สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบจำลองและโปรแกรมเพื่อช่วยวางแผนควบคุมโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย

MODEL AND PROGRAM FOR CONTROL PLANNING INFLUENZA IN THAILAND

T122890

ธีรวรรณ ภัทรสถิรกุล
ภัทราพร ลิ้มณวสุ
วีวิกา แซ่หลาย

วิศ.
ส646ว
2554
เลขหมู่.....122890
เลขทะเบียน.....
วัน, เดือน, ปี.....26 ก.ย. 2555
b.12431837
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODEL AND PROGRAM FOR CONTROL PLANNING INFLUENZA IN THAILAND

THEERAWAN PHATTHARASATHIRAKUL

PHATTHRAPHORN LIMNAWASU

VEEVIKA SAELHAI

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED MATHMATICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แบบจำลองและโปรแกรมเพื่อช่วยวางแผนควบคุมโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย Model and program for control planning Influenza in Thailand
ชื่อนักศึกษา	นางสาวธีรวรรณ ภัทรสถิรกุล 51050032 นางสาวภัทราพร ลิ้มณวสุ 51050051 นางสาววีวิกา แซ่หลาย 51050062
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
ปีการศึกษา	2554
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2554

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ ประธานกรรมการ	
ดร.เดชา สมนะ กรรมการ	
ผศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แบบจำลองและโปรแกรมเพื่อช่วยวางแผนควบคุมโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย
ชื่อนักศึกษา	นางสาวธีรวรรณ ภัทรสถิรกุล 51050032
	นางสาวภัทราพร ลิ้มณวสุ 51050051
	นางสาววีวิกา แซ่หลาย 51050062
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
ปีการศึกษา	2554
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ในประเทศไทย ผู้จัดทำได้ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์นำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อจะได้เป็นประโยชน์ต่อการสาธารณสุขของประเทศต่อไป ซึ่งการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ ได้จากการศึกษากลไกการติดเชื้อที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ ผู้จัดทำได้พิจารณาการแพร่ระบาดของโรคตามรายเดือน ทฤษฎีความเสถียรของระบบและความสัมพันธ์เวียนบังเกิด นำมาใช้ในการศึกษานี้ แล้วจึงนำข้อมูลของผู้ป่วยและทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และผลเฉลยเชิงตัวเลขได้นำมาแสดงโดยการสร้างเป็นโปรแกรม ผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางหาวิธีการลดอัตราการระบาดของโรคต่อไป

คำสำคัญ : โรคไข้หวัดใหญ่ ทฤษฎีสภาวะเสถียร ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด สมการเชิงอนุพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Model and program for control planning Influenza in Thailand	
Students	Ms.Theerawan Phattharasathirakul	51050032
	Ms.Phatthraphorn Limnawasu	51050051
	Ms.Veevika Saelhai	51050062
Degree	Bachelor of Science	
Major Program	Applied Mathematics	
Academic Year	2011	
Advisor	Asst.Prof.Dr.Puntani Pongsumpun	

ABSTRACT

The purpose of this special problem is to decrease the outbreak of Influenza cases in Thailand. We apply the mathematical knowledge for finding the appropriate model. This should be useful for public health in Thailand. The mathematical model is created by learning mechanism of causing Influenza infection. We consider the monthly distribution of this disease. The steady state theorem and recurrence relation are used in this study. We then take the real data and mathematical theorem to formulate the mathematical model. The numerical results were shown by creating program. The results of this study should be an alternative way to decrease the outbreak of this disease.

Keywords : Influenza, Steady state theorem, Recurrence relations, Differential equation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งจะสำเร็จได้เนื่องจากได้รับคำแนะนำและตอบคำถามต่างๆ ในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้จึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์ ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ คอยแนะนำให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ ดร.เดชา สมนะ และคณาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำโดยตลอดมารวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาทุกท่านที่ช่วยเหลือในด้านการอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนมาโดยตลอด ในท้ายที่สุดนี้ ความงามอันดีที่เกิดจากปัญหาพิเศษนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่งตลอดจนอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

มิถุนายน 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**I**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**II**
กิตติกรรมประกาศ	**III**
สารบัญ	**IV**
สารบัญตาราง	**VI**
สารบัญรูป	**VII**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการ	1
1.3 ขอบเขตปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โรคไข้หวัดใหญ่	3
2.1.1 การระบาดของไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก	5
2.2 อาการของไข้หวัดใหญ่	6
2.2.1 อาการแทรกซ้อน	6
2.3 การระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่	7
2.3.1 ระยะติดต่อ	7
2.3.2 การวินิจฉัย	7
2.3.3 ผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มเสี่ยง	7
2.4 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	11
2.5 การหาผลเฉลยความเสถียรของระบบ	12
2.6 ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด	13
2.6.1 ประเภทของความสัมพันธ์เวียนบังเกิด	13
2.7 การสร้างแบบจำลองสำหรับโรคติดเชื้อ	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว 22

บทที่ 3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามรายเดือนของคนไข้หวัดใหญ่

3.1 ข้อมูลโรคไข้หวัดใหญ่ 23

3.2 แบบจำลองตามรายเดือนสำหรับโรคไข้หวัดใหญ่ 33

บทที่ 4 การวิเคราะห์แบบจำลอง

4.1 หาผลเฉลยสภาวะเสถียร 41

4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม 48

4.3 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม 55

4.4 ตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลของปี พ.ศ.2543 61

4.5 ตัวอย่างการพยากรณ์ข้อมูล 71

บทที่ 5 สรุปผลการจัดทำปัญหาพิเศษและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย 83

5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม 84

5.3 ข้อเสนอแนะ 84

เอกสารอ้างอิง **85**

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 87

ภาคผนวก ข 89

ภาคผนวก ค 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างโรคไข้หวัดใหญ่ โรคไข้หวัดนกและไข้หวัดหมู 9

ตารางที่ 4.1 แสดงการคำนวณของปี พ.ศ.2543 69

ตารางที่ 4.2 แสดงการคำนวณที่ได้จากการพยากรณ์ 82

ตารางที่ ก-1 ตารางค่าวิกฤตสถิติทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงเชื้อไวรัสอินฟลูเอนซา 3

รูปที่ 2.2 แสดงผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ 4

รูปที่ 2.3 แสดงกระบวนการคิดของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 11

รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ SIRS 15

รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ SIS 18

รูปที่ 3.1 แสดงกราฟรวม 11 ปีของผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 – 2553 24

รูปที่ 3.2 แสดงกราฟรวม 10 ปีของผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ตามรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ.2543–2553 25

รูปที่ 3.3 แสดงกราฟจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ แบ่งตามรายเดือนในปี พ.ศ.2552 27

รูปที่ 3.4 กราฟแสดงจังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่มากที่สุดของแต่ละภาคในปีพ.ศ.2552 28

รูปที่ 3.5 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ปี พ.ศ.2552 จังหวัดกาญจนบุรี 29

รูปที่ 3.6 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ปี พ.ศ.2552 จังหวัดสุโขทัย 30

รูปที่ 3.7 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ปี พ.ศ.2552 จังหวัดภูเก็ต 31

รูปที่ 3.8 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ปี พ.ศ.2552จังหวัดอุบลราชธานี 32

รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของประชากรที่ป่วยเป็นโรคไข้หวัดใหญ่ 35

รูปที่ 4.1 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง 49

รูปที่ 4.2 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้ฟื้นไข้ 50

รูปที่ 4.3 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ 51

รูปที่ 4.4 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ 52

รูปที่ 4.5 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ 53

รูปที่ 4.6 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (ต่อ) 54

รูปที่ 4.7 หน้าจอหลักของโปรแกรม 55

รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงรายการต่างๆ ของโปรแกรม 55

รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรค 56

รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก (ต่อ) 57
รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงตารางการเปรียบเทียบระหว่างโรคไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ ไข้หวัดนก และไข้หวัดหมู 58
รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงคู่มือการใช้โปรแกรม 58
รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ 59
รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงการกำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ 59
รูปที่ 4.16 หน้าจอค้นหาข้อมูล 60
รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงการสืบค้นข้อมูลของปี พ.ศ.2543 61
รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อปี พ.ศ.2543 62
รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อปี พ.ศ.2543 62
รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ปี พ.ศ.2543 63
รูปที่ 4.21 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อ ได้ปี พ.ศ.2543 63
รูปที่ 4.22 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อ ได้ปี พ.ศ.2543 64
รูปที่ 4.23 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อของปี พ.ศ.2543 64
รูปที่ 4.24 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังปี พ.ศ.2543 65
รูปที่ 4.25 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังปี พ.ศ.2543 65
รูปที่ 4.26 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ฟื้น ไข้ปี พ.ศ.2543 66
รูปที่ 4.27 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ฟื้น ไข้ปี พ.ศ.2543 66
รูปที่ 4.28 หน้าจอแสดงกราฟสรุปปี พ.ศ.2543 67
รูปที่ 4.29 หน้าจอแสดงการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟปี พ.ศ.2543 68
รูปที่ 4.30 แสดงความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ 68
รูปที่ 4.31 แสดงความผิดพลาดของค่าพารามิเตอร์ 68
รูปที่ 4.32 หน้าจอแสดงการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อทำการพยากรณ์ 71
รูปที่ 4.33 แสดงข้อผิดพลาดจากการกรอกข้อมูลที่ไม่ใช่จำนวนเต็มบวก 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.34 แสดงข้อผิดพลาดจากการกรอกข้อมูลจำนวนคนป่วยในแต่ละเดือนรวมกันแล้วมากกว่าจำนวนประชากรทั้งหมด 72

รูปที่ 4.35 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ 73

รูปที่ 4.36 หน้าจอแสดงรายการต่างๆ 73

รูปที่ 4.37 หน้าจอแสดงจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อที่ได้จากการพยากรณ์ 74

รูปที่ 4.38 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อที่ได้จากการพยากรณ์ 74

รูปที่ 4.39 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์ 75

รูปที่ 4.40 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์ 76

รูปที่ 4.41 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์ 76

รูปที่ 4.42 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์ 77

รูปที่ 4.43 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่ได้จากการพยากรณ์ 78

รูปที่ 4.44 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนของจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่ได้จากการพยากรณ์ 79

รูปที่ 4.45 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ฟื้นไข้ที่ได้จากการพยากรณ์ 79

รูปที่ 4.46 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ฟื้นไข้ที่ได้จากการพยากรณ์ 80

รูปที่ 4.47 หน้าจอแสดงกราฟสรุปของการพยากรณ์ 80

รูปที่ 4.48 หน้าจอแสดงการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟที่ได้จากการพยากรณ์ 81

รูปที่ ข-1 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls 90

รูปที่ ข-2 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls 90

รูปที่ ข-3 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls 91

รูปที่ ข-4 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls 91

รูปที่ ค-1 แสดงไอคอนการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 93

รูปที่ ค-2 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง 93

รูปที่ ค-3 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ) 93

รูปที่ ค-4 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ) 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ค-5 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ) 94

รูปที่ ค-6 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ) 95

รูปที่ ค-7 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ) 95

รูปที่ ค-8 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ) 96

รูปที่ ค-9 ไอคอนโปรแกรม Program For Controlling The Outbreak of Influenza 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรคไข้หวัดใหญ่จะพบได้บ่อยในทุกเพศทุกวัย โดยจะพบได้มากที่สุดคือช่วงฤดูฝน เนื่องจากจะเป็นช่วงที่อากาศมีความชื้นสูงทำให้มีการติดต่อของเชื้อได้ง่าย แพทย์มักจะให้การวินิจฉัยผู้ใหญ่ที่มีอาการตัวร้อนมา 2-3 วัน โดยไม่มีอาการอย่างอื่นชัดเจนว่าเป็นไข้หวัดใหญ่

ไข้หวัดใหญ่เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ (Influenza virus) ซึ่งทำให้เกิดโรคกับระบบทางเดินหายใจ แต่มีความแตกต่างจากไวรัสทางเดินหายใจอื่นๆ ไข้หวัดใหญ่พบมากในทุกอายุ โดยเฉพาะในเด็กจะพบมากเป็นพิเศษ แต่การเสียชีวิตของผู้ป่วยมักจะพบในผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 65 ปีหรือผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคปอด โรคไต เป็นต้น ไข้หวัดเป็นการติดเชื้อไวรัสทำให้เกิดอาการน้ำมูกไหลมีไข้ไม่สูง สำหรับไข้หวัดใหญ่เป็นการติดเชื้อจากไวรัส ที่เรียกว่า เชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ (Influenza virus) เป็นการติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจซึ่งอาจจะลามลงไปปอด ผู้ป่วยจะมีอาการค่อนข้างเร็ว ไข้สูงกว่าไข้หวัด ปวดศีรษะอย่างรุนแรง ปวดกล้ามเนื้ออ่อนเพลียอย่างฉับพลันเนื่องจากไข้หวัดใหญ่มีอาการรุนแรงและอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้โดยเฉพาะผู้ที่มีความต้านทานร่างกายไม่แข็งแรง

ไข้หวัดใหญ่เป็นโรคที่เคยล้างผลาญชีวิตมนุษย์อย่างร้ายแรงมาแล้วในอดีต ปี พ.ศ. 2461 เป็นครั้งแรกที่มีรายงานการระบาดของ Spanish Flu จาก subtype H1N1 ที่ทำให้คนทั่วโลกเสียชีวิตราว 20-40 ล้านคน ต่อมามีการระบาดที่มีชื่อว่า Asian Flu (H2N2)และ Hong KongFlu (H3N2)ในปี พ.ศ. 2500 และ 2511 ครั้งล่าสุด คือ ปี 2520 เป็นการระบาดของ Russian Flu (H1N1)

ไข้หวัดใหญ่ต้องมีการเฝ้าระวังอยู่ตลอดมาเพราะถือว่ามีความร้ายแรง ดังนั้นจากเหตุผลที่สำคัญเหล่านี้จึงสมควรอย่างยิ่งที่ควรจะลดการระบาดของไข้หวัดใหญ่โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับโรคไข้หวัดใหญ่และเขียนโปรแกรมเพื่อหาจำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ จำนวนผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ และจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2553 โดยใช้ทฤษฎีความเสถียรของระบบ (Steady state theorem) ซึ่งนำไปสู่แนวทางการหาวิธีการป้องกันโรคและลดจำนวนผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

วิเคราะห์จำนวนผู้ป่วยสำหรับแต่ละเดือนของแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2553 เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับโรคไข้หวัดใหญ่ และเขียนโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์หาจำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ จำนวนผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1) รวบรวมข้อมูลของโรคไข้หวัดใหญ่
2) รวบรวมข้อมูลสถิติการเกิดโรคโดยแยกตามเดือนของประเทศไทย
3) วิเคราะห์ข้อมูลสถิติการเกิดโรคโดยแยกตามเดือนของประเทศไทยในเชิงลึก
4) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับโรคไข้หวัดใหญ่
5) วิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
6) เขียนโปรแกรมภาษา C# โดยใช้โปรแกรม Visual Studio เพื่อใช้ในการแสดงผลลัพธ์
7) ทดลองนำแบบจำลองไปใช้จริงกับข้อมูล และใช้กับการคาดการณ์จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ จำนวนผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้และจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ช่วยในการลดงบประมาณของประเทศไทยในการรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคไข้หวัดใหญ่
2) เพื่อเสนอแนวทางใหม่ในการลดการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่
3) เพื่อเฝ้าระวังการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่
4) เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยสำหรับผู้ที่มีความสนใจในหัวข้อ และแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคไข้หวัดใหญ่

โรคไข้หวัดใหญ่ (Influenza) เป็นโรคที่พบได้บ่อยในทุกคนทุกเพศทุกวัย พบได้เกือบทั้งปี แต่จะเป็นมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งบางปีอาจจะพบการระบาด พบเป็นสาเหตุอันดับต้นๆ ของอาการไข้ที่เกิดขึ้นเฉียบพลัน แพทย์มักจะให้การวินิจฉัยผู้ใหญ่ที่มีอาการตัวร้อนมา 2-3 วัน โดยไม่มีอาการอย่างอื่นชัดเจนว่าเป็นไข้หวัดใหญ่ ซึ่งบางครั้งก็อาจพบการผิดพลาดได้

โรคไข้หวัดใหญ่ เกิดจากการติดเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ ที่มีชื่อเรียกว่า ไวรัสอินฟลูเอนซา (Influenzavirus) ซึ่งเป็นไวรัสที่มีเปลือกหุ้ม (Envelop) มีสารพันธุกรรมเป็น RNA สายเดี่ยวที่มีลักษณะเป็นท่อน ๆ ปัจจุบันสามารถแบ่งเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ ชนิด เอ บี และซี เป็นต้น ในปัจจุบันพบว่าเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อและระบาดอย่างต่อเนื่องในมนุษย์ และสัตว์ชนิดต่าง ๆ นั้นจัดอยู่ในกลุ่มเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิด เอ (Influenza Avirus) ซึ่งมีรหัสพันธุกรรมเป็นท่อน ๆ (segments) ทั้งสิ้น 8 ท่อน ได้แก่ PB2, PB1,PA, HA, NP, NA, M และ NS และสามารถสร้างโปรตีนได้ 10 ชนิด ได้แก่ PB2, PB1, PA,HA, NP, NA, M1, M2, NS1 และ NS2 เป็นต้น

รูปที่ 2.1 แสดงเชื้อไวรัสอินฟลูเอนซา (Influenzavirus)

เชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่มีรูปร่างหลายแบบเช่นกลม หรือเป็นสายยาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 100 นาโนเมตร แต่พวกที่เป็นสายยาวอาจมีความยาวหลายไมโครเมตร มีสายพันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น RNA สายเดี่ยวมีขั้วไฟฟ้า (polarity) เป็นลบ และแยกเป็นชิ้น โดย ชนิด A และ ชนิด B มี 8 ชิ้น ส่วน ชนิด C มี 7 ชิ้น ชั้นนอกของไวรัสเป็นเปลือกหุ้ม ซึ่งเป็นส่วนประกอบของไขมันและไกลโคโปรตีน

ไวรัสสามารถเปลี่ยนแปลงแอนติเจนได้ง่ายโดย การเปลี่ยนแปลงแอนติเจน(antigenic drift) เพียงเล็กน้อยหรือมีการเปลี่ยนยีนในกรณีที่เซลล์มีการติดเชื้อ 2 ชนิดย่อย (subtypes) ที่แตกต่างกัน กลายเป็นไวรัสชนิดย่อยใหม่ การเปลี่ยนแปลงแอนติเจน (antigenic shift) ซึ่งทำให้เกิดไวรัสสายพันธุ์ใหม่ขึ้นมาได้ และเป็นสาเหตุที่ก่อระบาดวิทยาใหญ่ทั่วโลกบ่อยกว่าไวรัสอื่น

รูปที่ 2.2 แสดงผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่

ชนิด A แบ่งย่อยเป็นหลายชนิดย่อย (subtypes) ตามความแตกต่างของ H และ N แอนติเจน ในคนที่พบได้คือ H1N1,H2N2,H3N2 และ H5N1

