0.00087	0.00088	0.00088
35-39	0.00086	0.00095	0.00102	0.00107	0.00111	0.00113	0.00115	0.00116	0.00117	0.00118
40-44	0.00095	0.00103	0.00108	0.00112	0.00115	0.00117	0.00118	0.00119	0.00120	0.00120
45-49	0.00107	0.00114	0.00118	0.00122	0.00125	0.00126	0.00127	0.00128	0.00128	0.00128
50-54	0.00124	0.00130	0.00134	0.00138	0.00140	0.00141	0.00142	0.00142	0.00143	0.00143
55-59	0.00154	0.00160	0.00163	0.00167	0.00169	0.00170	0.00171	0.00171	0.00171	0.00171
60-64	0.00197	0.00204	0.00207	0.00212	0.00213	0.00214	0.00215	0.00215	0.00216	0.00216
65-69	0.00282	0.00293	0.00299	0.00306	0.00309	0.00310	0.00312	0.00312	0.00313	0.00313
70-74	0.00433	0.00458	0.00471	0.00487	0.00493	0.00497	0.00500	0.00502	0.00503	0.00504
75-79	0.00659	0.00695	0.00715	0.00739	0.00748	0.00754	0.00759	0.00761	0.00763	0.00764
80-84	0.00962	0.01021	0.01052	0.01093	0.01108	0.01117	0.01124	0.01128	0.01130	0.01131
>85	0.01343	0.01432	0.01471	0.01536	0.01555	0.01566	0.01575	0.01579	0.01581	0.01583

ตารางที่ ค2 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในโรคติดเชื้อและปรสิต เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00078	0.00088	0.00100	0.00108	0.00108	0.00111	0.00126	0.00135	0.00186	0.00274
1	0.00028	0.00028	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00030	0.00032
2	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00015	0.00016
3	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014
4	0.00011	0.00012	0.00012	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014	0.00015	0.00017
5-9	0.00010	0.00011	0.00012	0.00013	0.00013	0.00013	0.00014	0.00015	0.00018	0.00023
10-14	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00005	0.00005
15-19	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
20-24	0.00017	0.00019	0.00020	0.00021	0.00021	0.00022	0.00024	0.00025	0.00031	0.00041
25-29	0.00039	0.00044	0.00051	0.00055	0.00056	0.00059	0.00069	0.00076	0.00105	0.00155
30-34	0.00043	0.00048	0.00054	0.00058	0.00060	0.00064	0.00074	0.00082	0.00106	0.00143
35-39	0.00037	0.00040	0.00044	0.00046	0.00048	0.00051	0.00057	0.00063	0.00075	0.00093
40-44	0.00034	0.00036	0.00038	0.00040	0.00041	0.00043	0.00047	0.00051	0.00057	0.00066
45-49	0.00036	0.00037	0.00039	0.00040	0.00041	0.00043	0.00045	0.00048	0.00051	0.00055
50-54	0.00047	0.00048	0.00049	0.00050	0.00051	0.00053	0.00055	0.00057	0.00060	0.00062
55-59	0.00066	0.00067	0.00068	0.00069	0.00071	0.00073	0.00076	0.00079	0.00081	0.00083
60-64	0.00100	0.00101	0.00102	0.00103	0.00106	0.00110	0.00113	0.00118	0.00119	0.00121
65-69	0.00140	0.00141	0.00143	0.00145	0.00150	0.00156	0.00162	0.00170	0.00171	0.00173
70-74	0.00198	0.00199	0.00201	0.00204	0.00212	0.00222	0.00230	0.00243	0.00243	0.00244
75-79	0.00282	0.00284	0.00288	0.00293	0.00305	0.00322	0.00336	0.00357	0.00359	0.00362
80-84	0.00372	0.00375	0.00380	0.00388	0.00407	0.00432	0.00454	0.00486	0.00488	0.00490
>85	0.00425	0.00424	0.00427	0.00435	0.00462	0.00498	0.00524	0.00569	0.00554	0.00537

ตารางที่ ค3 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในเนื้องอก เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00006	0.00007	0.00005	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
1	0.00008	0.00010	0.00006	0.00006	0.00008	0.00007	0.00006	0.00007	0.00007	0.00007
2	0.00018	0.00019	0.00016	0.00017	0.00019	0.00018	0.00018	0.00019	0.00019	0.00019
3	0.00012	0.00013	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012
4	0.00010	0.00011	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010	0.00010
5-9	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
10-14	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
15-19	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
20-24	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007
25-29	0.00010	0.00010	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
30-34	0.00020	0.00020	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019	0.00019
35-39	0.00040	0.00040	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039
40-44	0.00075	0.00076	0.00075	0.00075	0.00076	0.00075	0.00075	0.00076	0.00076	0.00075
45-49	0.00136	0.00138	0.00135	0.00136	0.00137	0.00137	0.00137	0.00137	0.00137	0.00137
50-54	0.00232	0.00235	0.00232	0.00234	0.00236	0.00235	0.00235	0.00236	0.00236	0.00236
55-59	0.00375	0.00380	0.00375	0.00378	0.00382	0.00380	0.00380	0.00382	0.00382	0.00382
60-64	0.00529	0.00537	0.00535	0.00540	0.00544	0.00543	0.00543	0.00545	0.00545	0.00545
65-69	0.00717	0.00728	0.00729	0.00738	0.00742	0.00742	0.00743	0.00745	0.00745	0.00745
70-74	0.00853	0.00869	0.00879	0.00893	0.00897	0.00899	0.00901	0.00902	0.00903	0.00903
75-79	0.01011	0.01021	0.01069	0.01086	0.01078	0.01090	0.01094	0.01088	0.01088	0.01090
80-84	0.01040	0.01040	0.01149	0.01168	0.01138	0.01166	0.01174	0.01154	0.01156	0.01160
>85	0.00843	0.00850	0.00945	0.00968	0.00946	0.00971	0.00978	0.00962	0.00964	0.00967

ตารางที่ ค4 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในเนื้องอก เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00004	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00007
1	0.00021	0.00017	0.00025	0.00016	0.00018	0.00013	0.00013	0.00010	0.00010	0.00008
2	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00008	0.00008	0.00010
3	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00008
4	0.00005	0.00005	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00009
5-9	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00006
10-14	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005	0.00005
15-19	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005
20-24	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006	0.00005
25-29	0.00017	0.00016	0.00017	0.00015	0.00015	0.00014	0.00014	0.00013	0.00012	0.00011
30-34	0.00021	0.00021	0.00022	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021	0.00021
35-39	0.00031	0.00031	0.00032	0.00033	0.00033	0.00034	0.00034	0.00035	0.00035	0.00037
40-44	0.00053	0.00053	0.00054	0.00055	0.00056	0.00056	0.00056	0.00058	0.00059	0.00061
45-49	0.00083	0.00084	0.00085	0.00086	0.00087	0.00089	0.00089	0.00092	0.00093	0.00097
50-54	0.00127	0.00129	0.00130	0.00133	0.00134	0.00137	0.00137	0.00141	0.00144	0.00149
55-59	0.00175	0.00179	0.00181	0.00187	0.00189	0.00195	0.00196	0.00204	0.00211	0.00222
60-64	0.00213	0.00219	0.00222	0.00232	0.00235	0.00245	0.00246	0.00259	0.00270	0.00289
65-69	0.00233	0.00243	0.00250	0.00264	0.00271	0.00286	0.00287	0.00310	0.00327	0.00362
70-74	0.00202	0.00216	0.00222	0.00245	0.00254	0.00279	0.00280	0.00317	0.00346	0.00404
75-79	0.00192	0.00209	0.00214	0.00243	0.00253	0.00284	0.00286	0.00333	0.00370	0.00446
80-84	0.00168	0.00184	0.00192	0.00219	0.00230	0.00260	0.00262	0.00310	0.00348	0.00430
>85	0.00105	0.00118	0.00128	0.00151	0.00162	0.00190	0.00192	0.00241	0.00283	0.00379

ตารางที่ ค5 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในโรคระบบไหลเวียนโลหิต เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00009	0.00010	0.00010	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00012
1	0.00009	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
2	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
3	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
4	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
5-9	0.00002	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
10-14	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
15-19	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
20-24	0.00006	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005
25-29	0.00009	0.00007	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006
30-34	0.00015	0.00012	0.00012	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011
35-39	0.00026	0.00022	0.00021	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020
40-44	0.00044	0.00039	0.00038	0.00038	0.00037	0.00037	0.00037	0.00037	0.00037	0.00036
45-49	0.00073	0.00066	0.00065	0.00064	0.00063	0.00063	0.00063	0.00063	0.00063	0.00062
50-54	0.00113	0.00103	0.00101	0.00100	0.00099	0.00099	0.00098	0.00098	0.00098	0.00098
55-59	0.00168	0.00157	0.00154	0.00153	0.00151	0.00151	0.00150	0.00150	0.00150	0.00150
60-64	0.00226	0.00211	0.00208	0.00207	0.00205	0.00204	0.00204	0.00204	0.00204	0.00204
65-69	0.00317	0.00301	0.00297	0.00295	0.00293	0.00293	0.00292	0.00292	0.00292	0.00292
70-74	0.00436	0.00423	0.00420	0.00419	0.00417	0.00417	0.00417	0.00417	0.00417	0.00417
75-79	0.00602	0.00587	0.00584	0.00583	0.00582	0.00581	0.00581	0.00581	0.00581	0.00581
80-84	0.00777	0.00760	0.00756	0.00754	0.00752	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751	0.00751
>85	0.00870	0.00865	0.00861	0.00859	0.00858	0.00857	0.00857	0.00856	0.00856	0.00856

ตารางที่ ค6 ค่าพยากรณ์อัตราการระบโนโรระบบไหลเวียนโลหิต เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

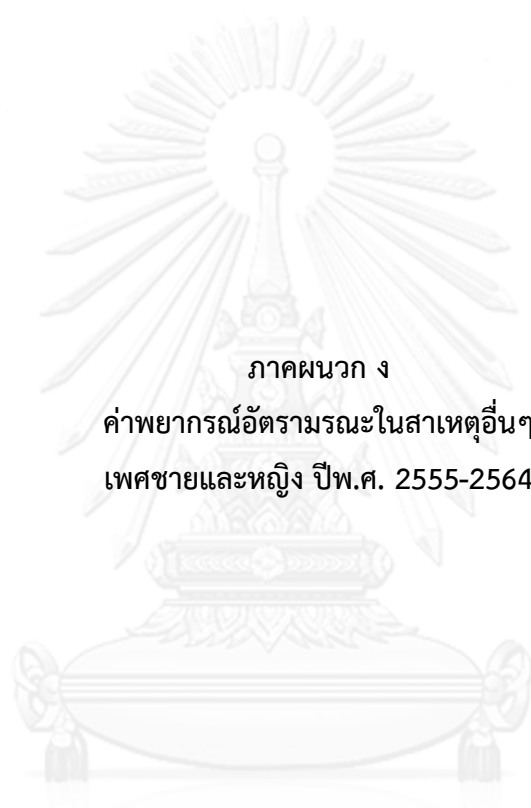
อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00022	0.00021	0.00027	0.00032	0.00033	0.00038	0.00034	0.00035	0.00025	0.00022
1	0.00039	0.00042	0.00028	0.00025	0.00016	0.00015	0.00012	0.00013	0.00009	0.00009
2	0.00010	0.00010	0.00008	0.00007	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.00004	0.00003
3	0.00010	0.00010	0.00008	0.00007	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.00004	0.00004
4	0.00008	0.00008	0.00006	0.00005	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
5-9	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
10-14	0.00004	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00003	0.00002	0.00002
15-19	0.00006	0.00007	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
20-24	0.00011	0.00011	0.00008	0.00008	0.00005	0.00005	0.00004	0.00005	0.00004	0.00004
25-29	0.00015	0.00016	0.00012	0.00011	0.00008	0.00008	0.00006	0.00007	0.00005	0.00005
30-34	0.00019	0.00019	0.00015	0.00014	0.00010	0.00010	0.00008	0.00009	0.00007	0.00007
35-39	0.00024	0.00024	0.00020	0.00019	0.00015	0.00015	0.00013	0.00014	0.00012	0.00012
40-44	0.00039	0.00040	0.00034	0.00032	0.00026	0.00026	0.00023	0.00024	0.00021	0.00021
45-49	0.00065	0.00067	0.00057	0.00055	0.00046	0.00046	0.00041	0.00043	0.00037	0.00037
50-54	0.00101	0.00103	0.00090	0.00087	0.00074	0.00074	0.00067	0.00069	0.00060	0.00060
55-59	0.00150	0.00152	0.00136	0.00132	0.00114	0.00114	0.00104	0.00108	0.00095	0.00094
60-64	0.00217	0.00220	0.00200	0.00194	0.00173	0.00173	0.00160	0.00165	0.00149	0.00148
65-69	0.00309	0.00312	0.00293	0.00288	0.00265	0.00266	0.00252	0.00257	0.00238	0.00236
70-74	0.00411	0.00413	0.00397	0.00393	0.00372	0.00373	0.00359	0.00365	0.00346	0.00344
75-79	0.00556	0.00557	0.00547	0.00545	0.00528	0.00531	0.00518	0.00523	0.00504	0.00501
80-84	0.00738	0.00740	0.00727	0.00723	0.00708	0.00708	0.00698	0.00702	0.00690	0.00689
>85	0.00749	0.00750	0.00751	0.00747	0.00759	0.00753	0.00766	0.00761	0.00786	0.00793