คนพบ 4 ชนิดได้แก่ H1N1,H2N2,H3N2 และH5N1

สุกรพบ 3 ชนิดได้แก่ H1N1,H1N2 และH3N2

ม้าพบ 2 ชนิดได้แก่ H3N8 และH7N7

สัตว์ปีกพบทุกชนิดได้แก่ H1-15 และN1-9

ชนิดB ไม่มีชนิดย่อย (subtypes) พบเฉพาะในคน

ชนิด C ไม่มีชนิดย่อย (subtypes) พบในคนและสุกร

การแยกสายพันธุ์ของเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ อาศัยหลักการทางด้านเซรุ่มวิทยา (Serology)ในการระบุความแตกต่างของไกลโคโปรตีน ที่เปลือกผิวชั้นนอกของไวรัส ได้แก่ Hemagglutinin (HA) และ Neuraminidase (NA) ในปัจจุบันสามารถแบ่ง HA ได้ 16 ชนิด และ NA ได้ 9 ชนิด ดังนั้นการระบุสายพันธุ์ของไวรัสจึงต้องระบุทั้งชนิดของ HA และ NA ประกอบกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าเชื้อไวรัสมี Haemagglutininชนิดที่ 1 และ Neuraminidase ชนิดที่ 1 ก็จะเรียกได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิด A สายพันธุ์ H1N1 เป็นต้น ซึ่งความหลากหลายของสายพันธุ์ที่แตกต่างกันของเชื้อไวรัส ก็จะมีความจำเพาะของการติดเชื้อในสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน

ชนิด A ก่อให้เกิดการติดเชื้อในมนุษย์และสัตว์หลายชนิด เช่น ม้า สุกร นก ไก่ เป็นต้น โรคไข้หวัดใหญ่ที่พบในมนุษย์มีสาเหตุเกิดจาก ชนิด A ประมาณร้อยละ 80 นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุของการระบาดใหญ่ทั่วโลกด้วย เป็นประเภทที่มีการเปลี่ยนแปลงแอนติเจนของฮีแมกกลูตินิน และนิวรามินิเดสไปจากเดิมมากจนกระทั่งเกิดเป็นไวรัสชนิดใหม่เพิ่มขึ้นมาอยู่เรื่อยๆ

ชนิด B เป็นสาเหตุของโรคไข้หวัดใหญ่ที่พบรองลงมาจาก ชนิด A ก่อการติดเชื้อเฉพาะในมนุษย์เท่านั้น มักพบในเด็กมากกว่าในผู้ใหญ่ ไวรัสไข้หวัดใหญ่ ชนิด B มีการเปลี่ยนแปลงแอนติเจนของฮีแมกกลูตินินเช่นกัน แต่ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากพอที่จะจัดเป็นไวรัสชนิดย่อยใหม่

ชนิด C มีรายงานการติดเชื้อในมนุษย์ และสุกร ไม่ค่อยมีความสำคัญทางคลินิก มนุษย์ติดเชื้อโดยไม่แสดงอาการ หรือแสดงอาการอย่างอ่อน คุณสมบัติของไวรัสประเภทนี้ค่อนข้างแตกต่างไปจากชนิด A และ ชนิด B

2.1.1 การระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก

การระบาดใหญ่เกิดขึ้นจากการอุบัติของไวรัสชนิดใหม่ เรียงลำดับดังนี้

พ.ศ. 2461-2462 (ค.ศ.1918-1919) ไวรัสไข้หวัดใหญ่ A ชนิดย่อย H1N1 (ในยุคนั้นยังไม่สามารถตรวจแยกเชื้อได้ การตรวจชนิดของเชื้อไวรัสเกิดขึ้นภายหลัง) มีชื่อว่าไข้หวัดใหญ่สเปน (Spainish flu) เป็นการระบาดทั่วโลกครั้งร้ายแรงที่สุด คร่าชีวิตผู้คนไปประมาณ 50 ล้านคน (มากกว่าผู้คนที่เสียชีวิตจากสงครามโลกครั้งที่ 1 เสียอีก) เป็นผู้ที่อยู่ในสหรัฐอเมริกาถึงกว่า 500,000 คน

พ.ศ. 2500-2501 (ค.ศ.1957-1958) ไวรัสไข้หวัดใหญ่ A ชนิดย่อย H2N2 มีชื่อว่าไข้หวัดใหญ่เอเชีย (Asian flu) เริ่มที่ตะวันออกไกลก่อนระบาดไปทั่วโลก มีผู้เสียชีวิต 70,000 คนในสหรัฐอเมริกา การระบาดในครั้งนี้สามารถตรวจพบและจำแนกเชื้อได้รวดเร็ว และผลิตวัคซีนออกมาฉีดป้องกันได้ทัน จึงมีผู้เสียชีวิตไม่มากนัก

พ.ศ. 2511-2512 (ค.ศ.1968-1969) ไวรัสไข้หวัดใหญ่ A ชนิดย่อย H3N2 มีชื่อว่าไข้หวัดใหญ่ฮ่องกง (Hong Kong flu) รายงานผู้ป่วยรายแรกเป็นชาวฮ่องกง แล้วจึงแพร่กระจายออกไป มีผู้เสียชีวิตประมาณ 34,000 คนในอเมริกา เป็นชนิดย่อยที่มีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายไข้หวัดใหญ่เอเชีย (H2N2) จึงมีผู้ป่วยจำนวนไม่มากนัก เพราะมีภูมิคุ้มกันอยู่บ้างแล้ว

พ.ศ. 2520-2521 (ค.ศ.1977-1978) ไวรัสไข้หวัดใหญ่ A ชนิดย่อย H1N1 กลับมาระบาดใหม่ มีชื่อว่าไข้หวัดใหญ่รัสเซีย (Russian flu) เริ่มระบาดที่ประเทศจีนตอนเหนือแล้วกระจายไปทั่วโลก ทราบภายหลังว่าเป็นไวรัสชนิดเดียวกับที่กระจายอยู่ทั่วไปก่อนปี พ.ศ. 2500 คือ ไข้หวัดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปน (H1N1) ที่ระบาดเมื่อปี พ.ศ. 2461-2462 (ก่อนถูกแทนที่ด้วยไข้หวัดใหญ่เอเชีย คือชนิดย่อย H2N2 ในปี พ.ศ. 2500) ผู้ที่อายุเกิน 23 ปีในขณะนั้น ส่วนใหญ่มีภูมิต้านทานโรคแล้วจากการระบาดครั้งก่อน จึงเกิดโรครุนแรงเฉพาะผู้ที่อายุน้อยกว่า 23 ปี ที่ไม่มีภูมิต้านทานต่อเชื้อไวรัสชนิดนี้เท่านั้น

พ.ศ. 2552 (ค.ศ.2009) ไวรัสไข้หวัดใหญ่ A ชนิดย่อย H1N1 เป็นไวรัสที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างไวรัสไข้หวัดใหญ่นก ไข้หวัดใหญ่หมูและไข้หวัดใหญ่มนุษย์ เกิดเป็นไวรัสไข้หวัดใหญ่พันธุ์ผสม กลับมาระบาดอีกครั้ง มีชื่อว่าไข้หวัดใหญ่เม็กซิโก (Mexican flu) หรือชื่อใหม่ว่าไวรัสไข้หวัดใหญ่ A ชนิดย่อย H1N1 2009 เริ่มระบาดที่ประเทศเม็กซิโกเมื่อเดือนมีนาคม แล้วกระจายสู่สหรัฐอเมริกา แคนาดา นิวซีแลนด์ ฯลฯ

2.2 อาการของโรคไข้หวัดใหญ่

มักจะเกิดขึ้นทันทีทันใดด้วยอาการไข้สูง ตัวร้อน หนาว ปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อมาก โดยเฉพาะที่หลัง ต้นแขนต้นขา ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ขมในคอ คัดจมูก มีน้ำมูกใสๆ ไอแห้งๆ จุกแน่นท้อง แต่บางรายอาจไม่มีอาการคัดจมูก หรือเป็นหวัดเลยก็ได้ มีข้อสังเกตว่า ไข้หวัดใหญ่มักเป็นหวัดน้อย ไข้มักเป็นอยู่ 2-4 วัน แล้วค่อยๆ ลดลง อาการไอและอ่อนเพลีย อาจเป็นอยู่ 1-4 สัปดาห์ แม้ว่าอาการอื่นๆ จะหายลงแล้ว บางรายเมื่อหายจากไข้หวัดใหญ่แล้วอาจมีอาการเวียนศีรษะเนื่องจากการอักเสบของอวัยวะการทรงตัวในหูชั้นใน ซึ่งมักจะหายเอง ใน 3-5 วัน

ไข้หวัดใหญ่ที่ไม่มีโรคแทรกซ้อน ระยะฟักตัว 1-4 วัน โดยเฉลี่ย 2 วันผู้ป่วยจะมีอาการอ่อนเพลียอย่างฉับพลัน เบื่ออาหาร คลื่นไส้ ปวดศีรษะอย่างรุนแรงปวดตามแขนขา ปวดข้อ ปวดรอบตา ไข้สูง 39-40 องศา เจ็บคอ และ คอแดง มีน้ำมูกใสไหล ไอแห้ง ๆ ตามตัวจะร้อน แดง ตาแดง อาการอาเจียน หรือท้องเดิน ไข้เป็น 2-4 วันแล้วค่อยๆ ลดลง แต่อาการคัดจมูก และแสบคอยังคงอยู่ โดยทั่วไปจะหายใน 1 สัปดาห์

2.2.1 อาการแทรกซ้อน

โรคไข้หวัดใหญ่ส่วนมากจะหายได้เองโดยไม่มีภาวะแทรกซ้อน ภาวะแทรกซ้อนจะเกิดขึ้นเป็นส่วนน้อย ที่พบได้บ่อย ได้แก่ ไซนัสอักเสบ หูชั้นกลางอักเสบ หูชั้นในอักเสบ หลอดลมอักเสบ ภาวะที่สำคัญคือปอดอักเสบ ซึ่งมักจะเกิดจากแบคทีเรียพวก นิวโมค็อกคัส หรือสเตฟฟิโลค็อกคัส ภาวะแทรกซ้อนที่ร้ายแรงมักจะเกิดในเด็ก ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ที่สูบบุหรี่จัด หรือผู้ป่วยที่มีโรคเรื้อรังทางปอดหรือหัวใจ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ที่จะมีโอกาสแทรกซ้อนถึงตายได้นั้นนับว่าน้อยมาก มักจะเกิดขึ้นในเด็กเล็ก หรือผู้ป่วยเรื้อรัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่

เชื้อโรคไข้หวัดใหญ่สามารถระบาดได้โดย

- เชื้อสามารถติดต่อจากคนหนึ่งไปอีกคนหนึ่งโดยการหายใจได้รับน้ำมูก หรือ เสมหะของผู้ป่วยโดยเชื้อจะผ่านเข้าทางเยื่อบุตาจมูก และปาก
- การที่คนได้สัมผัสสิ่งที่ปนเชื้อโรค เช่น ผ้าเช็ดหน้า ช้อน แก้วน้ำ การจูบ
- การที่มือไปสัมผัสเชื้อแล้วขยี้ตา หรือ เอาเข้าปาก

2.3.1 ระยะติดต่อ

ระยะเวลาที่ติดต่อคนอื่นคือ 1 วันก่อนเกิดอาการ, 5 วันหลังจากมีอาการ ในเด็กอาจจะแพร่เชื้อ 6 วันก่อนมีอาการ และแพร่เชื้อได้นาน 10 วันมีระยะการฟักตัวของโรคประมาณ 1-4 วัน เฉลี่ย 2 วัน

2.3.2 การวินิจฉัย

การวินิจฉัยไข้หวัดใหญ่จะอาศัยประวัติและการตรวจร่างกายเป็นหลักโดยเฉพาะช่วงที่มีการระบาดของเชื้อ การวินิจฉัยจะทำได้ โดย

- นำไม้พันสำลีแหย่ที่คอ หรือจมูก แล้วนำไปเพาะเชื้อ
- เจาะเลือด
- ตรวจหาภูมิคุ้มกันต่อเชื้อโดยต้องเจาะ 2 ครั้งห่างกัน 2 ชั่วโมงแล้วเปรียบการเพิ่มของภูมิคุ้มกันที่มีต่อเชื้อ
- การตรวจหาแอนติเจน
- การตรวจโดยวิธี PCR (Polymerase Chain Reaction) เป็นวิธีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอแล้วทำการทดลองสำหรับผู้ใหญ่ที่เป็นไข้หวัดใหญ่อาการที่พบ คือ
- ไข้สูง และเป็นมานาน
- หายใจลำบาก หรือหายใจหอบ
- เจ็บหรือแน่นหน้าอก
- หน้ามืดเป็นลม
- สับสน
- อาเจียน รับประทานอาหารไม่ได้

2.3.3 ผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มเสี่ยง

ผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มเสี่ยงควรพบแพทย์ทันทีที่เป็นไข้หวัดใหญ่ เนื่องจากโอกาสเกิดโรคแทรกซ้อน ได้แก่

- ผู้ที่มีโรคเรื้อรังประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคตับ โรคไต เบาหวาน หอบหืด มะเร็ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สตรีมีครรภ์
- ผู้ป่วยโรคเอดส์
- ผู้ที่พักในบ้านพักคนชรา
- ผู้ป่วยอายุมากกว่า 65 ปี ขึ้นไป
- ผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่ที่มีอาการต่อไปนี้ต้องเข้าโรงพยาบาล
- มีอาการขาดน้ำ ไม่สามารถดื่มน้ำได้อย่างเพียงพอ
- ไอ แล้วเสมหะมีเลือดปน
- หายใจลำบาก หายใจหอบ
- สีริมฝีปากเปลี่ยนเป็นสีเขียว
- ไข้สูงมากผู้ป่วยเพ้อ
- มีอาการไข้ และไอหลังจากที่อาการไข้หวัดใหญ่หายไปแล้ว

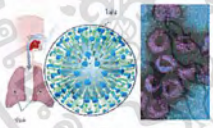
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างโรคไข้หวัดใหญ่ โรคไข้หวัดนกและโรคไข้หวัดหมู

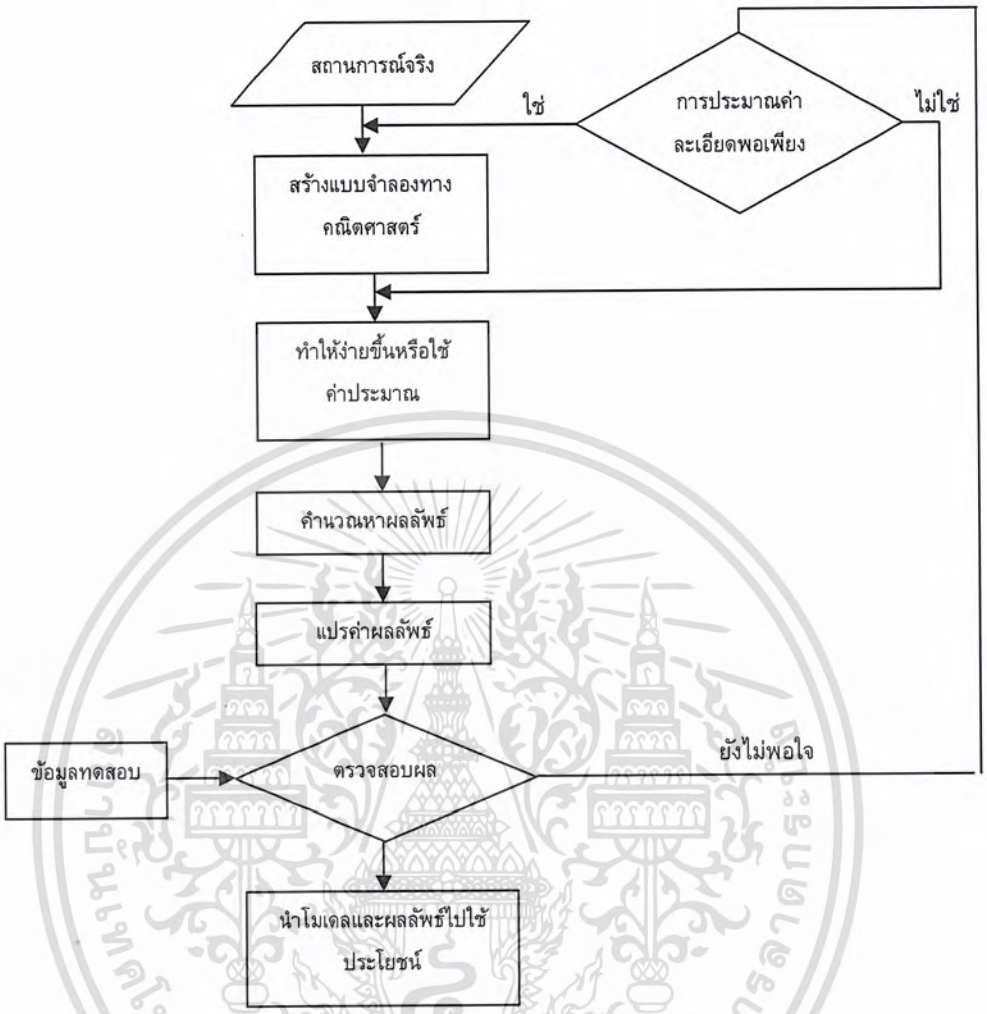
ชนิดของโรค	เชื้อไวรัส	การติดต่อของโรค	อาการของโรค
โรคไข้หวัดใหญ่	ไวรัสอินฟลูเอนซา (Influenzavirus) 	เชื้อนี้จะติดต่อได้ง่าย การติดต่อสามารถติดต่อได้โดย - เชื้อสามารถติดต่อจากคนหนึ่งโดยการหายใจได้รับน้ำมูก หรือ เสมหะของผู้ป่วย โดยเชื้อจะผ่านเข้าทางเยื่อบุตาจมูก และปาก - ผ้าเช็ดหน้า ช้อน แก้วน้ำ การจูบ - การที่มือไปสัมผัสเชื้อแล้วขยี้ตา หรือ เอาเข้าปาก	ไข้หวัดใหญ่ที่ไม่มีโรคแทรกซ้อน ระยะฟักตัว 1-4วัน โดยเฉลี่ย 2 วัน - ผู้ป่วยจะมีอาการอ่อนเพลียอย่างฉับพลัน - เบื่ออาหาร คลื่นไส้ - ปวดศีรษะอย่างรุนแรง - ปวดตามแขนขา ปวดข้อ ปวดรอบตา - ไข้สูง 39-40องศา - เจ็บคอ และ คอแดง มีน้ำมูกใสไหล - ไอแห้ง ๆ - ตามตัวจะร้อน แดง ตาแดง
โรคไข้หวัดนก	Avian Influenza หรือ Avian Flu เรียกชื่อย่อว่า AI เป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ ชนิดเอ ในตระกูล Orthomyxoviridaeซึ่งเป็น RNA ไวรัส 	**วิธีการติดต่อระหว่างสัตว์** ไวรัสจะถูกขับออกมาทางอุจจาระจากนกและติดต่อสู่สัตว์ปีกที่ไวรับเชื้อ ทางระบบทางเดินหายใจ และทางเดินอาหาร **วิธีการติดต่อระหว่างสัตว์สู่คน** คนสามารถติดเชื้อจากสัตว์ได้จากการสัมผัสสัตว์ป่วยโดยตรง และโดยทางอ้อมจากการสัมผัสกับสิ่งคัดหลั่งจากสัตว์ที่เป็นโรค เช่น อุจจาระ น้ำมูก น้ำตาน้ำลายของสัตว์ป่วยผู้ที่มีอาชีพ และใกล้ชิดสัตว์ปีก เช่น ผู้เลี้ยง ฆ่า ขนส่ง ขนย้ายผู้ขายสัตว์ปีกและซากสัตว์ปีก	ในคนที่ติดเชื้อ จะมีการไข้สูงมากกว่า 38 องศาหนาวสั่น ปวดเมื่อยตามข้อไอแห้ง ตาแดง มักพบอาการปวดบวมในผู้ป่วยทุกคนขณะที่ผู้ที่มีโรคประจำตัวอาจมีอาการรุนแรง หายใจลำบาก หอบและอาจมีอาการระบบหายใจล้มเหลวอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งเสียชีวิตได้ ส่วนมากมีระยะเวลาป่วย 5-13 วัน และหากติดเชื้อไข้หวัดนกแล้วมีโอกาสเสียชีวิตถึงร้อยละ 70-80 ส่วนมากจะเสียชีวิตจากภาวะหัวใจล้มเหลวในวันที่ 9-10 หลังมีอาการป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคไข้หวัดหมู	ไข้หวัดใหญ่สายพันธ์ใหม่ ชนิด A 2009 H1N1 	การแพร่ติดต่อเช่นเดียวกับโรคไข้หวัดใหญ่ในคน คือ 1. แพร่ไปยังผู้อื่นโดยการไอหรือจามรดกัน โดยที่เชื้อจะอยู่ในเสมหะ น้ำมูก น้ำลาย 2. ติดจากมือและสิ่งของที่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่และเชื้อจะเข้าสู่ร่างกายทางจมูกและตา หากนำมือที่มีเชื้อไปสัมผัสร่างกาย เช่นการแคะจมูก และการขยี้ตา	ผู้ติดเชื้อจะมีอาการคล้ายกับผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่ที่เกิดขึ้นตามปกติ คือมีไข้ขึ้นสูง ติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ไอ คลื่นไส้อาเจียนปวดเมื่อยตามร่างกายรุนแรง ท้องร่วง และปวดศีรษะรุนแรงอาการป่วยจะพัฒนารวดเร็วและจะมีอาการหายใจลำบากอย่างรุนแรงภายใน 5 วันทั้งนี้อาจจะพบว่าผู้ที่รับเชื้อจะแสดงอาการไม่รุนแรง
โรคไข้หวัด	Coryza viruses ประกอบด้วย Rhino-viruses เป็นสำคัญ เชื้อชนิดอื่นๆ มี Adenoviruses, Respiratory syncytial virus 	โรคนี้มักจะระบาดในฤดูหนาวเนื่องจากความชื้นต่ำและอากาศเย็นเราสามารถติดต่อจากน้ำลาย และเสมหะผู้ป่วยนอกจากนั้นมือที่เปื้อนเชื้อโรคก็สามารถทำให้เกิดโรคได้โดยผ่านทางจมูกและตาผู้ป่วยสามารถแพร่เชื้อได้ก่อนเกิดอาการและ 1-2 วัน	ผู้ใหญ่ มีอาการจาม และน้ำมูกไหลจะนำมาก่อน อ่อนเพลีย ปวดศีรษะเล็กน้อย แต่มักไม่ค่อยมีไข้ เชื้อจะออกจากทางเดินหายใจของผู้ป่วย 2-3 ชั่วโมงและหมดใน 2 สัปดาห์ บางรายอาจมีอาการปวดหู เยื่อแก้วหูมีเลือดคั่งบางรายเยื่อบุตาอักเสบ เจ็บคอกลืนลำบาก โรคมักเป็นไม่เกิน 2-5 วันแต่อาจมีน้ำมูกไหลนานถึง 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงกระบวนการคิดของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแบบที่ช่วยในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ เพื่อจะนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ไขปัญหา ตัวแบบนี้อาจจะเป็นโปรแกรม ที่มีความสามารถในการใช้สูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาคำตอบ หรือจำลองให้เห็นภาพของข้อมูล เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาโดยที่สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้ดังนี้คือ

1. เป็นเครื่องช่วยคิด (An aid to thought) เช่น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) แบบจำลองชนิดนี้ต้องอาศัยสูตรหรือสมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ มีองค์ประกอบของการกำหนดฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ (Objective function) ตัวแปรอิสระ (Independent variable) ตัวแปรตาม (Dependent variable) ฟังก์ชันภายใต้ข้อจำกัด (Constrain function) และขอบเขตของตัวแปรในการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เป็นเครื่องสื่อความหมาย (An aid to communication) แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของปัญหาที่เราสนใจ และช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรมปัญหาและการแก้ปัญหาที่สนใจได้

3. เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย (A tool of prediction) จากการที่แบบจำลองจะช่วยให้พฤติกรรมของปัญหา ก็จะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองสามารถคาดคะเนหรือทำนายได้ว่า เมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของแบบจำลองเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับสถานการณ์ที่เราสนใจ

4. เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง (An aid to experimentation) โดยที่แบบจำลองเป็นสิ่งซึ่งสร้างขึ้นแทนปัญหาที่เราสนใจจริง ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆ กับระบบงานจริงแต่ทำไม่ได้ ก็จะนำเอาเงื่อนไขนั้นๆ มาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นๆไปใช้กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงได้หรือไม่

2.5 การหาผลเฉลยความเสถียรของระบบ (Steady State Solution)

พิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบดังนี้

$$\left.\begin{aligned} \frac{dX_1}{dt} &= F_1(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n) \\ \frac{dX_2}{dt} &= F_2(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n) \\ &\vdots \\ \frac{dX_n}{dt} &= F_n(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n) \end{aligned}\right\} \qquad (2.5.1)$$

ผลเฉลยของความเสถียรของระบบสมการนี้ สามารถหาได้จากการจัดให้ด้านขวาของสมการทุกสมการของ (2.5.1) เป็นศูนย์ นั่นก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\left.\begin{aligned} F_1(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n) &= 0 \\ F_2(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n) &= 0 \\ \vdots \qquad\qquad & \vdots \\ F_n(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n) &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (2.5.2)$$

2.6 ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด (Recurrence relations)

ความสัมพันธ์เวียนบังเกิดสำหรับลำดับ $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ คือ สมการที่แสดงโดยต้องมีการคำนวณลำดับที่มาก่อน $(a_0, a_1, a_2, \ldots, a_{n-1})$ โดยสมการดังกล่าวต้องมีเงื่อนไขเริ่มต้นที่แน่นอน

2.6.1 ประเภทของความสัมพันธ์เวียนบังเกิด

เราสามารถจำแนกประเภทของความสัมพันธ์เวียนบังเกิดที่ได้ตามคุณสมบัติ 4 ประการของความสัมพันธ์ ดังนี้

1. อันดับ (Order) ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด $a_n = f(a_{n-1}, a_{n-2}, a_{n-3}, \ldots, a_{n-k})$ เป็นแบบอันดับ k ก็ต่อเมื่อตัวย้อนกลับไกลสุดที่ต้องใช้ในการบรรยาย a_n คือ ตัว a_{n-k} และความสัมพันธ์เวียนบังเกิดจะจัดอยู่ในรูปแบบ

$a_n = c_1 a_{n-1} + c_2 a_{n-2} + c_3 a_{n-3} + \ldots + c_n a_{n-k}$ เมื่อ $c_1, \ldots, c_n \neq 0$ สังเกตว่าสมการความสัมพันธ์เวียนบังเกิดเอกพันธ์เชิงเส้นอันดับ k ที่มีสัมประสิทธิ์คงที่ สมการดังกล่าวนี้เมื่อรวมกับเงื่อนไขเริ่มต้น k ค่า $a_0 = c_0, a_1 = c_1, \ldots, a_{k-1} = c_{k-1}$ จะให้ลำดับ $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ เพียงชุดเดียว

ตัวอย่างเช่น $a_n = 3a_{n-1} + n^2 a_{n-3}$ เป็นความสัมพันธ์เวียนบังเกิดอันดับสาม เนื่องจากใช้พจน์ย้อนกลับไกลสุดคือ a_{n-3}

2. ความเป็นเชิงเส้น (linear) ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด $a_n = f(a_{n-1}, a_{n-2}, a_{n-3}, \ldots, a_{n-k})$ จะเป็นแบบเชิงเส้น (linear recurence) ก็เมื่อฟังก์ชัน f เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวก่อนหน้านี้ในลำดับ

ตัวอย่างเช่น

$a_n = 2a_{n-1} - a_{n-3} + n^2$ เป็นความสัมพันธ์เวียนบังเกิดเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ $a_n = 2a_{n-1} / a_{n-2} + 5$ เป็นความสัมพันธ์เวียนบังเกิดไม่เชิงเส้น

3. ความเป็นเอกพันธ์ (homogeneous) ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด $a_n = f(a_{n-1}, a_{n-2}, a_{n-3}, \ldots, a_{n-k})$ เป็นความสัมพันธ์เวียนบังเกิดเอกพันธ์ก็ต่อเมื่อ $f(0, 0, \ldots, 0) = 0$ หรือกล่าวว่าทุกๆพจน์ของความสัมพันธ์ต้องมี a_i ประกอบอยู่ด้วย

ตัวอย่างเช่น

$a_n = 2a_{n-1} + a_{n-3}$ เป็นเอกพันธ์

ในขณะที่ $a_n = 2a_{n-1} + a_{n-3} + 1$ ไม่เป็นเอกพันธ์

4. ค่าสัมประสิทธิ์ ในที่นี้เราสนใจว่าสัมประสิทธิ์ที่คูณกับพจน์ที่มี a_i ทั้งหลายในความสัมพันธ์เวียนบังเกิดนั้นเป็นค่าคงตัวหรือไม่

ตัวอย่างเช่น

$a_n = 2a_{n-1} + a_{n-3}$ เป็นความสัมพันธ์เวียนบังเกิดที่สัมประสิทธิ์เป็นค่าคงตัว

ในขณะที่ $a_n = na_{n-1} + a_{n-3}$ มีสัมประสิทธิ์เป็นค่าไม่คงตัว

2.7 การสร้างแบบจำลองสำหรับโรคติดเชื้อ

การสร้างแบบจำลองสำหรับโรคติดเชื้อ มีหลายรูปแบบดังนี้

1) แบบจำลอง SIRS

2) แบบจำลอง SIS

ให้ N = จำนวนประชากรทั้งหมด

S = จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากร

I = จำนวนของผู้ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ของประชากร

R = จำนวนของผู้ที่ฟื้นไข้ของประชากร

โดย $\beta, \upsilon, \gamma, \delta, \alpha$ เป็นค่าคงที่นิยามดังนี้

β = อัตราของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากรแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ติดเชื้อ (ที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้)

υ = อัตราของผู้ติดเชื้อ (ที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ฟื้นไข้

γ = อัตราของผู้ที่ฟื้นไข้ที่เปลี่ยนเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

δ = อัตราการตายของประชากร

α = อัตราการเกิดของประชากร

เมื่อ βSI คือ จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถ ถ่ายทอดเชื้อได้

vI คือ จำนวนของผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ฟื้นไข้

γR คือ จำนวนของผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

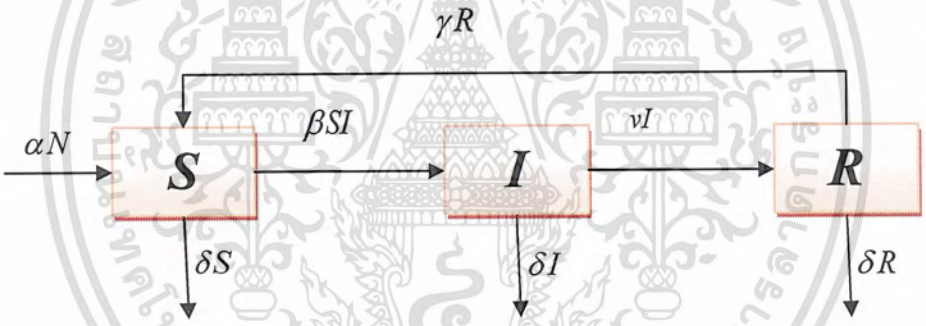
δS คือ จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่เสียชีวิต

δI คือ จำนวนของผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่เสียชีวิต

δR คือ จำนวนของผู้ที่ฟื้นไข้ที่เสียชีวิต

αN คือ จำนวนของผู้ที่เกิดใหม่

1) แบบจำลอง SIRS



รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ SIRS

สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{dS}{dt} = \alpha N - \beta SI + \gamma R - \delta S$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - vI - \delta I$$

$$\frac{dR}{dt} = vI - \gamma R - \delta R$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายรายละเอียดของโมเดลได้ดังนี้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

= + จำนวนของผู้ที่เกิดใหม่

- จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

+ จำนวนของผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

- จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่เสียชีวิต

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้)

= + จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

- จำนวนของผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ฟื้นไข้

- จำนวนของผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่เสียชีวิต

การหาผลเฉลยความเสถียรของระบบสำหรับแบบจำลอง SIRS

จากแบบจำลอง SIRS

$$\alpha N - \beta IS + \gamma R - \delta S = 0 \tag{2.7.1}$$

$$\beta IS - vI - \delta I = 0 \tag{2.7.2}$$

$$vI - \gamma R - \delta R = 0 \tag{2.7.3}$$

จาก (2.7.3) จะได้ว่า $I = \dfrac{\gamma R + \delta R}{v}$

แทนค่า $I = \dfrac{\gamma R + \delta R}{v}$ ใน (2.7.2)

$$\beta S\left(\frac{\gamma R + \delta R}{v}\right) - v\left(\frac{\gamma R + \delta R}{v}\right) - \delta\left(\frac{\gamma R + \delta R}{v}\right) = 0$$

$$\frac{\beta S\gamma R}{v} + \frac{\beta S\delta R}{v} - \gamma R - \delta R - \frac{\delta\gamma R}{v} - \frac{\delta^2 R}{v} = 0$$

$$R\left(\frac{\beta S\gamma}{v} + \frac{\beta S\delta}{v} - \gamma - \delta - \frac{\delta\gamma}{v} - \frac{\delta^2}{v}\right) = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$\therefore$ จะได้ $R=0$ หรือ $\frac{\beta S\gamma}{v}+\frac{\beta S\delta}{v}-\gamma-\delta-\frac{\delta\gamma}{v}-\frac{\delta^2}{v}=0$

$$S\left(\frac{\beta\gamma+\beta S}{v}\right)=\gamma+\delta+\frac{\delta\gamma}{v}+\frac{\delta^2}{v}$$

$$S=\left(\frac{v}{\beta(\gamma+\delta)}\right)\left(\gamma+\delta+\frac{\delta\gamma}{v}+\frac{\delta^2}{v}\right)$$

$$=\frac{\gamma v+\delta(v+\gamma+\delta)}{\beta(\gamma+\delta)}$$

<u>กรณีที่ 1</u> แทนค่า $R=0$ ใน (2.7.1)

จะได้ว่า $\alpha N-\beta SI-\delta S=0$

$$\alpha N-S(\beta I+\delta)=0$$

จาก $N=S+I+R$

$$\therefore N=\frac{\alpha N}{\beta I+\delta}+I+0$$

$$\therefore I=N-\frac{\alpha N}{\beta I+\delta}$$

<u>กรณีที่2</u> แทนค่า $S=\frac{\gamma v+\delta(v+\gamma+\delta)}{\beta(\gamma+\delta)}$ ใน (2.7.1)

$$\alpha N-\beta\left(\frac{\gamma v+\delta v+\delta\gamma+\delta^2}{\beta(\gamma+\delta)}\right)I-\left(\frac{\gamma v+\delta v+\delta\gamma+\delta^2}{\beta(\gamma+\delta)}\right)\delta+\gamma R=0$$

$$\therefore R=\frac{-\alpha N}{\gamma}+\left(\frac{\gamma v+\delta v+\delta\gamma+\delta^2}{\gamma(\gamma+\delta)}\right)I+\left(\frac{\gamma v+\delta v+\delta\gamma+\delta^2}{\gamma\beta(\gamma+\delta)}\right)\delta$$

จาก $N=S+I+R$

$$I=N-S-R$$

$$\therefore I=N-\left(\frac{\gamma v+\delta v+\delta\gamma+\delta^2}{\beta(\gamma+\delta)}\right)+\frac{\alpha N}{\gamma}-\left(\frac{\gamma v+\delta v+\delta\gamma+\delta^2}{\gamma(\gamma+\delta)}\right)I$$

$$-\left(\frac{\gamma v+\delta v+\delta\gamma+\delta^2}{\gamma\beta(\gamma+\delta)}\right)\delta$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\therefore$ จะได้ ผลเฉลยความเสถียรของระบบดังนี้

122890

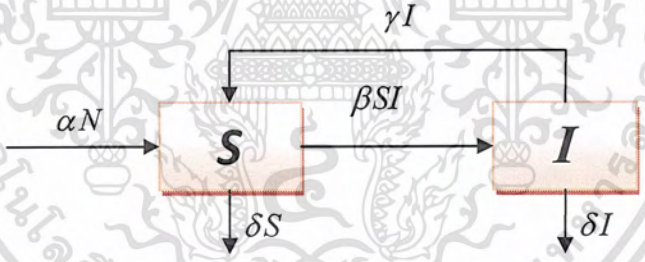
กรณีที่ $R = 0$ จะได้ว่า

$$(S, I, R) = \left(\frac{\alpha N}{\beta I + \delta}, N - \frac{\alpha N}{\beta I + \delta}, 0 \right)$$

กรณีที่ $S = \dfrac{\gamma v + \delta(v + \gamma + \delta)}{\beta(\gamma + \delta)}$ จะได้ว่า

$$(S, I, R) = \begin{pmatrix} \left(\dfrac{\gamma v + \delta v + \delta\gamma + \delta^2}{\beta(\gamma + \delta)} \right), \\ N - \left(\dfrac{\gamma v + \delta v + \delta\gamma + \delta^2}{\beta(\gamma + \delta)} \right) + \dfrac{\alpha N}{\gamma} - \left(\dfrac{\gamma v + \delta v + \delta\gamma + \delta^2}{\gamma(\gamma + \delta)} \right) I \\ - \left(\dfrac{\gamma v + \delta v + \delta\gamma + \delta^2}{\gamma\beta(\gamma + \delta)} \right) \delta, \\ - \dfrac{\alpha N}{\gamma} + \left(\dfrac{\gamma v + \delta v + \delta\gamma + \delta^2}{\gamma(\gamma + \delta)} \right) I + \left(\dfrac{\gamma v + \delta v + \delta\gamma + \delta^2}{\gamma\beta(\gamma + \delta)} \right) \delta \end{pmatrix}$$

2) แบบจำลอง SIS



รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ SIS

นำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{dS}{dt} = \alpha N - \beta SI + \gamma I - \delta S \qquad (2.7.4)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I - \delta I \qquad (2.7.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายรายละเอียดของโมเดลได้ดังนี้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