ตารางที่ ค7 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00030	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029	0.00029
1	0.00112	0.00105	0.00097	0.00102	0.00103	0.00098	0.00098	0.00099	0.00097	0.00096
2	0.00098	0.00093	0.00091	0.00093	0.00093	0.00092	0.00092	0.00092	0.00091	0.00091
3	0.00076	0.00074	0.00075	0.00075	0.00075	0.00076	0.00076	0.00076	0.00076	0.00076
4	0.00073	0.00071	0.00072	0.00072	0.00072	0.00073	0.00073	0.00073	0.00073	0.00073
5-9	0.00042	0.00042	0.00045	0.00044	0.00043	0.00045	0.00045	0.00044	0.00045	0.00045
10-14	0.00047	0.00047	0.00051	0.00049	0.00049	0.00051	0.00051	0.00050	0.00051	0.00052
15-19	0.00114	0.00120	0.00135	0.00127	0.00126	0.00134	0.00134	0.00133	0.00137	0.00139
20-24	0.00125	0.00131	0.00146	0.00138	0.00137	0.00145	0.00145	0.00144	0.00148	0.00149
25-29	0.00128	0.00132	0.00141	0.00136	0.00135	0.00140	0.00140	0.00139	0.00142	0.00142
30-34	0.00123	0.00126	0.00132	0.00128	0.00128	0.00131	0.00131	0.00131	0.00132	0.00133
35-39	0.00120	0.00123	0.00128	0.00125	0.00125	0.00127	0.00127	0.00127	0.00128	0.00129
40-44	0.00127	0.00128	0.00133	0.00131	0.00130	0.00133	0.00133	0.00133	0.00134	0.00134
45-49	0.00127	0.00129	0.00135	0.00132	0.00131	0.00135	0.00134	0.00134	0.00135	0.00136
50-54	0.00134	0.00135	0.00140	0.00137	0.00137	0.00139	0.00139	0.00139	0.00140	0.00141
55-59	0.00136	0.00137	0.00142	0.00139	0.00139	0.00141	0.00141	0.00141	0.00142	0.00143
60-64	0.00140	0.00141	0.00145	0.00143	0.00143	0.00145	0.00145	0.00144	0.00145	0.00145
65-69	0.00151	0.00151	0.00156	0.00154	0.00154	0.00156	0.00156	0.00156	0.00157	0.00157
70-74	0.00171	0.00168	0.00169	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170	0.00170
75-79	0.00174	0.00172	0.00176	0.00175	0.00175	0.00177	0.00177	0.00176	0.00177	0.00177
80-84	0.00197	0.00192	0.00192	0.00194	0.00193	0.00193	0.00193	0.00193	0.00193	0.00193
>85	0.00193	0.00184	0.00180	0.00184	0.00184	0.00181	0.00181	0.00182	0.00181	0.00180

ตารางที่ ค8 ค่าพยากรณ์อัตราการระงับในสาเหตุภายนอกของการป่วยและตาย เพศหญิงในปีพ.ศ.
2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00020	0.00021
1	0.00037	0.00036	0.00036	0.00036	0.00036	0.00036	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038
2	0.00027	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00027	0.00027	0.00028
3	0.00025	0.00023	0.00022	0.00023	0.00023	0.00024	0.00024	0.00025	0.00025	0.00026
4	0.00025	0.00023	0.00022	0.00022	0.00023	0.00024	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026
5-9	0.00022	0.00021	0.00020	0.00020	0.00020	0.00021	0.00021	0.00022	0.00022	0.00023
10-14	0.00017	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00016	0.00016	0.00017	0.00017	0.00017
15-19	0.00030	0.00028	0.00027	0.00027	0.00028	0.00029	0.00029	0.00030	0.00031	0.00031
20-24	0.00027	0.00026	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00027	0.00027	0.00027
25-29	0.00025	0.00024	0.00023	0.00023	0.00024	0.00024	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025
30-34	0.00026	0.00025	0.00024	0.00024	0.00024	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00026
35-39	0.00027	0.00026	0.00025	0.00025	0.00025	0.00026	0.00026	0.00027	0.00027	0.00027
40-44	0.00028	0.00027	0.00026	0.00027	0.00027	0.00027	0.00028	0.00028	0.00028	0.00028
45-49	0.00031	0.00029	0.00028	0.00029	0.00029	0.00030	0.00030	0.00031	0.00031	0.00031
50-54	0.00032	0.00030	0.00030	0.00030	0.00030	0.00031	0.00031	0.00032	0.00032	0.00033
55-59	0.00034	0.00033	0.00032	0.00032	0.00032	0.00033	0.00033	0.00034	0.00034	0.00035
60-64	0.00037	0.00035	0.00035	0.00035	0.00036	0.00036	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038
65-69	0.00039	0.00037	0.00036	0.00037	0.00037	0.00038	0.00038	0.00038	0.00039	0.00040
70-74	0.00038	0.00036	0.00036	0.00036	0.00037	0.00037	0.00037	0.00038	0.00039	0.00040
75-79	0.00044	0.00042	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00043	0.00044	0.00045	0.00046
80-84	0.00047	0.00046	0.00049	0.00049	0.00049	0.00048	0.00047	0.00048	0.00048	0.00050
>85	0.00039	0.00038	0.00042	0.00041	0.00041	0.00040	0.00039	0.00039	0.00040	0.00043



ภาคผนวก ง

คำพยากรณ์อัถรามรณะในสาเหตุอื่นๆ

เพศชายและหญิง ปีพ.ศ. 2555-2564

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

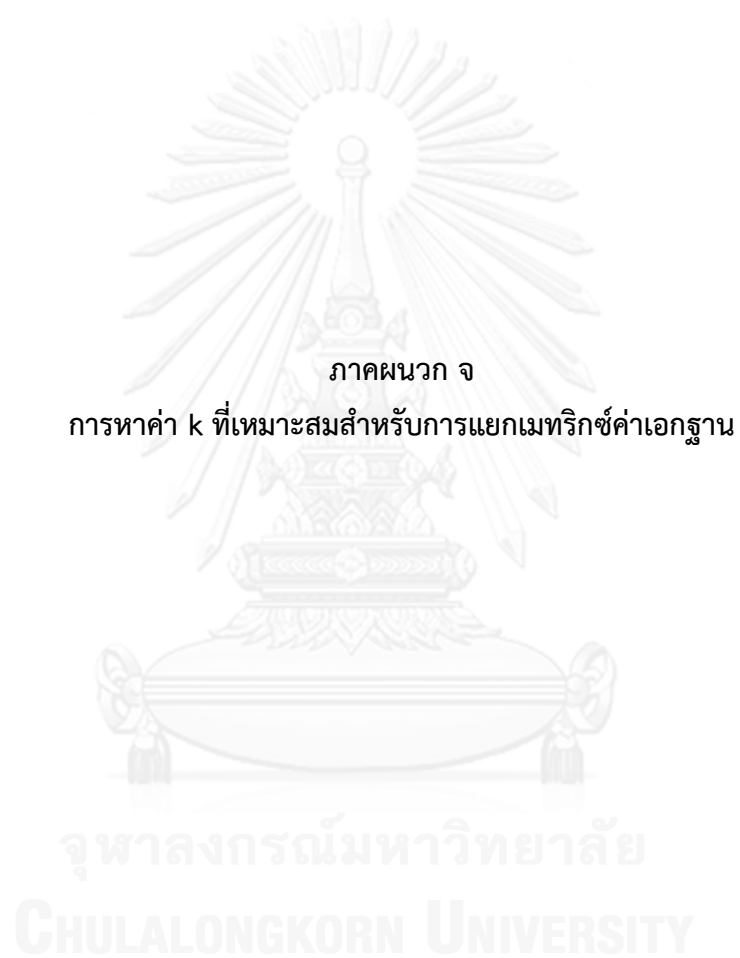
ตารางที่ ง1 ค่าพยากรณ์อัตราการฉะในสาเหตุอื่นๆ เพศชายในปีพ.ศ.2555-2564

อายุปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.0072	0.0070	0.0068	0.0067	0.0065	0.0064	0.0063	0.0062	0.0061	0.0060
1	0.0017	0.0017	0.0018	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0016
2	0.0010	0.0009	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009
3	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
4	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
5-9	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
10-14	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
15-19	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016
20-24	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023
25-29	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
30-34	0.0042	0.0042	0.0041	0.0041	0.0040	0.0040	0.0040	0.0039	0.0039	0.0039
35-39	0.0048	0.0048	0.0047	0.0046	0.0046	0.0046	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045
40-44	0.0055	0.0054	0.0054	0.0053	0.0053	0.0052	0.0052	0.0052	0.0051	0.0051
45-49	0.0063	0.0063	0.0063	0.0062	0.0062	0.0061	0.0061	0.0060	0.0060	0.0060
50-54	0.0085	0.0085	0.0085	0.0084	0.0084	0.0083	0.0083	0.0082	0.0082	0.0082
55-59	0.0115	0.0115	0.0115	0.0114	0.0114	0.0113	0.0113	0.0112	0.0112	0.0111
60-64	0.0153	0.0154	0.0154	0.0153	0.0152	0.0151	0.0151	0.0150	0.0150	0.0149
65-69	0.0234	0.0234	0.0233	0.0231	0.0230	0.0229	0.0228	0.0227	0.0226	0.0225
>70	0.0849	0.0845	0.0842	0.0838	0.0835	0.0833	0.0832	0.0830	0.0829	0.0827