= + จำนวนของผู้ที่เกิดใหม่

- จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

+ จำนวนของผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

- จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่เสียชีวิต

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้)

= + จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

- จำนวนของผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

- จำนวนของผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่เสียชีวิต

แสดงการหาผลเฉลยความเสถียรของระบบสำหรับแบบจำลองที่ 4

จากแบบจำลองที่ 4) **แบบจำลอง SIS**

$$\alpha N - \beta IS + \gamma I - \delta S = 0 \qquad (2.7.6)$$

$$\alpha N - \beta IS - \gamma I = 0 \qquad (2.7.7)$$

จาก (2.7.5), $I(\beta S - \gamma - \delta) = 0$

$\therefore$ จะได้ $I = 0$ หรือ $\beta S - \gamma - \delta = 0$

$$\therefore S = \frac{\gamma + \delta}{\beta}$$

<u>กรณีที่ 1</u> แทนค่า $I = 0$ ใน (2.7.6)

$$\alpha N - \delta S = 0$$

$$-\delta S = -\alpha N$$

$$\delta S = \alpha N$$

$$S = \frac{\alpha N}{\delta}$$

จาก $N = S + I + R$ แทนค่า $S = \frac{\alpha N}{\delta}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ว่า

$$N = \frac{\alpha N}{\delta} + 0 + R$$

$$N = \frac{\alpha N}{\delta} + R$$

$$R = N - \frac{\alpha N}{\delta}$$

$$\therefore R = N - \frac{\alpha N}{\delta}$$

<u>กรณีที่ 2</u> แทนค่า $S = \frac{\gamma + \delta}{\beta}$ ใน (2.7.6)

$$\alpha N - \beta SI + \gamma I - \delta S = 0$$

$$\alpha N - \beta I\left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right) + \gamma I - \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right)\delta = 0$$

$$\alpha N - (\gamma + \delta)I + \gamma I - \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right)\delta = 0$$

$$\alpha N - I(\gamma + \delta - \gamma) - \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right)\delta = 0$$

$$-I(\delta) = -\alpha N + \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right)\delta$$

$$-I\delta = -\alpha N + \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right)\delta$$

$$I = \frac{\alpha N}{\delta} - \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right)$$

จาก $N = S + I + R$

$$N = \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right) - \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}\right) + \left(\frac{\alpha N}{\delta}\right) + R$$

$$N = \left(\frac{\alpha N}{\delta}\right) + R$$

$$R = N - \frac{\alpha N}{\delta}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\therefore$ จะได้ ผลเฉลยความเสถียรของระบบดังนี้

กรณีที่ $I = 0$

จะได้ว่า

$$(S, I, R) = \left(\frac{\alpha N}{\delta}, 0, N - \frac{\alpha N}{\delta} \right)$$

กรณีที่ $S = \frac{\gamma + \delta}{\beta}$ จะได้ว่า

$$(S, I, R) = \left(\frac{\gamma + \delta}{\beta}, -\left(\frac{\gamma + \delta}{\beta} \right) + \frac{\alpha N}{\delta}, N - \frac{\alpha N}{\delta} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว (The Kolmogorov-Smirnov One Sample Test)

เป็นการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน ว่าถูกสุ่มมาจากประชากรเดียวกันหรือไม่หรือทดสอบว่ามาจากประชากร 2 ประชากรที่มีการแจกแจงเหมือนกันหรือไม่ โดยใช้ความถี่สะสม ถ้ามาจากประชากรเดียวกันหรือมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเหมือนกันแล้ว ลักษณะของความถี่สะสมของ 2 กลุ่มควรเหมือน ๆ กัน ค่าความแตกต่างของความถี่สะสมของทั้ง 2 กลุ่มควรจะมีไม่มาก ถ้ามีมากจะไม่ยอมรับสมมติฐาน H_0 การทดสอบแบบนี้ตัวแปรที่ได้จากการวัดอยู่ในมาตราเรียงอันดับเป็นอย่างต่ำ

การตั้งสมมติฐานของการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov คือ

H_0 : ประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีการแจกแจงเหมือนกัน

H_1 : ประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีการแจกแจงต่างกัน

หรือ

H_1 : ประชากรกลุ่มที่ 1 ลักษณะของการแจกแจงมากกว่าประชากรกลุ่มที่ 2 (หรือน้อยกว่า)

ในการตั้ง H_1 เราตั้งตามทิศทางที่พยากรณ์ไว้ว่าจะมีแนวโน้มไปในทางใด

การทดสอบนี้จะทำการเปรียบเทียบฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลตัวอย่าง $S(x)$ กับ $F(x)$ ตามทฤษฎีอันหนึ่ง คือ พิจารณาจุดต่างๆ ของเส้นกราฟ $F(x)$ และ $S(x)$ ที่สร้างในรูปเดียวกันว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ ถ้ามีระยะห่างระหว่าง $S(x)$ และ $F(x)$ ที่จุดใดๆ มาก นั้นหมายความว่าตัวอย่างนี้ไม่ได้มาจากประชากรที่มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมแบบ $F(x)$ พิจารณาความแตกต่างระหว่างกราฟ 2 เส้นที่ทุกๆ ค่าของ x และให้ความแตกต่างที่มากที่สุด $D = \max\left|F(x) - S(x)\right|$ ค่า D นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต D ในตาราง ถ้าค่า D ที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต ก็ยอมรับ H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
แบบจำลองของโรคไข้หวัดใหญ่

ก่อนที่จะทำการสร้างแบบจำลองของโรคไข้หวัดใหญ่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลของโรคไข้หวัดใหญ่ดังนี้

3.1 ข้อมูลโรคไข้หวัดใหญ่

ประเทศไทยมีทั้งหมด 76 จังหวัด แบ่งออกเป็น 4 ภาค ดังนี้

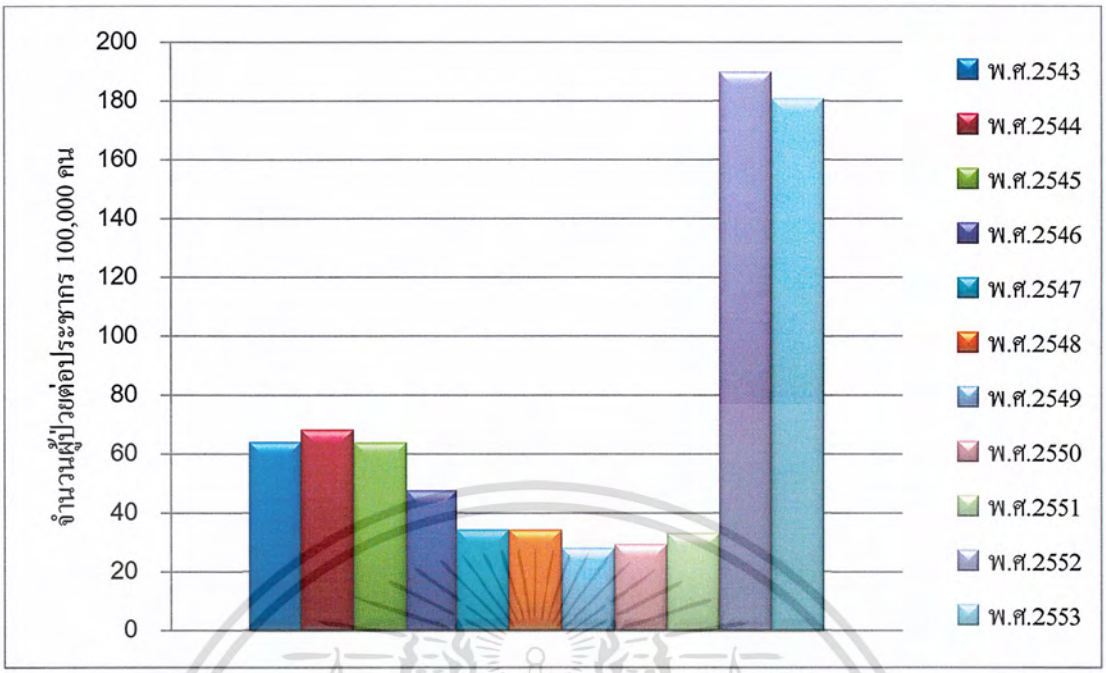
ภาคกลาง ประกอบด้วย 26 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม นนทบุรี ปทุมธานีนครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุพรรณบุรี สิงห์บุรี พระนครศรีอยุธยาสระบุรี ลพบุรี ชัยนาท อ่างทอง นครนายก ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรีตราด

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา ขอนแก่น ชัยภูมิ สกลนคร นครพนม กาฬสินธุ์ หนองคาย มหาสารคาม ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ เลย ศรีสะเกษ สุรินทร์ อุดรธานี อุบลราชธานี ยโสธร มุกดาหารหนองบัวลำภู อำนาจเจริญ

ภาคเหนือ ประกอบด้วย 17 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย พะเยา เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ ตากสุโขทัย พิษณุโลก เพชรบูรณ์ พิจิตร อุทัยธานี กำแพงเพชร นครสวรรค์

ภาคใต้ ประกอบด้วย 14 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปัตตานี พังงา พัทลุง ภูเก็ต ยะลาระนอง สงขลา สตูล สุราษฎร์ธานี

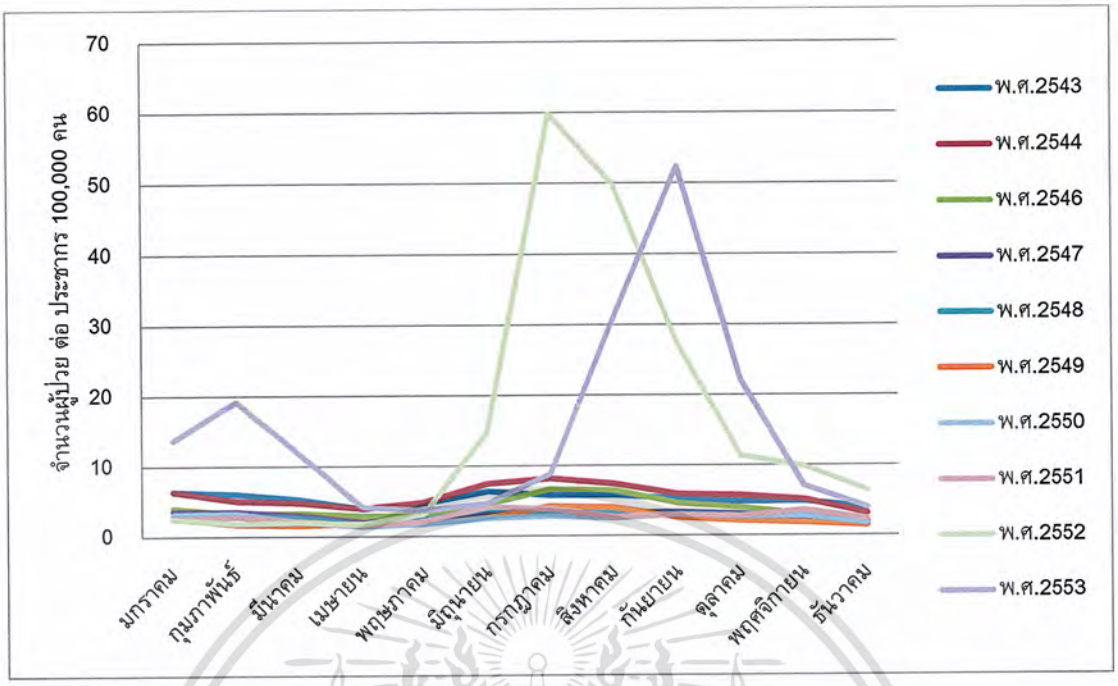
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงกราฟรวม 11 ปีของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 - พ.ศ.2553

จากกราฟจะเห็นได้ว่าโรคนี้มีการระบาดอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 ถึง พ.ศ.2553 แต่จะสังเกตได้ว่าในปี พ.ศ.2552 นั้นมีจำนวนผู้ป่วยสูงขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบการระบาดของโรคนี้ย้อนหลัง 3-5 ปี เนื่องจากมีการระบาดของเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ชนิด A H1N1 (Influenza A novel H1N1; pandemic strain)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงกราฟรวม 10 ปี ของจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน แบ่งตามรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 – พ.ศ.2553

จากกราฟจะเห็นว่า ในปี พ.ศ.2543 นั้น จำนวนผู้ป่วยสูงสุดในเดือนมกราคม หลังจากนั้นจำนวนผู้ป่วยลดลงเรื่อยๆ ในเดือนต่อมา และกลับมาสูงเพิ่มขึ้นอีกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม

ในปี พ.ศ.2544 นั้น พบผู้ป่วยมากในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน

ในปี พ.ศ.2546 นั้น พบผู้ป่วยมากในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายน

ในปี พ.ศ.2547 นั้น จำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือนแตกต่างกันไม่มากนัก พบผู้ป่วยมากในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ และสิงหาคมถึงกันยายน การเกิดโรคตามฤดูกาลไม่ชัดเจนเหมือนปีก่อนๆ จำนวนผู้ป่วยน้อยกว่าปี พ.ศ.2546 ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์มีจำนวนผู้ป่วยมากกว่า พ.ศ.2546

ในปี พ.ศ.2548 นั้น ลักษณะการเกิดโรคที่พบมากในช่วงฤดูฝนไม่ชัดเจนเหมือนปีก่อนๆ เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือนแตกต่างกันไม่มากนัก พบผู้ป่วยมากที่สุดในเดือนมิถุนายน

ในปี พ.ศ.2549 นั้น พบผู้ป่วยมากในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกันยายน

ในปี พ.ศ.2550 นั้น ฤดูกาลเกิดโรคมีแนวโน้มเปลี่ยนไป คือ พบผู้ป่วยมากในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ แต่ยังพบผู้ป่วยค่อนข้างมากในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี พ.ศ.2551 นั้น ฤดูกาลที่พบผู้ป่วยมากมีแนวโน้มเปลี่ยนเป็น 3 ช่วง คือ เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม และเดือนพฤศจิกายน

ในปี พ.ศ.2552 นั้น พบผู้ป่วยสูงสุดในเดือนกรกฎาคม ซึ่งมีแนวโน้มการระบาดตามฤดูกาลใกล้เคียงกับไข้หวัดใหญ่ที่ระบาดตามฤดูกาล

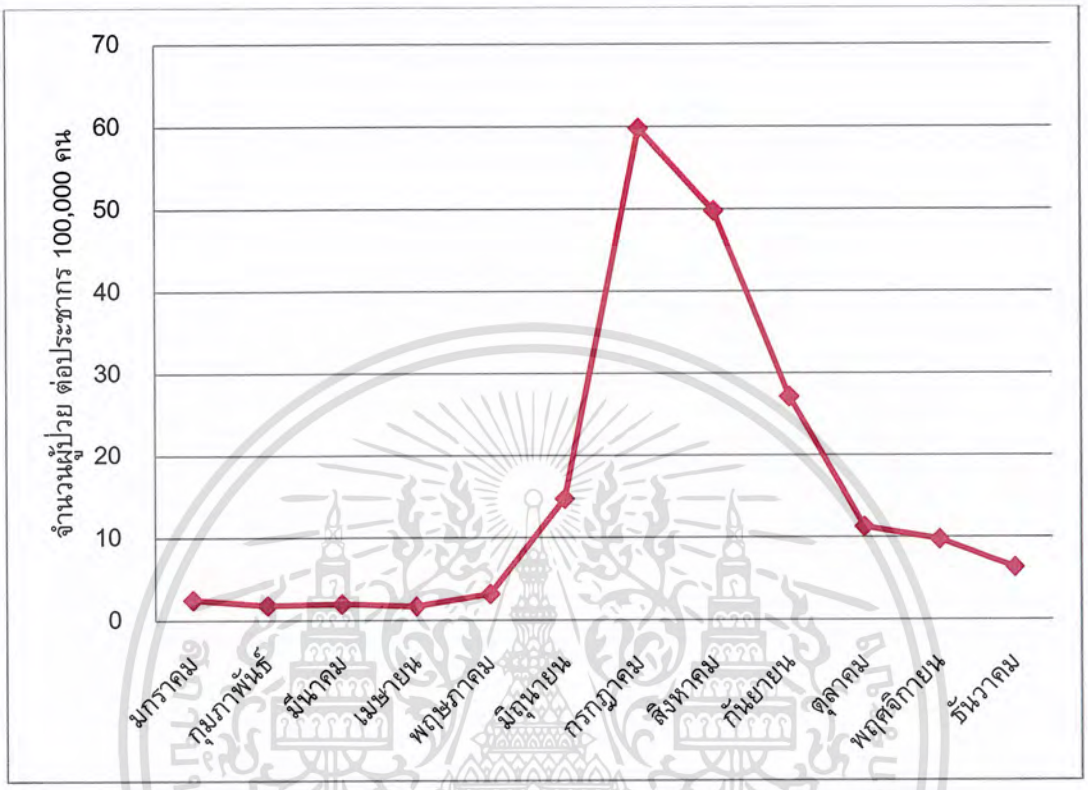
ในปี พ.ศ.2553 นั้น พบผู้ป่วยสูงสุดในเดือนกันยายน

สรุปว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 ถึงปี พ.ศ. 2553 นั้นพบผู้ป่วยสูงสุดช่วงในเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนจึงมีการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่สูงซึ่งเป็นไปตามฤดูกาล

หมายเหตุ ในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้ไม่ได้มีการพิจารณาการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ตามรายเดือนในปี พ.ศ.2545 เนื่องจากกองระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข ไม่ได้มีการรวบรวมข้อมูลตามรายเดือนไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากในปี พ.ศ.2552 มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน สูงที่สุด จึงนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการระบาดดังแสดงให้เห็นจากกราฟต่อไปนี้



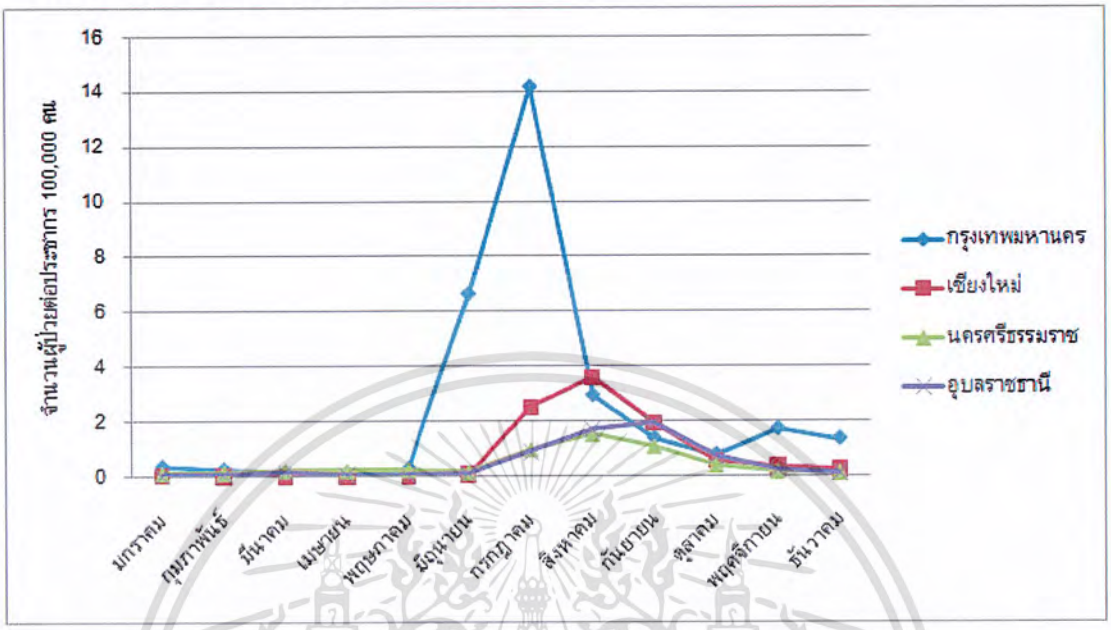
รูปที่ 3.3 แสดงกราฟจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน แบ่งตามรายเดือนในปี พ.ศ.2552

ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2552 โรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ ชนิด A H1N1 ได้เริ่มแพร่ระบาดในประเทศเม็กซิโกและประเทศสหรัฐอเมริกา กรมควบคุมโรค โดยสำนักระบาดวิทยาจึงได้เริ่มการเฝ้าระวังโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ ชนิด A H1N1 ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ.2552 และพบผู้ป่วยรายแรกของประเทศไทยเป็นนักเรียนทุนแลกเปลี่ยนนักเรียนที่เดินทางกลับมาจากประเทศเม็กซิโก จากนั้นเริ่มพบผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น ส่วนใหญ่เดินทางมาจากประเทศที่มีการระบาดและพบผู้ป่วยรายแรกที่ได้รับเชื้อภายในประเทศปลายเดือนพฤษภาคม และเริ่มมีการแพร่ระบาดในวงกว้างในเดือนมิถุนายน

จากการรายงานพบผู้ป่วยสูงสุดในเดือนกรกฎาคม จำนวนผู้ป่วยเท่ากับ 14,011 ราย (59.70 คนต่อประชากร 100,000 คน) ซึ่งมีแนวโน้มการระบาดตามฤดูกาล

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน ของปี พ.ศ.2552 แยกตามรายเดือนของจังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยสูงสุดในแต่ละภาคได้ดังนี้



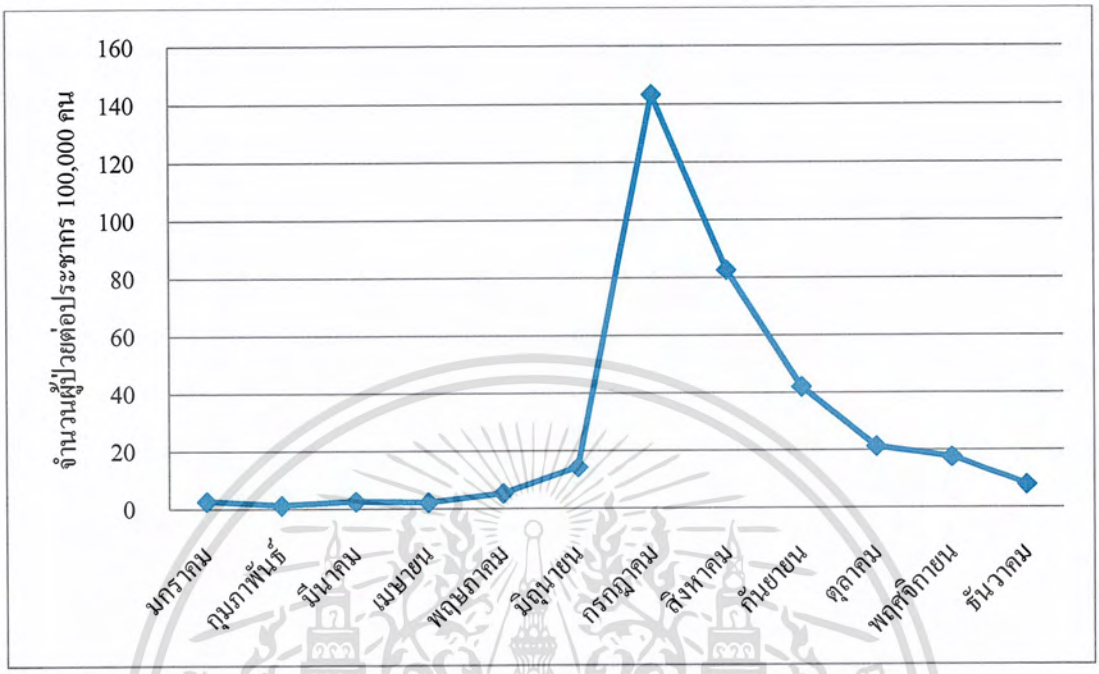
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงจังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน มากที่สุดของแต่ละภาค ในปี พ.ศ.2552

ในจังหวัดกาญจนบุรีมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่สูงที่สุดในเดือนกรกฎาคม (143.22 คนต่อประชากร 100,000 คน) และน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ (1.41 ต่อประชากร 100,000 คน) ในจังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่สูงที่สุดในเดือนสิงหาคม (138.12 คนต่อประชากร 100,000 คน) และน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม (0.61 ต่อประชากร 100,000 คน) ในจังหวัดภูเก็ตมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่สูงที่สุดในเดือนกรกฎาคม (224.16 คนต่อประชากร 100,000 คน) และน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ (1.51 ต่อประชากร 100,000 คน)ในจังหวัดอุบลราชธานีมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่สูงที่สุดในเดือนกันยายน (68.57 คนต่อประชากร 100,000 คน) และน้อยที่สุดในเดือนมกราคม (2.00 ต่อประชากร 100,000 คน)

จะเห็นได้ว่า ในทั้ง 4 จังหวัดนั้น พบจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน สูงที่สุดในช่วงฤดูฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน มากที่สุดในภาคกลาง คือ จังหวัดกาญจนบุรี

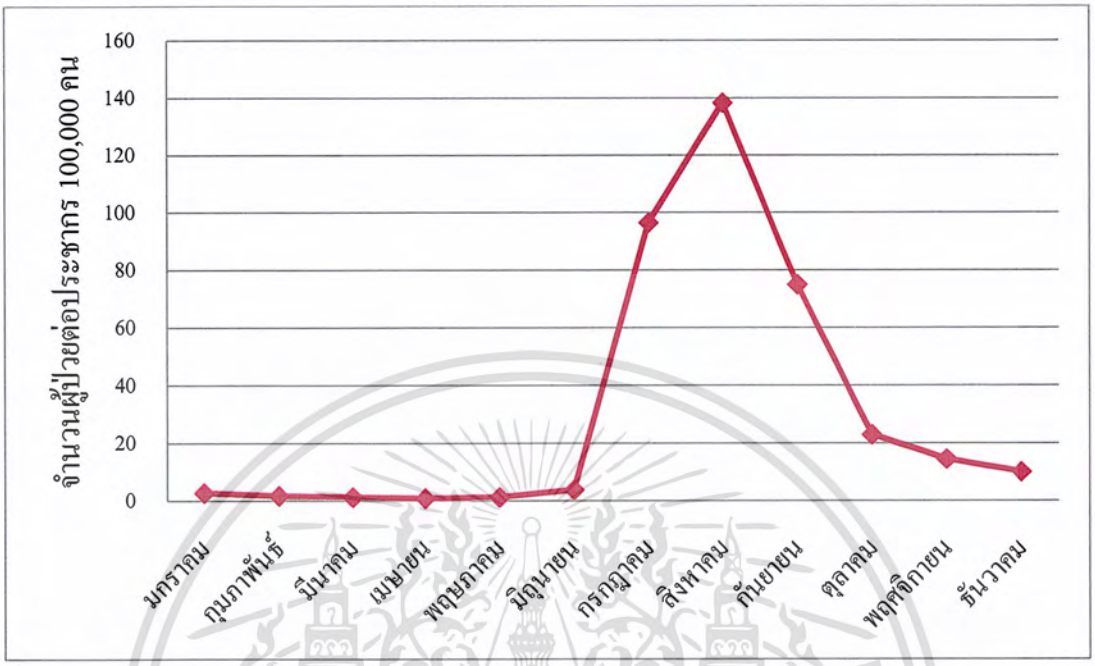


รูปที่ 3.5 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน ของปี พ.ศ.2552 แยกตามรายเดือนของจังหวัดกาญจนบุรี

จากกราฟจะเห็นว่า การระบาดพบสูงสุดในเดือนกรกฎาคม (143.22 ต่อประชากร 100,000 คน) เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝนจึงพบการระบาดสูงสุดเป็นซึ่งเป็นไปตามฤดูกาล และมีการระบาดต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (1.31 ต่อประชากร 100,000 คน) เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูร้อนจึงมีการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน มากที่สุดในภาคเหนือ คือ จังหวัดเชียงใหม่

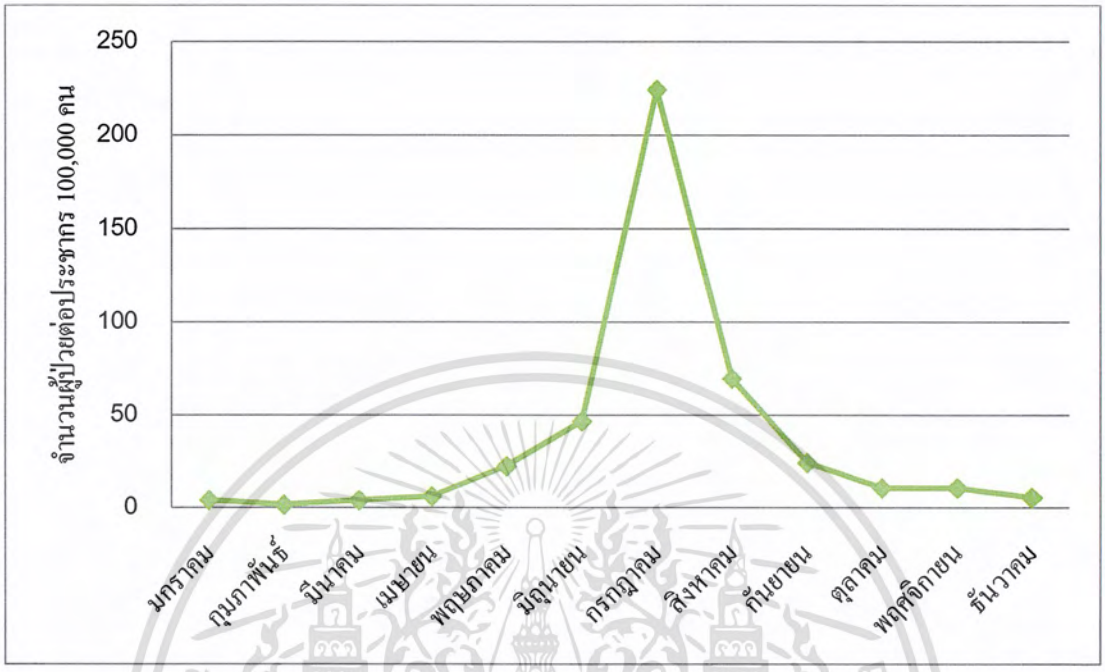


รูปที่ 3.6 กราฟแสดงผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน ของปี พ.ศ.2552 แยกตามรายเดือนของจังหวัดเชียงใหม่

จากกราฟจะเห็นว่า การระบาดพบสูงสุดในเดือนสิงหาคม (138.12 ต่อประชากร 100,000 คน)เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝนจึงพบการระบาดสูงสุดเป็นซึ่งเป็นไปตามฤดูกาลและมีการระบาดต่ำสุดในเดือนเมษายน (0.61 ต่อประชากร 100,000 คน) เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูร้อนจึงมีการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน มากที่สุดในภาคใต้ คือ จังหวัดภูเก็ต

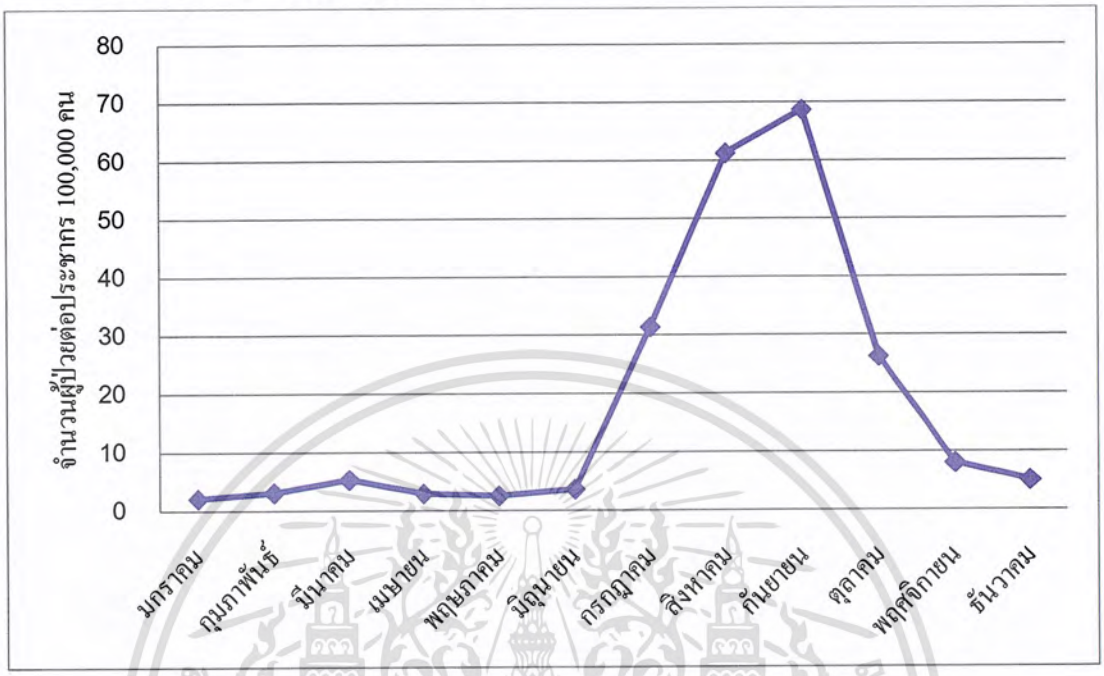


รูปที่ 3.7 กราฟแสดงผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน ของปี พ.ศ.2552 แยกตามรายเดือนของจังหวัดภูเก็ต

จากกราฟจะเห็นว่า การระบาดพบสูงสุดในเดือนกรกฎาคม (224.16 ต่อประชากร 100,000 คน) เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝนจึงพบการระบาดสูงสุดเป็นซึ่งเป็นไปตามฤดูกาลและมีการระบาดต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (1.51 ต่อประชากร 100,000 คน) เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูร้อนจึงมีการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน มากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดอุบลราชธานี



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่ต่อประชากร 100,000 คน ของปี พ.ศ.2552 แยกตามรายเดือนของจังหวัดอุบลราชธานี

จากกราฟจะเห็นว่า การระบาดพบสูงสุดในเดือนกันยายน (68.57 ต่อประชากร 100,000 คน) เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝนจึงพบการระบาดสูงสุดเป็นซึ่งเป็นไปตามฤดูกาลและมีการระบาดต่ำสุดในเดือนมกราคม (2.00 ต่อประชากร 100,000 คน) เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูร้อนจึงมีการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ต่ำ

จากข้อมูลของโรคไข้หวัดใหญ่พบว่า เดือนมีผลต่อการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ ดังนั้นในปัญหาพิเศษนี้ จึงพิจารณาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรคไข้หวัดใหญ่ตามรายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แบบจำลองตามรายเดือนสำหรับโรคไข้หวัดใหญ่

ในการศึกษานี้เราพิจารณาการสร้างแบบจำลองของประชากร

กำหนดให้

S_i แทนจำนวนผู้เสี่ยงการติดเชื้อ ณ เดือนที่ i

E_i แทนจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ ณ เดือนที่ i

I_i แทนจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ ณ เดือนที่ i

Q_i แทนจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง ณ เดือนที่ i

R_i แทนจำนวนผู้ฟื้นไข้ ณ เดือนที่ i

N_h แทนจำนวนของประชากรทั้งหมด

$$\text{(สมมุติให้คงที่)} = \sum_{i=1}^{12}(S_i + E_i + I_i + Q_i + R_i)$$

θ_h แทนอัตราการเกิดของมนุษย์

d_h แทนอัตราการเสียชีวิตของมนุษย์

h_i แทนอัตราการถ่ายทอดเชื้อสำหรับประชากร ณ เดือนที่ i

b_i แทนอัตราการฟักตัวของเชื้อ ณ เดือนที่ i

q แทนอัตราการเปลี่ยนแปลงผู้ติดเชื้อของผู้ติดเชื้อไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวัง

n แทนอัตราการฟื้นไข้

l แทนอัตราการที่ผู้ฟื้นไข้มีโอกาสกลับมาเป็นอีก

m แทนอัตราที่ประชากรเปลี่ยนกลุ่มจากเดือนที่ i ไปเป็นเดือนที่ $i+1$

โดยที่ $i = 1, 2, 3, \ldots, 12$

เมื่อ $i = 1$ แทน เดือนมกราคม

$i = 2$ แทน เดือนกุมภาพันธ์

$i = 3$ แทน เดือนมีนาคม

$i = 4$ แทน เดือนเมษายน

$i = 5$ แทน เดือนพฤษภาคม

$i = 6$ แทน เดือนมิถุนายน

$i = 7$ แทน เดือนกรกฎาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i = 8 แทน เดือนสิงหาคม

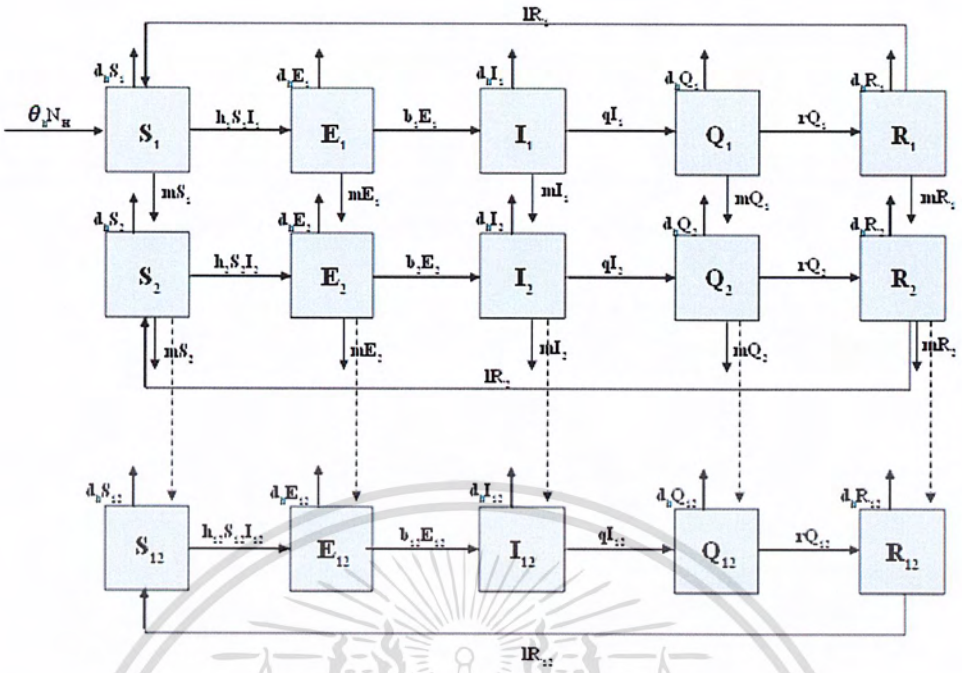
i = 9 แทน เดือนกันยายน

i = 10 แทน เดือนตุลาคม

i = 11 แทน เดือนพฤศจิกายน

i = 12 แทน เดือนธันวาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของประชากรที่ป่วยเป็นโรคไข้หวัดใหญ่ (พิจารณาเดือนที่ 1 ถึง 12)