ตารางที่ ง2 ค่าพยากรณ์อัตราการมรณะในสาเหตุอื่นๆ เพศหญิงในปีพ.ศ.2555-2564

อายุ\ปี	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
<1	0.00936	0.00915	0.00880	0.00851	0.00839	0.00816	0.00800	0.00780	0.00741	0.00651
1	0.00111	0.00107	0.00124	0.00137	0.00151	0.00154	0.00159	0.00157	0.00163	0.00161
2	0.00119	0.00116	0.00118	0.00117	0.00120	0.00118	0.00118	0.00115	0.00114	0.00111
3	0.00091	0.00088	0.00092	0.00091	0.00094	0.00092	0.00093	0.00091	0.00090	0.00088
4	0.00091	0.00088	0.00091	0.00091	0.00093	0.00092	0.00092	0.00090	0.00088	0.00084
5-9	0.00066	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	0.00063	0.00062	0.00061	0.00058	0.00052
10-14	0.00066	0.00065	0.00066	0.00066	0.00067	0.00066	0.00066	0.00065	0.00065	0.00064
15-19	0.00171	0.00169	0.00172	0.00172	0.00173	0.00173	0.00173	0.00172	0.00173	0.00172
20-24	0.00212	0.00209	0.00213	0.00213	0.00217	0.00216	0.00216	0.00214	0.00209	0.00200
25-29	0.00257	0.00251	0.00251	0.00250	0.00254	0.00252	0.00245	0.00237	0.00211	0.00162
30-34	0.00302	0.00294	0.00296	0.00294	0.00297	0.00293	0.00286	0.00276	0.00255	0.00217
35-39	0.00334	0.00328	0.00330	0.00328	0.00332	0.00327	0.00324	0.00315	0.00305	0.00285
40-44	0.00366	0.00360	0.00367	0.00367	0.00374	0.00370	0.00370	0.00361	0.00359	0.00347
45-49	0.00426	0.00418	0.00432	0.00432	0.00445	0.00440	0.00445	0.00434	0.00438	0.00429
50-54	0.00550	0.00540	0.00560	0.00560	0.00580	0.00573	0.00582	0.00568	0.00578	0.00569
55-59	0.00720	0.00706	0.00731	0.00728	0.00755	0.00743	0.00757	0.00734	0.00748	0.00733
60-64	0.01106	0.01086	0.01117	0.01110	0.01142	0.01122	0.01139	0.01106	0.01122	0.01099
65-69	0.01573	0.01548	0.01569	0.01554	0.01580	0.01550	0.01566	0.01517	0.01530	0.01492
>70	0.04104	0.04067	0.04076	0.04041	0.04052	0.04000	0.04005	0.03932	0.03928	0.03862

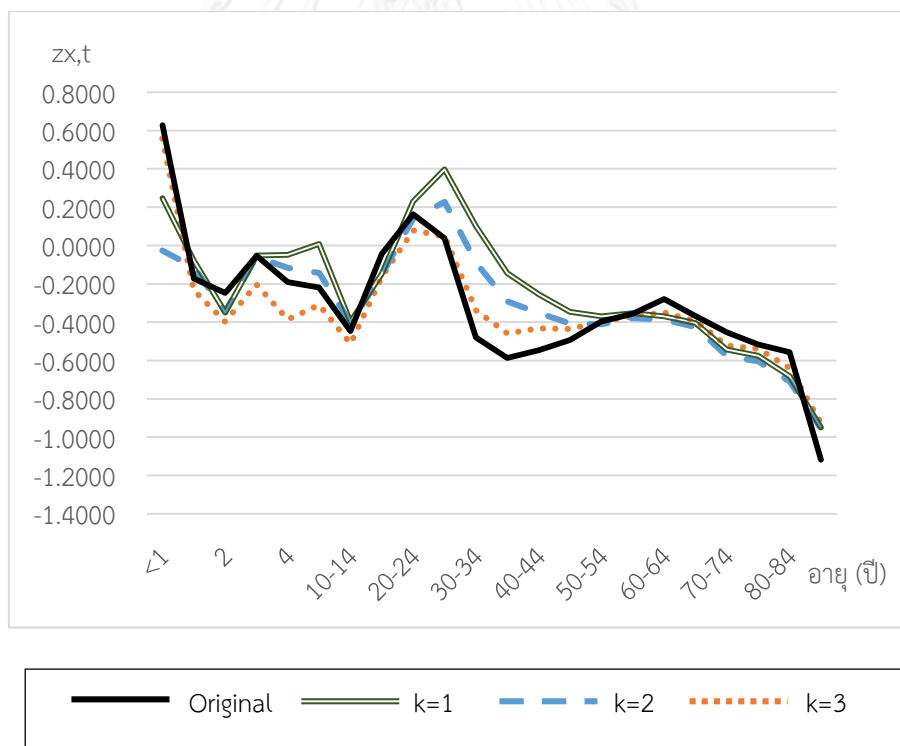




การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบ (Truncated SVD) ต้องเลือกค่า k ที่เหมาะสมในการประมาณค่าเมทริกซ์ ซึ่งค่า k ที่ใช้ยิ่งสูงการประมาณค่าด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานจะใกล้เคียงมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การเลือกค่า k ที่สูงจะทำให้ใช้เวลาในการวิเคราะห์มากขึ้น จึงจำเป็นต้องเลือกค่า k ที่เหมาะสมกับระยะเวลาในการศึกษาและไม่คลาดเคลื่อนมากนัก

ในการศึกษานี้ ได้ทำการเลือกค่า k จากการพิจารณารูปของ $z_{x,t}$ เปรียบเทียบกับค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ เมื่อเลือกค่า k เท่ากับ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ใช้ข้อมูลของปีพ.ศ. 2539 จำแนกตามสาเหตุการตาย เพศ และกลุ่มอายุ ผลการศึกษาพบว่า การแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบโดยเลือกค่า $k=3$ ให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุด อย่างไรก็ตาม โดยส่วนใหญ่แล้วการเลือกค่า $k=2$ ให้ผลไม่ต่างจากการเลือกค่า $k=3$ มากนัก (พิจารณาจากรูปที่ จ1 - จ10) โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลทุกปีจะพบในลักษณะเดียวกัน ดังนั้น เพื่อเป็นการลดเวลาในการวิเคราะห์ จึงเลือกค่า $k=2$ ในการประมาณค่า $z_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบ

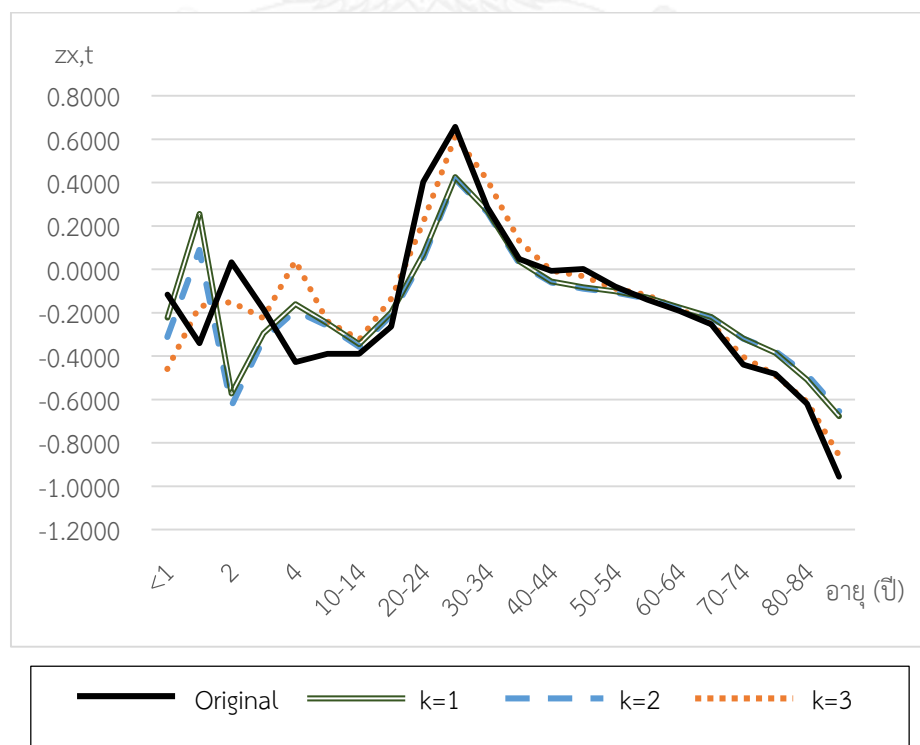
รูปที่ จ1 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคติดเชื้อและปรสิตเพศชาย



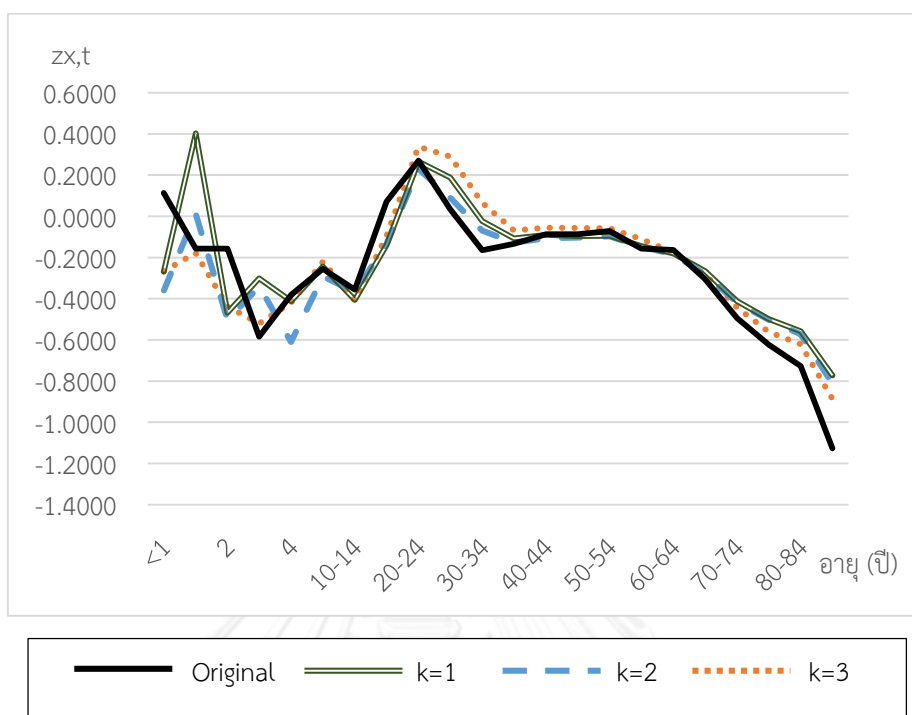
รูปที่ จ2 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคติดเชื้อและปรสิต เพศหญิง



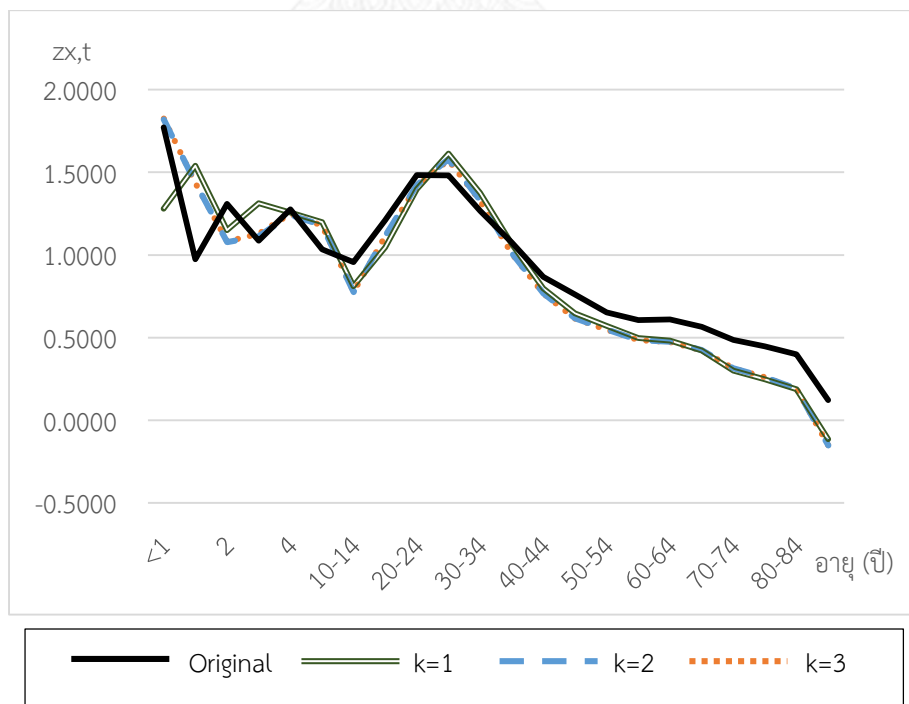
รูปที่ จ3 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในเนื้องอก เพศชาย