อธิบายรายละเอียดของแบบจำลองได้ดังนี้

จากแบบจำลอง เครื่องหมายชี้เข้า คือ + , เครื่องหมายชี้ออก คือ –

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ เดือนที่ 1

= + (จำนวนของผู้ที่เกิดใหม่)

- (จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่1)

+ (จำนวนของผู้ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ 1)

- (จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่พัฒนาจากเดือนที่ 1ไปเป็นเดือนที่ 2)

- (จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่เสียชีวิตเดือนที่ 1)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 1

= + (จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่เสียชีวิตเดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่พัฒนาจากเดือนที่ 1ไปเป็นเดือนที่ 2)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ(และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 1

= + (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวังเดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่เสียชีวิตเดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่พัฒนาจากเดือนที่ 1ไปเป็นเดือนที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยเฝ้าระวังเดือนที่ 1

= + (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวัง เดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ฟื้นไข้ เดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่เสียชีวิตเดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง ที่พัฒนาจากเดือนที่ 1 ไปเป็นเดือนที่ 2 สำหรับเดือนที่ i $(i = 2, 3, \ldots, 12)$)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ฟื้นไข้เดือนที่ 1

= + (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ฟื้นไข้ เดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ที่เสียชีวิตเดือนที่ 1)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ที่พัฒนาจากเดือนที่ 1 ไปเป็นเดือนที่ 2)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ i $(i = 2, 3, \ldots, 11)$

= + (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่พัฒนาจากเดือนที่ i-1 ไปเป็นเดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่พัฒนาจากเดือนที่ i ไปเป็นเดือนที่ $i + 1$)

- (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่เสียชีวิตเดือนที่ i)

+ (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ i)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ i $(i = 2, 3, \ldots, 11)$

= + (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ i)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+ (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ(แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้)ที่พัฒนาจากเดือนที่ i-1 ไปเป็น

เดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่เสียชีวิตเดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่พัฒนาจากเดือนที่ i ไปเป็นเดือนที่ $i+1$)

- (จำนวนผู้ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถ ถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ i)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้)เดือนที่ i $(i = 2,3,...,11)$

= + (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวังเดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่เสียชีวิตเดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้)ที่พัฒนาจากเดือนที่ i ไปเป็นเดือนที่ $i+1$)

+ (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้)ที่พัฒนาจากเดือนที่ i-1ไปเป็นเดือนที่ i)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยเฝ้าระวังเดือนที่ i $(i = 2,3,...,11)$

= + (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวัง เดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ฟื้นไข้ เดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่เสียชีวิตเดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง ที่พัฒนาจากเดือนที่ i ไปเป็นเดือนที่ $i+1$)

+ (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง ที่พัฒนาจากเดือนที่ i-1ไปเป็นเดือนที่ i)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ฟื้นไข้ เดือนที่ i $(i = 2,3,...,11)$

= + (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ฟื้นไข้เดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ที่เสียชีวิตเดือนที่ i)

+ (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ที่พัฒนาจากเดือนที่ i-1ไปเป็นเดือนที่ i)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ที่พัฒนาจากเดือนที่ iไปเป็นเดือนที่ $i+1$)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ 12

= + (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่พัฒนาจากเดือนที่ 11 ไปเป็นเดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่เสียชีวิตเดือนที่ 12)

+ (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ 12)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 12

= + (จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 12)

+ (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ(แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่พัฒนาจากเดือนที่ 11 ไปเป็นเดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่เสียชีวิตเดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถ ถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่12)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้)เดือนที่ 12

= + (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) เดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวังเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 12)

- (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่เสียชีวิตเดือนที่ 12)

+ (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) ที่พัฒนาจากเดือนที่11ไปเป็นเดือนที่ 12)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยเฝ้าระวังเดือนที่ 12

= + (จำนวนผู้ที่ติดเชื้อ (และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้) แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวัง เดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ฟื้นไข้ เดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่เสียชีวิตเดือนที่ 12)

+ (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง ที่พัฒนาจากเดือนที่ 11ไปเป็นเดือนที่ 12)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ฟื้นไข้ เดือนที่ 12

= + (จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ฟื้นไข้เดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเดือนที่ 12)

- (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ที่เสียชีวิตเดือนที่ 12)

+ (จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ที่พัฒนาจากเดือนที่11ไปเป็นเดือนที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์แบบจำลอง

4.1 หาผลเฉลยสภาวะเสถียรโดยใช้ความสัมพันธ์เวียนบังเกิดและจัดให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรแต่ละกลุ่มเท่ากับศูนย์

สำหรับผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dS_i}{dt} = \theta_h N_H + lR_i - d_h S_i - h_i S_i I_i - ms_i$$

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$\frac{dS_i}{dt} = mS_{i-1} + lR_i - d_h S_i - h_i S_i I_i - mS_i$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dS_i}{dt} = ms_{i-1} + lR_i - d_h S_i - h_i S_i I_i$$

สำหรับผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dE_i}{dt} = h_i S_i I_i - d_h E_i - mE_i - b_i E_i$$

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$\frac{dE_i}{dt} = h_i S_i I_i - d_h E_i + mE_{i-1} - b_i E_i - mE_i$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dE_i}{dt} = h_i S_i I_i - d_h E_i + mE_{i-1} - b_i E_i$$

สำหรับกลุ่มผู้ป่วยเฝ้าระวัง

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dQ_i}{dt} = qI_i - d_h Q_i - rQ_i - mQ_i$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$\frac{dQ_i}{dt} = qI_i + mQ_{i-1} - d_hQ_i - rQ_i - mQ_i$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dQ_i}{dt} = qI_i + mQ_{i-1} - d_hQ_i - rQ_i$$

สำหรับผู้ที่ฟื้นไข้ทั้งหมด

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dR_i}{dt} = rQ_i - lR_i - d_hR_i - mR_i$$

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$\frac{dR_i}{dt} = rQ_i + mR_{i-1} - d_hR_i - lR_i - mR_i$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dR_i}{dt} = rQ_i + mR_{i-1} - d_hR_i - lR_i$$

$$\frac{dS_i}{dt} = 0 \ , i = 1,...,12$$

$$\frac{dE_i}{dt} = 0 \ , i = 1,...,12$$

$$\frac{dQ_i}{dt} = 0 \ , i = 1,...,12$$

$$\frac{dR_i}{dt} = 0 \ , i = 1,...,12$$

สำหรับผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dS_i}{dt} = \theta_hN_H + lR_i - d_hS_i - h_iS_iI_i - ms_i$$

$$\theta_hN_H + lR_i - d_hS_i - h_iS_iI_i - mS_i = 0$$

$$\theta_hN_H + lR_i - S_i(d_h + h_iI_i + m) = 0$$

$$-S_i(d_h + h_iI_i + m) = -(\theta_hN_H + lR_i)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_i = \frac{\theta_h N_H + lR_i}{d_h + h_i I_i + m}$$

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$\frac{dS_i}{dt} = mS_{i-1} + lR_i - d_h S_i - h_i S_i I_i - mS_i$$

$$mS_{i-1} + lR_i - d_h S_i - h_i S_i I_i - mS_i = 0$$

$$mS_{i-1} + lR_i - S_i(d_h + h_i I_i + m) = 0$$

$$-S_i(d_h + h_i I_i + m) = -(mS_{i-1} + lR_i)$$

$$S_i = \frac{mS_{i-1} + lR_i}{d_h + h_i I_i + m}$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dS_i}{dt} = ms_{i-1} + lR_i - d_h S_i - h_i S_i I_i$$

$$mS_{i-1} + lR_i - d_h S_i - h_i S_i I_i = 0$$

$$mS_{i-1} + lR_i - S_i(d_h + h_i I_i) = 0$$

$$-S_i(d_h + h_i I_i) = -(mS_{i-1} + lR_i)$$

$$S_i = \frac{mS_{i-1} + lR_i}{d_h + h_i I_i}$$

ดังนั้นจะได้ผลเฉลยสภาวะเสถียรดังนี้

$$S_i = \frac{\theta_h N_H + lR_i}{d_h + h_i I_i + m} \qquad \text{เมื่อ } i = 1$$

$$S_i = \frac{mS_{i-1} + lR_i}{d_h + h_i I_i + m} \qquad \text{เมื่อ } i = 2,3,4,...,11$$

$$S_i = \frac{mS_{i-1} + lR_i}{d_h + h_i I_i} \qquad \text{เมื่อ } i = 12$$

สำหรับผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dE_i}{dt} = h_i S_i I_i - d_h E_i - mE_i - b_i E_i$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$h_i S_i I_i - d_h E_i - mE_i - b_i E_i = 0$$

$$h_i S_i I_i - E_i(d_h + m + b_i) = 0$$

$$-E_i(d_h + m + b_i) = -(h_i S_i I_i)$$

$$E_i = \frac{h_i S_i I_i}{d_h + m + b_i}$$

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$h_i S_i I_i - d_h E_i + mE_{i-1} - b_i E_i - mE_i = 0$$

$$h_i S_i I_i - E_i(d_h + b_i + m) + mE_{i-1} = 0$$

$$-E_i(d_h + b_i + m) = -(h_i S_i I_i + mE_{i-1})$$

$$E_i = \frac{h_i S_i I_i + mE_{i-1}}{d_h + b_i + m}$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dE_i}{dt} = h_i S_i I_i - d_h E_i + mE_{i-1} - b_i E_i$$

$$h_i S_i I_i - d_h E_i + mE_{i-1} - b_i E_i = 0$$

$$h_i S_i I_i + mE_{i-1} - E_i(d_h + b_i) = 0$$

$$-E_i(d_h + b_i) = -(h_i S_i I_i + mE_{i-1})$$

$$E_i = \frac{h_i S_i I_i + mE_{i-1}}{d_h + b_i}$$

ดังนั้นจะได้ผลเฉลยสภาวะเสถียรดังนี้

$$E_i = \frac{h_i S_i I_i}{d_h + m + b_i} \quad \text{เมื่อ } i = 1$$

$$E_i = \frac{h_i S_i I_i + mE_{i-1}}{d_h + b_i + m} \quad \text{เมื่อ } i = 2,3,4,...,11$$

$$E_i = \frac{h_i S_i I_i + mE_{i-1}}{d_h + b_i} \quad \text{เมื่อ } i = 12$$

สำหรับกลุ่มผู้ป่วยเฝ้าระวัง

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dQ_i}{dt} = qI_i - d_h Q_i - rQ_i - mQ_i$$

$$qI_i - d_h Q_i - rQ_i - mQ_i = 0$$

$$qI_i - Q_i(d_h + r + m) = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$-Q_i(d_h + r + m) = -(qI_i)$$

$$Q_i = \frac{qI_i}{d_h + r + m}$$

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$\frac{dQ_i}{dt} = qI_i + mQ_{i-1} - d_hQ_i - rQ_i - mQ_i$$

$$qI_i + mQ_{i-1} - d_hQ_i - rQ_i - mQ_i = 0$$

$$qI_i + mQ_{i-1} - Q_i(d_h + r + m) = 0$$

$$-Q_i(d_h + r + m) = -(qI_i + mQ_{i-1})$$

$$Q_i = \frac{qI_i + mQ_{i-1}}{d_h + r + m}$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dQ_i}{dt} = qI_i + mQ_{i-1} - d_hQ_i - rQ_i$$

$$qI_i + mQ_{i-1} - d_hQ_i - rQ_i = 0$$

$$qI_i + mQ_{i-1} - Q_i(d_h + r) = 0$$

$$-Q_i(d_h + r) = -(qI_i + mQ_{i-1})$$

$$Q_i = \frac{qI_i + mQ_{i-1}}{d_h + r}$$

ดังนั้นจะได้ผลเฉลยสภาวะเสถียรดังนี้

$$Q_i = \frac{qI_i}{d_h + r + m} \qquad \text{เมื่อ } i = 1$$

$$Q_i = \frac{qI_i + mQ_{i-1}}{d_h + r + m} \qquad \text{เมื่อ } i = 2,3,4,...,11$$

$$Q_i = \frac{qI_i + mQ_{i-1}}{d_h + r} \qquad \text{เมื่อ } i = 12$$

สำหรับผู้ที่ฟื้นไข้ทั้งหมด

เมื่อ $i = 1$

$$\frac{dR_i}{dt} = rQ_i - lR_i - d_hR_i - mR_i$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$rQ_i - lR_i - d_hR_i - mR_i = 0$$

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$rQ_i - R_i(l + d_h + m) = 0$$

$$-R_i(l+d_h+m) = -(rQ_i)$$

$$R_i = \frac{rQ_i}{l+d_h+m}$$

เมื่อ $i = 2,3,4,...,11$

$$\frac{dR_i}{dt} = rQ_i + mR_{i-1} - d_hR_i - lR_i - mR_i$$

$$rQ_i + mR_{i-1} - d_hR_i - lR_i - mR_i = 0$$

$$rQ_i + mR_{i-1} - R_i(d_h + l + m) = 0$$

$$-R_i(d_h + l + m) = -(rQ_i + mR_{i-1})$$

$$R_i = \frac{rQ_i + mR_{i-1}}{d_h + l + m}$$

เมื่อ $i = 12$

$$\frac{dR_i}{dt} = rQ_i + mR_{i-1} - d_hR_i - lR_i$$

$$rQ_i + mR_{i-1} - d_hR_i - lR_i = 0$$

$$rQ_i + mR_{i-1} - R_i(d_h + l) = 0$$

$$-R_i(d_h + l) = -(rQ_i + mR_{i-1})$$

$$R_i = \frac{rQ_i + mR_{i-1}}{d_h + l}$$

ดังนั้นจะได้ผลเฉลยสภาวะเสถียรดังนี้

$$R_i = \frac{rQ_i}{l+d_h+m} \qquad \text{เมื่อ } i = 1$$

$$R_i = \frac{rQ_i + mR_{i-1}}{d_h + l + m} \qquad \text{เมื่อ } i = 2,3,4,...,11$$

$$R_i = \frac{rQ_i + mR_{i-1}}{d_h + l} \qquad \text{เมื่อ } i = 12$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น

$$\frac{dN_p}{dt} = \sum_{i=1}^{12}\frac{dS_i}{dt} + \sum_{i=1}^{12}\frac{dE_i}{dt} + \sum_{i=1}^{12}\frac{dI_i}{dt} + \sum_{i=1}^{12}\frac{dQ_i}{dt} + \sum_{i=1}^{12}\frac{dR_i}{dt} = 0$$

$$\theta_h N_h - d_h \sum_{i=1}^{12}(S_i + E_i + I_i + Q_i + R_i) = 0$$

$$\theta_h N_h = d_h \sum_{i=1}^{12}(S_i + E_i + I_i + Q_i + R_i)$$

เนื่องจาก N_p เป็นจำนวนประชากรทั้งหมดซึ่งมีค่าคงที่ และ $N_p = S + E + I + Q + R$

ดังนั้น $\theta_h = d_h$

นั่นคือ อัตราการเกิดของประชากร เท่ากับ อัตราการเสียชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ในการคำนวณนั้นต้องมีการรับค่า จำนวนผู้ป่วยของแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม และรับค่า

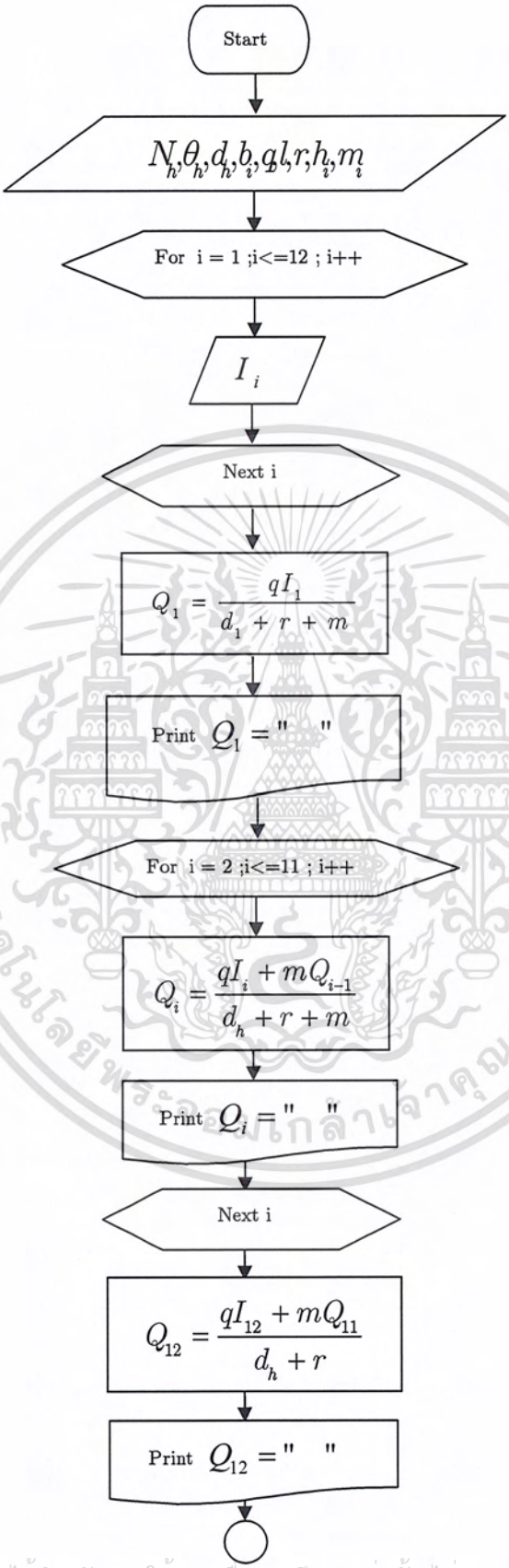
- จำนวนประชากรทั้งหมด (N_h)
- อัตราการเกิดของมนุษย์ (θ_h)
- อัตราการเสียชีวิตของมนุษย์ (d_h)
- อัตราการถ่ายทอดเชื้อสำหรับประชากร ณ เดือนที่ i (h_i)
- อัตราการฟักตัวของเชื้อ ณ เดือนที่ i (b_i)
- อัตราการเปลี่ยนแปลงผู้ติดเชื้อของผู้ติดเชื้อไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวัง (q)
- อัตราการฟื้นไข้ (n)
- อัตราการที่ผู้ฟื้นไข้มีโอกาสกลับมาเป็นอีก (l)
- อัตราที่ประชากรเปลี่ยนกลุ่มจากเดือนที่ i ไปเป็นเดือนที่ $i+1$ (m)