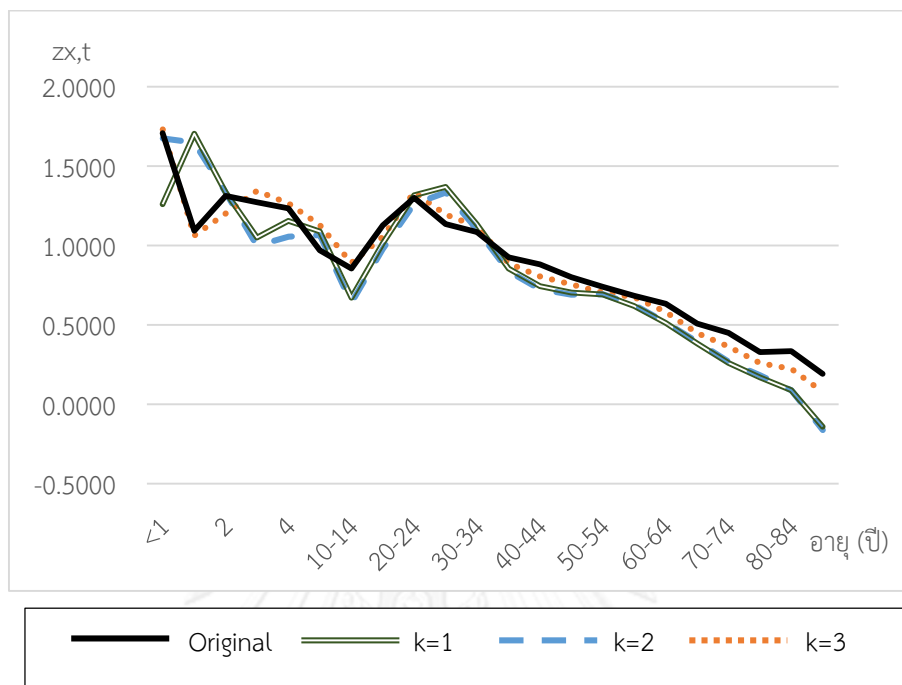
รูปที่ จ4 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในเนื้องอก เพศหญิง



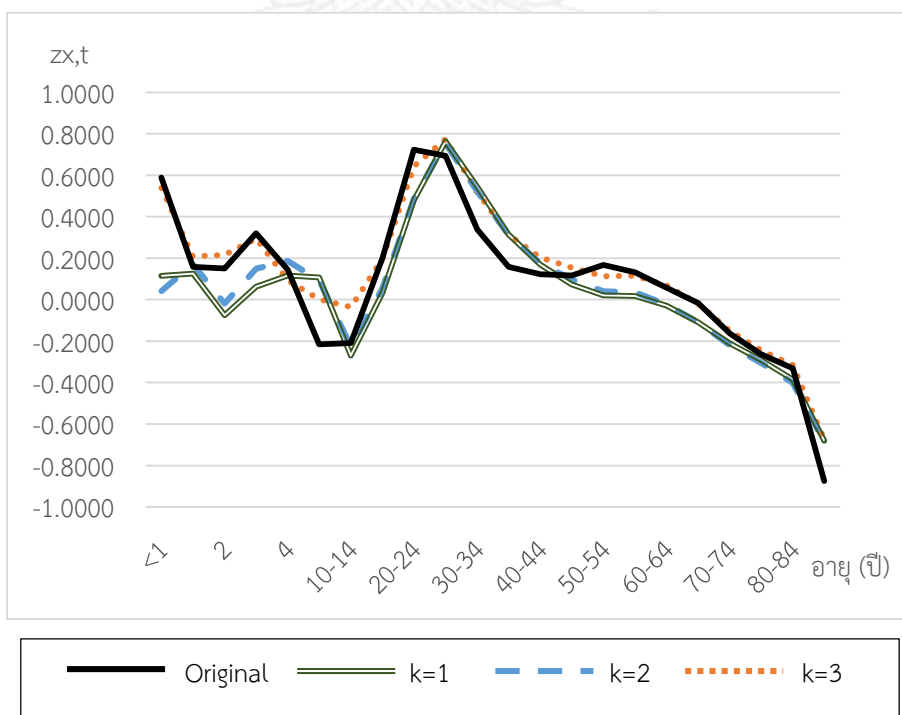
รูปที่ จ5 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคระบบไหลเวียนโลหิต เพศชาย