โดยที่ $i = 1,2,3,\ldots,12$

เพื่อใช้ในการคำนวณหา

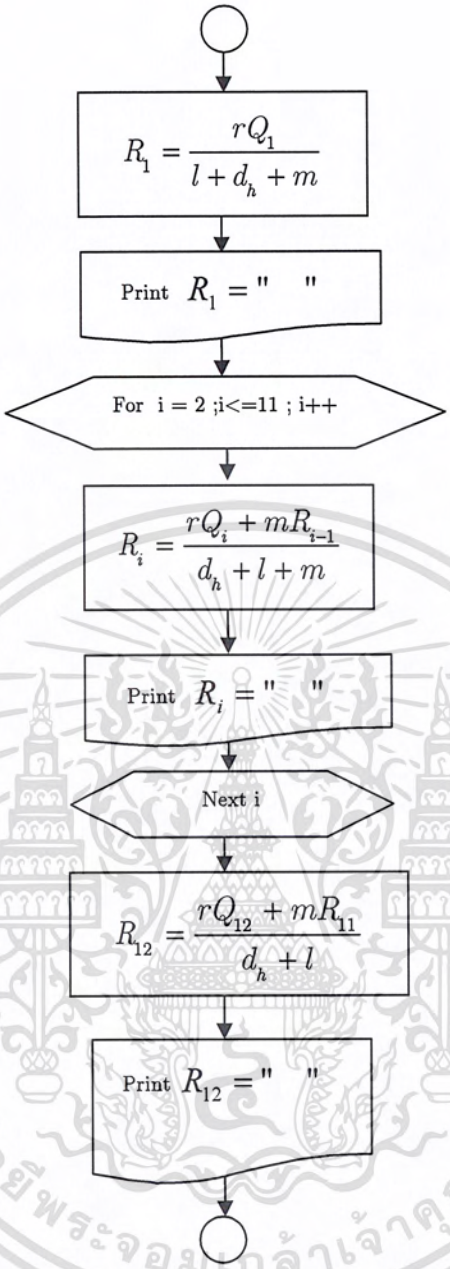
- จำนวนผู้เสี่ยงการติดเชื้อ ณ เดือนที่ i (S_i)
- จำนวนผู้ติดเชื้อแต่ไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ ณ เดือนที่ i (E_i)
- จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ ณ เดือนที่ i (I_i)
- จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง ณ เดือนที่ i (Q_i)
- จำนวนผู้ฟื้นไข้ ณ เดือนที่ i (R_i)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



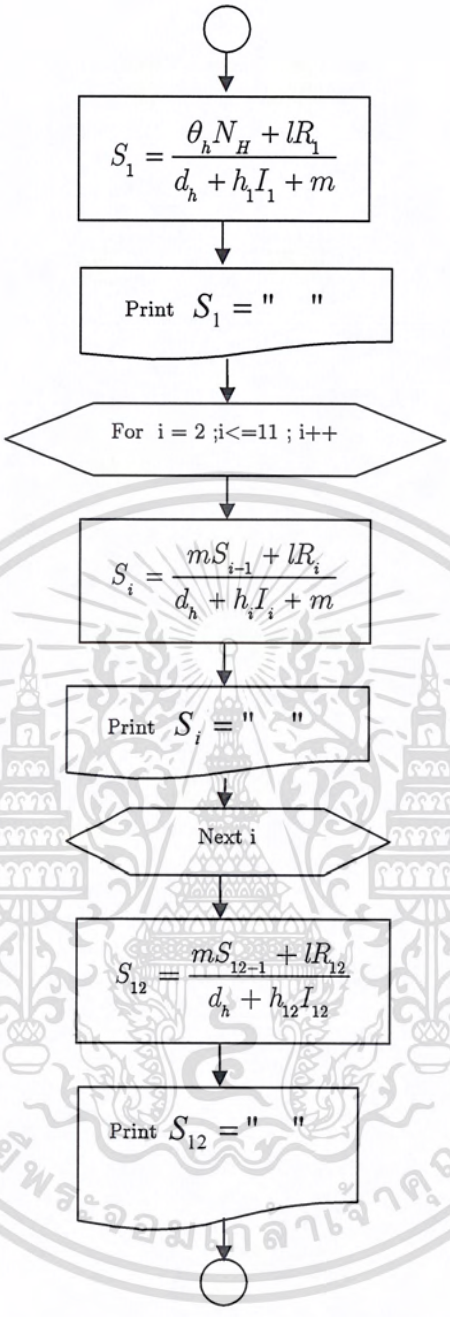
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง



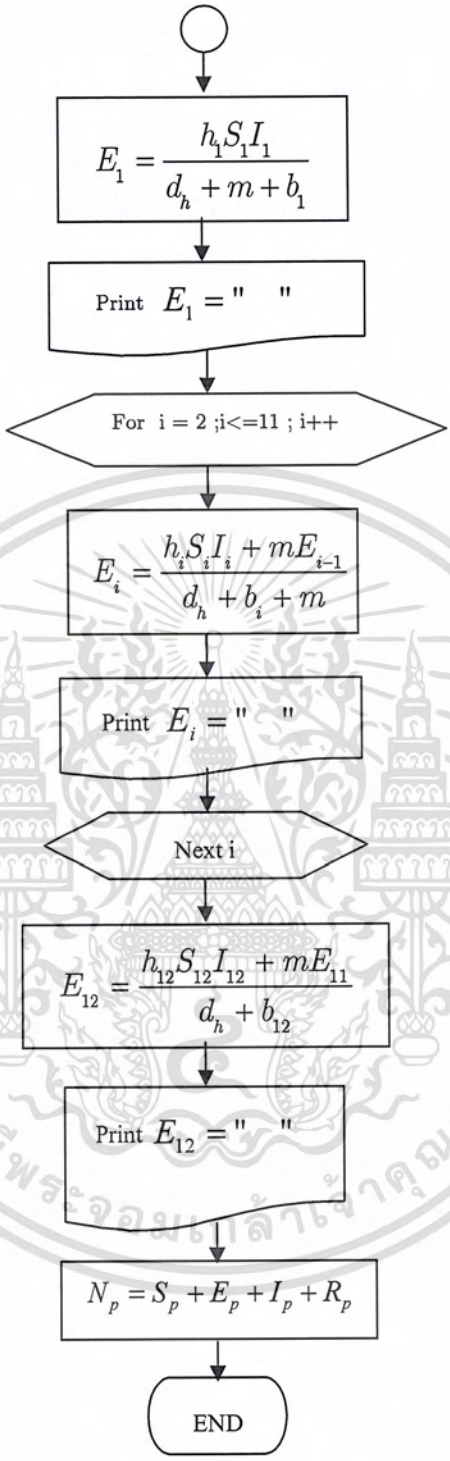
รูปที่ 4.2 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้ฟื้นไข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



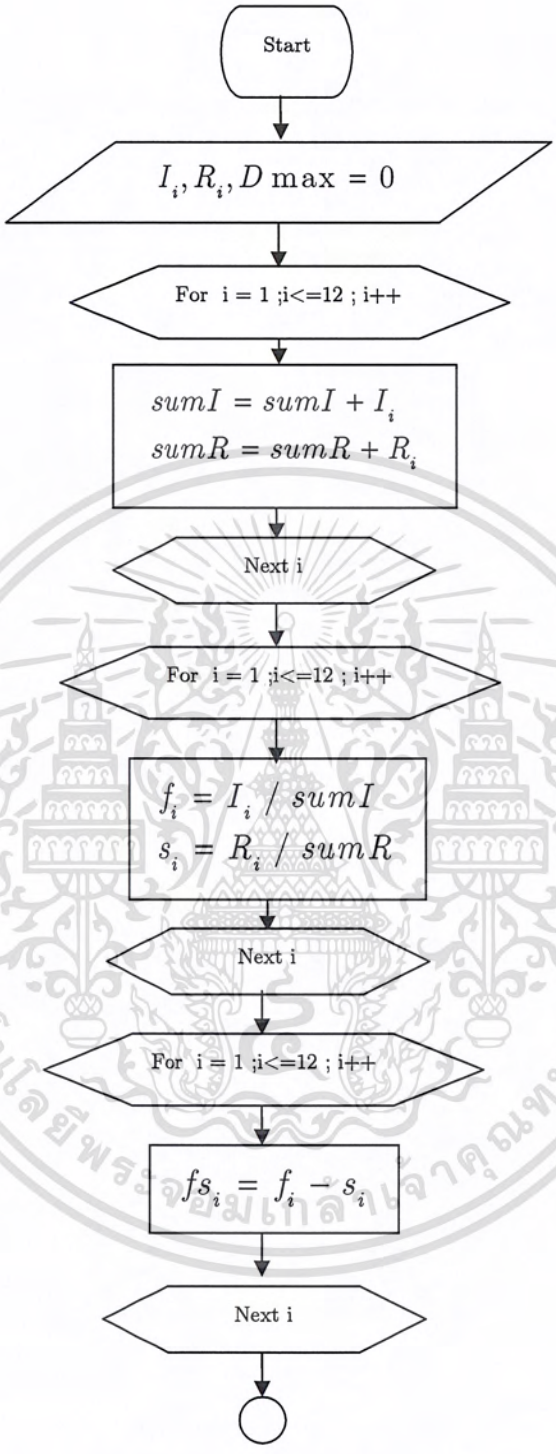
รูปที่ 4.3 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



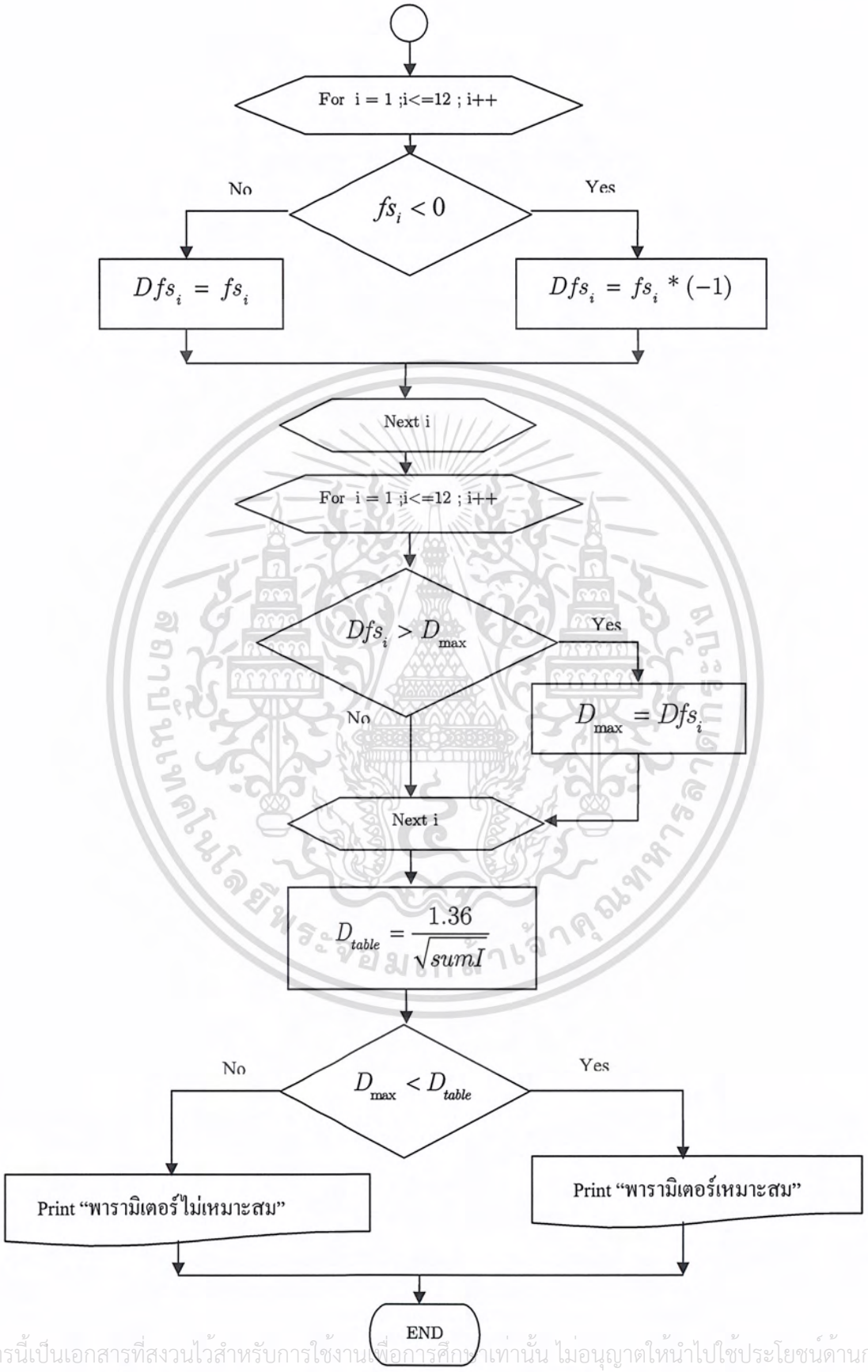
รูปที่ 4.4 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

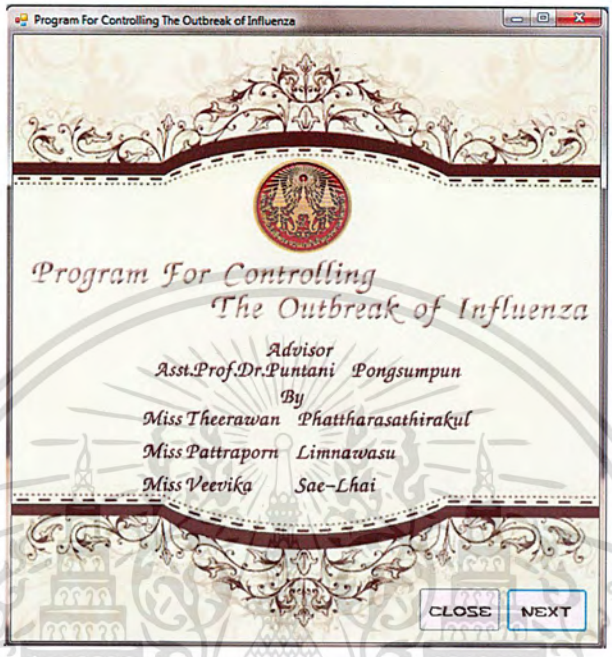


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 ผังงานแสดงการทำงานเกี่ยวกับการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (ต่อ)

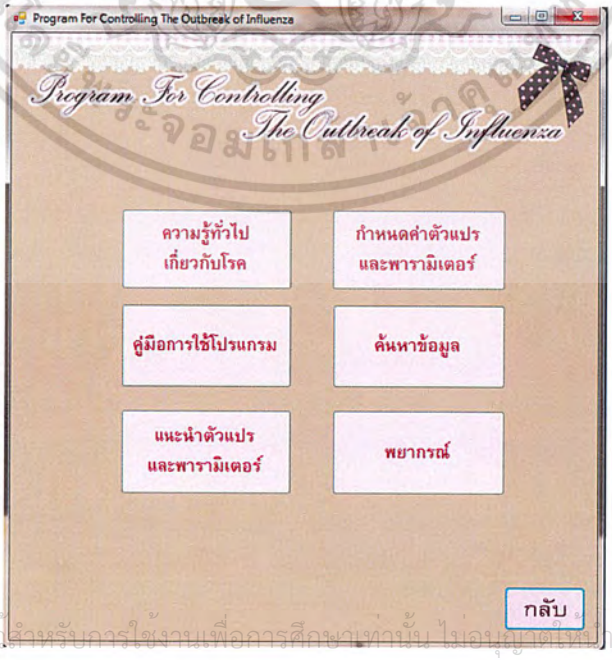
4.3 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

เมื่อเข้าสู่หน้าจอหลักของโปรแกรม จะประกอบไปด้วยชื่อโปรแกรม อาจารย์ที่ปรึกษา และคณะผู้จัดทำ



รูปที่ 4.7 หน้าจอหลักของโปรแกรม

กดปุ่ม NEXT จะเข้าสู่หน้าจอเลือกรายการต่างๆ ประกอบไปด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงรายการต่างๆ ของโปรแกรม

กดปุ่ม

เมื่อต้องการให้แสดงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรค

กดปุ่ม

เมื่อต้องการให้แสดงวิธีการใช้โปรแกรม

กดปุ่ม

เมื่อต้องการให้แสดงความหมายของตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ

กดปุ่ม

เมื่อต้องการกำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ

กดปุ่ม

เมื่อต้องการค้นหาข้อมูลต่างๆ

กดปุ่ม

เมื่อต้องการทราบจำนวนที่สามารถควบคุมการระบาดของจำนวนผู้เสี่ยงการติดเชื้อ จำนวนผู้ติดเชื้อแต่ไม่สามารถถ่ายทอดได้ จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง และจำนวนผู้ฟื้นไข้

กดปุ่ม

จะเข้าสู่หน้าจอความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรค

รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม ต่อไป จะเข้าสู่หน้าจอแสดงการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก

รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก

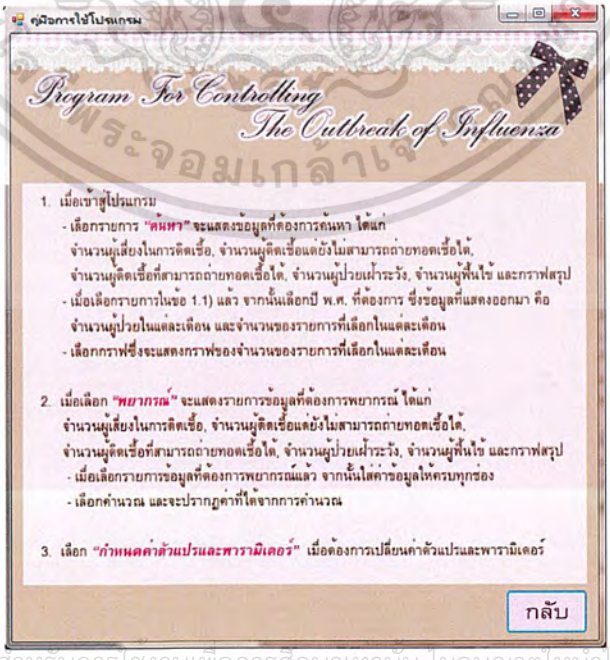
รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม ต่อไป จะเข้าสู่หน้าจอแสดงตารางการเปรียบเทียบระหว่างโรคไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ ไข้หวัดนก และไข้หวัดหมู

รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงตารางการเปรียบเทียบระหว่างโรคไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ ไข้หวัดนก และไข้หวัดหมู

กดปุ่ม คู่มือการใช้โปรแกรม จะเข้าสู่วิธีการใช้โปรแกรม

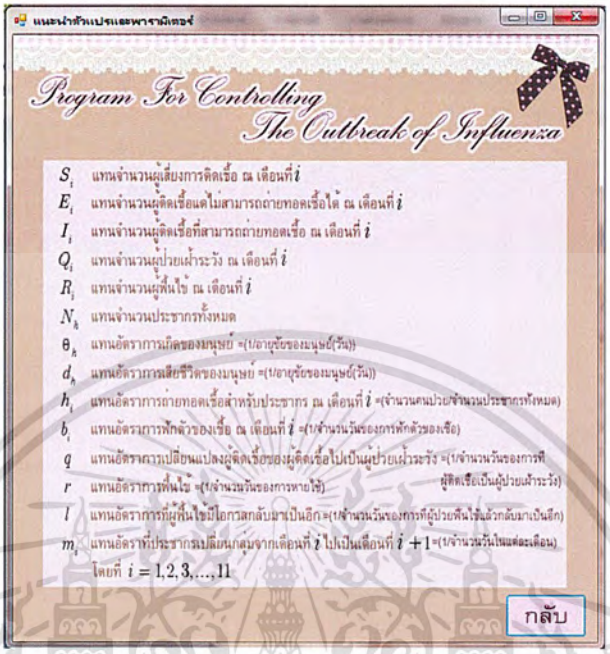


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงคู่มือการใช้โปรแกรม

กดปุ่ม กลับ เพื่อกลับสู่หน้าจอแสดงรายการต่างๆ ของโปรแกรม

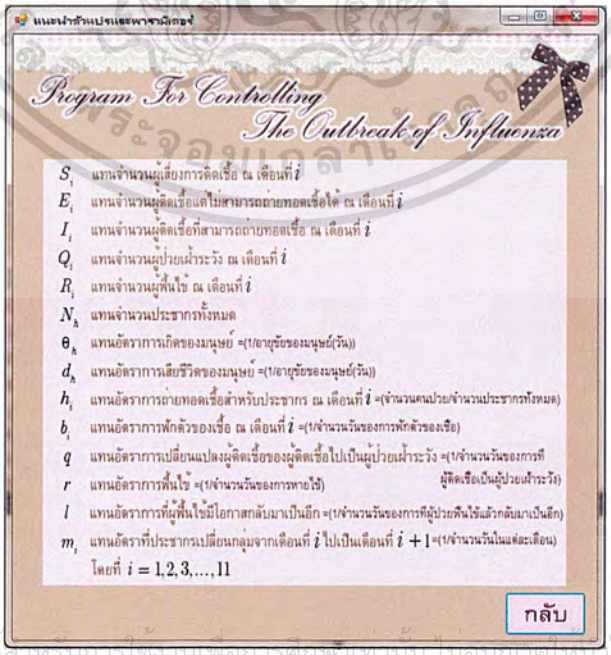
กดปุ่ม แนะนำตัวแปรและพารามิเตอร์ จะเข้าสู่หน้าจอแนะนำตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ

กดปุ่ม กลับ เพื่อกลับสู่หน้าจอแสดงรายการต่างๆ ของโปรแกรม

กดปุ่ม แนะนำตัวแปรและพารามิเตอร์ เพื่อเข้าสู่หน้าจอกำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ

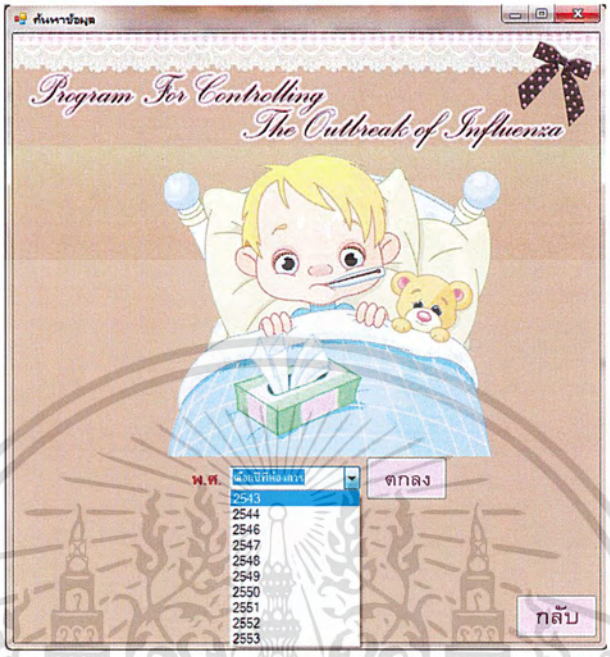


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงการกำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์

กดปุ่ม จะเข้าสู่หน้าจอค้นหาข้อมูลต่างๆ โดยผู้ใช้ต้องกดปุ่ม

เลือกปี พ.ศ. ที่ต้องการค้นหาข้อมูลแล้วกดปุ่ม เพื่อค้นหาข้อมูลต่างๆ



รูปที่ 4.16 หน้าจอค้นหาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลของปี พ.ศ.2543

การสืบค้นข้อมูลของปัญหาพิเศษฉบับนี้ยกตัวอย่างการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ในปี พ.ศ.2543 จากการวิเคราะห์ จำนวนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ จำนวนของผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ที่ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้เฝ้าระวัง และจำนวนผู้ฟื้นไข้ ซึ่งแสดงผลได้ดังนี้

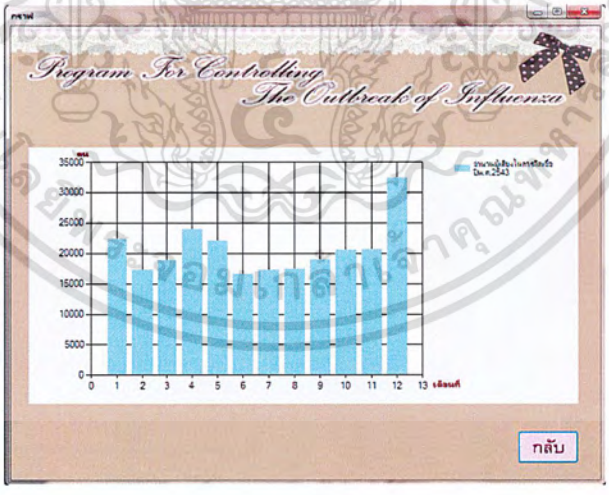
รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงการสืบค้นข้อมูลของปี พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม จำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อ จะแสดงหน้าจอของจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อในปี พ.ศ.2543

รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อปี พ.ศ.2543

กดปุ่ม กราฟ จะแสดงกราฟของจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อของปี พ.ศ.2543

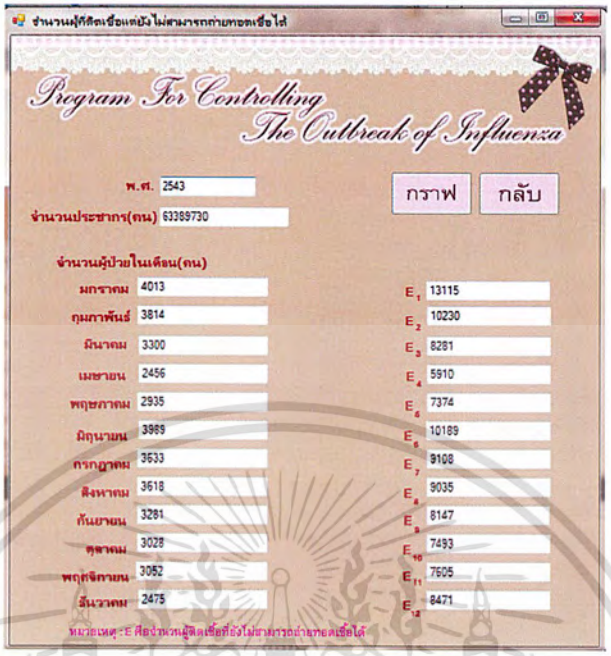


รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อปี พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม

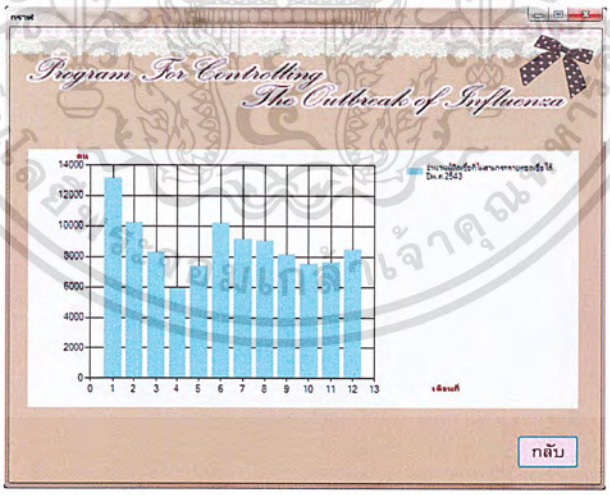
จะแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ในปี พ.ศ.2543



รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ปี พ.ศ.2543

กดปุ่ม

จะแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ของปี พ.ศ.2543



รูปที่ 4.21 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ปี พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

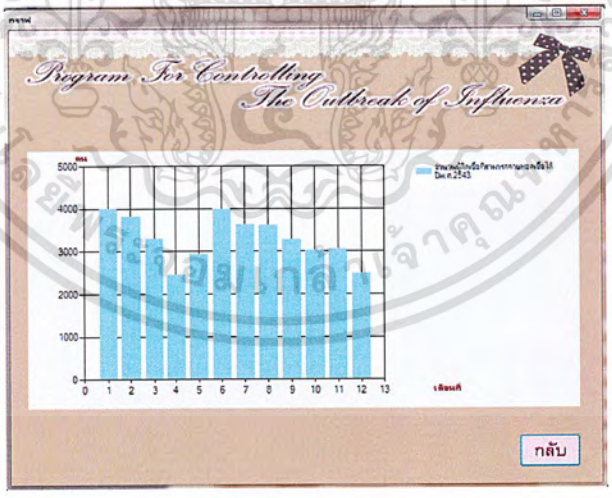
กดปุ่ม

จะแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ของปี พ.ศ.2543

รูปที่ 4.22 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ปี พ.ศ.2543

กดปุ่ม

จะแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ของปี พ.ศ.2543



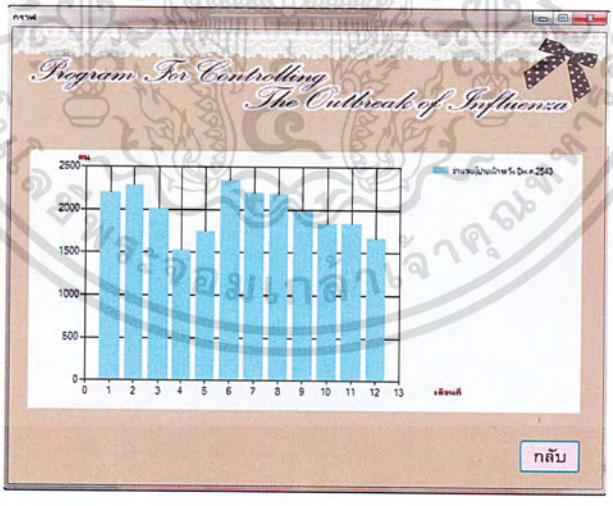
รูปที่ 4.23 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ของปี พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง จะแสดงจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังในปี พ.ศ.2543

รูปที่ 4.24 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังปี พ.ศ.2543

กดปุ่ม กราฟ จะแสดงจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังในปี พ.ศ.2543



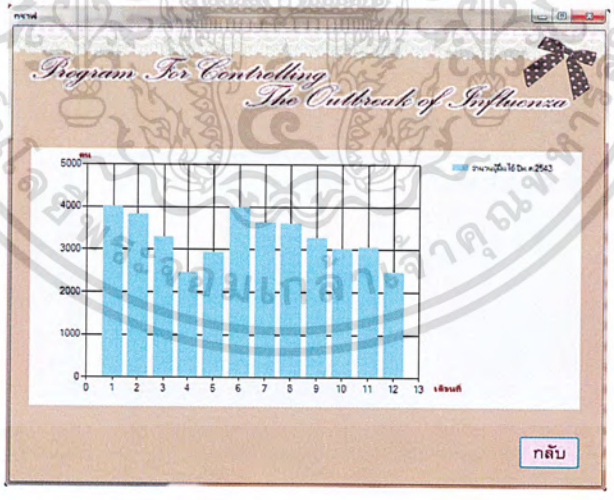
รูปที่ 4.25 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังปี พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม จำนวนผู้ฟื้นไข้ จะแสดงจำนวนผู้ฟื้นไข้ในปี พ.ศ.2543

รูปที่ 4.26 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ฟื้นไข้ปี พ.ศ.2543

กดปุ่ม กราฟ จะแสดงจำนวนผู้ฟื้นไข้ในปี พ.ศ.2543



รูปที่ 4.27 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ฟื้นไข้ปี พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม กราฟสรุป จะแสดงกราฟสรุป

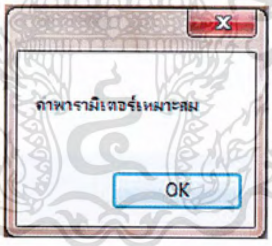
รูปที่ 4.28 หน้าจอแสดงกราฟสรุปปี พ.ศ.2543

จากกราฟจะแสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ติดเชื้อที่ไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง และจำนวนผู้ฟื้นไข้ มีจำนวนมาก ตามลำดับ ในช่วงเดือนที่6-8 (เดือนมิถุนายน-สิงหาคม) มีจำนวนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อสูง เนื่องจากในช่วงเดือนดังกล่าวมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมในการฟักตัวของเชื้อไข้หวัดใหญ่ ส่งผลให้จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ติดเชื้อที่ไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง และจำนวนผู้ฟื้นไข้ สูงขึ้นไปด้วย

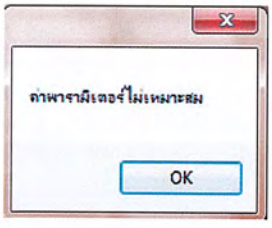
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม เพื่อทดสอบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่

รูปที่ 4.29 หน้าจอแสดงการทดสอบโคล โมโกรอฟ-สเมอร์นอฟปี พ.ศ.2543



รูปที่ 4.30 แสดงความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์



รูปที่ 4.31 แสดงความผิดพลาดของค่าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปจะใช้วิธีการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว (The Kolmogorov-Smirnov One Sample Test) มาทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่ได้นั้นมีความเหมาะสมหรือไม่

กำหนด H_0 : แบบจำลองที่ได้มีความเหมาะสม

H_1 : แบบจำลองที่ได้ไม่มีความเหมาะสม

และใช้สูตร $D = \max|F(x) - S(x)|$ เรียกว่า $D_{\text{คำนวณ}}$ และได้กำหนดระดับนัยสำคัญ =0.05 เพื่อไปเปิดตารางค่า D ที่ได้จากตาราง เรียกว่า $D_{\text{ตาราง}}$

ต่อไปจะเป็นการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่ใช้โดยวิธีการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ

ตารางที่ 4.1 แสดงการคำนวณของปี พ.ศ.2543

พ.ศ. 2543					
I_i	R_i	F	S	$S-F$	$\lvert S-F\rvert$
4013	4013	0.10135374	0.10135374	0	0
3814	3814	0.096327726	0.096327726	0	0
3300	3300	0.083345962	0.083345962	0	0
2456	2456	0.0620296	0.0620296	0	0
2935	2935	0.074127393	0.074127393	0	0
3989	3989	0.100747588	0.100747588	0	0
3633	3633	0.091756327	0.091756327	0	0
3618	3618	0.091377481	0.091377481	0	0
3281	3281	0.082866091	0.082866091	0	0
3028	3028	0.076476234	0.076476234	0	0
3052	3052	0.077082386	0.077082386	0	0
2475	2475	0.062509471	0.062509471	0	0
39594	39594				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณจากตาราง เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้สูตรจากตารางค่าวิกฤตสถิติทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟแสดงไว้ในภาคผนวก ก จะได้

$$\frac{1.36}{\sqrt{n}} = 0.006835$$

$$D_{\text{คำนวณ}} = 0 < D_{\text{ตาราง}} = 0.006835$$

หมายความว่า เรายอมรับ H_0 คือ ข้อมูลที่ได้เป็นไปตามทฤษฎีที่สร้างไว้

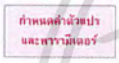
จากการทดสอบข้างต้นแสดงว่า แบบจำลองที่ได้มีความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

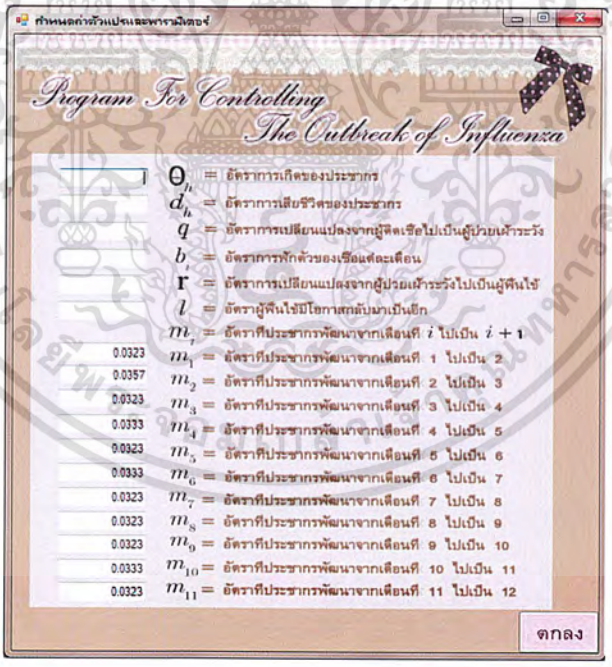
4.5 ตัวอย่างการพยากรณ์ข้อมูล

จากที่ได้ทำการทดสอบ จำนวนของผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ จำนวนของผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง และจำนวนผู้ฟื้นไข้ เราสามารถลดการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ได้ เมื่อพารามิเตอร์แต่ละตัวมีค่าดังนี้

- อัตราการเกิดของมนุษย์ (θ_h) มีค่าเป็น 0.000038
- อัตราการเสียชีวิตของมนุษย์ (d_h) มีค่าเป็น 0.000038
- อัตราการถ่ายทอดเชื้อสำหรับประชากร ณ เดือนที่ i (h_i) มีค่าเป็น
- อัตราการเปลี่ยนแปลงผู้ติดเชื้อของผู้ติดเชื้อไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวัง (q) มีค่าเป็น 0.2
- อัตราการฟื้นไข้ (r) มีค่าเป็น 0.333333
- อัตราการที่ผู้ฟื้นไข้มีโอกาสกลับมาเป็นอีก (l) มีค่าเป็น 1

ซึ่งก่อนการพยากรณ์ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ได้ โดยกดปุ่ม 

เพื่อกำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ในก่อนทำการพยากรณ์

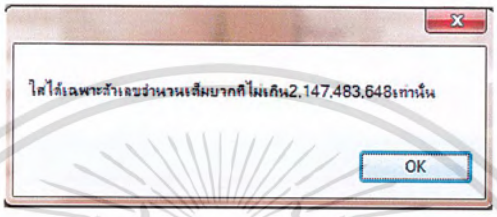


รูปที่ 4.32 หน้าจอแสดงการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อทำการพยากรณ์