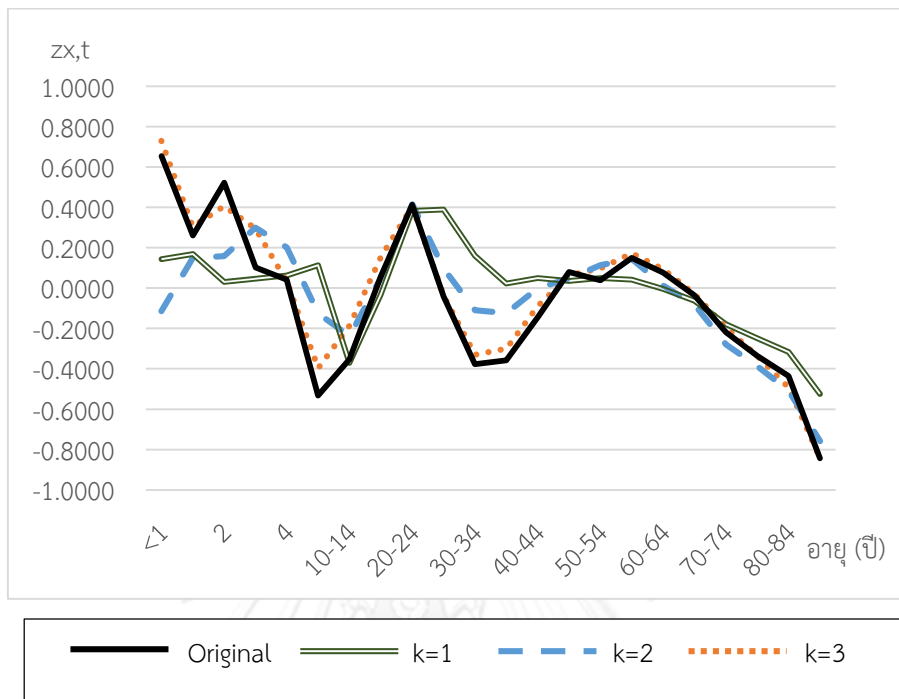
รูปที่ จ6 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคระบบไหลเวียนโลหิตเพศหญิง



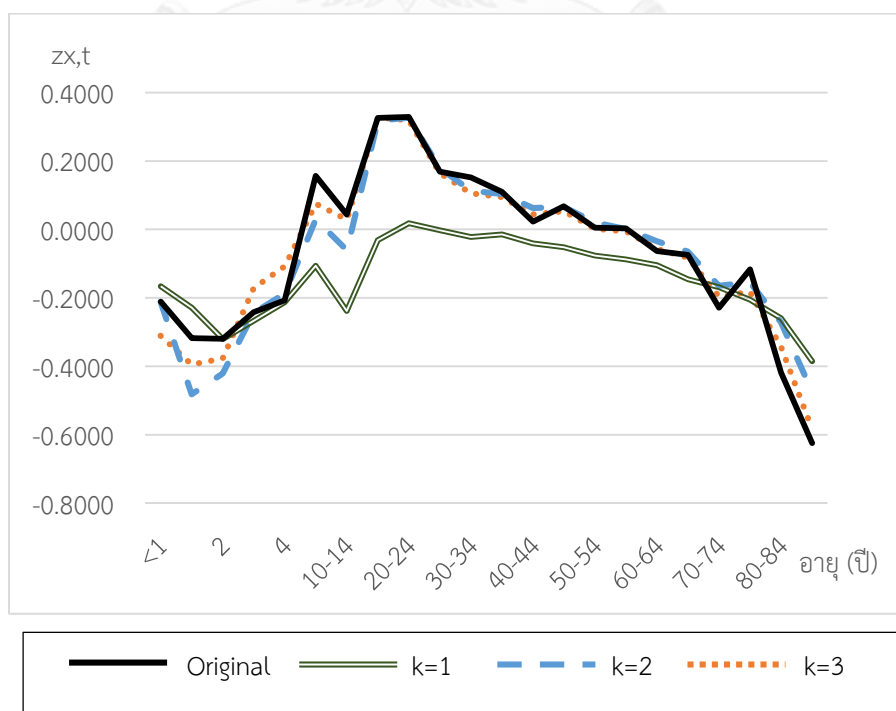
รูปที่ จ7 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรคระบบทางเดินหายใจเพศชาย



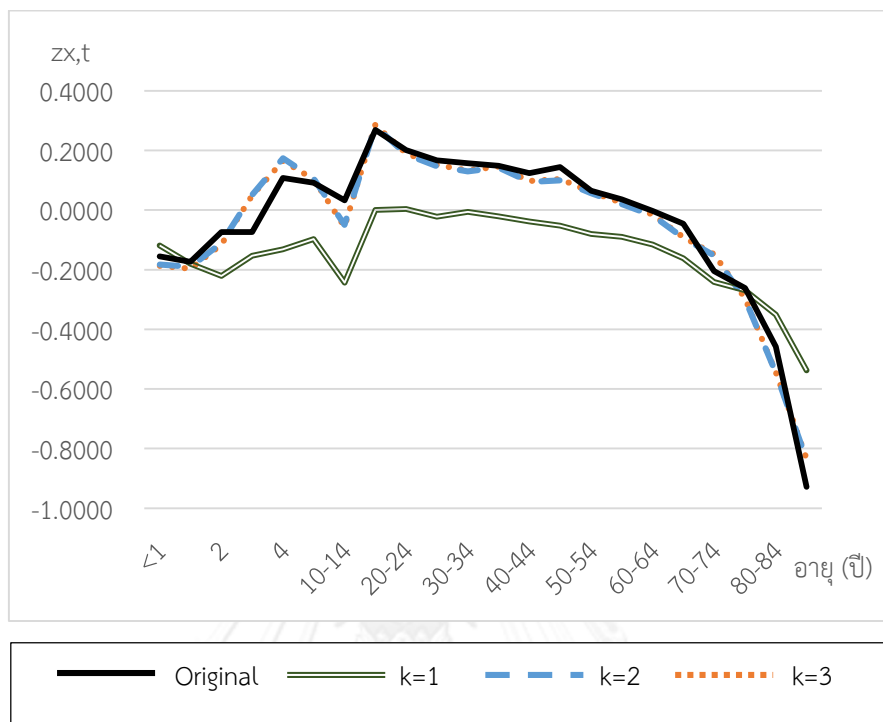
รูปที่ จ8 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในโรครบบทางเดินหายใจ
เพศหญิง



รูปที่ จ9 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในสาเหตุภายนอกของการ
ป่วยและตาย เพศชาย



รูปที่ ๑10 ค่าประมาณ $\hat{z}_{x,t}$ ด้วยวิธีการแยกเมทริกซ์ค่าเอกฐานแบบตัดขอบในสาเหตุภายนอกของ การป่วยและตาย เพศหญิง



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายศึกษา กิรติภรณ์ เกิดเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2532 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จ การศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2553 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2554

การติดต่อ e-mail: suksa.kr@gmail.com



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY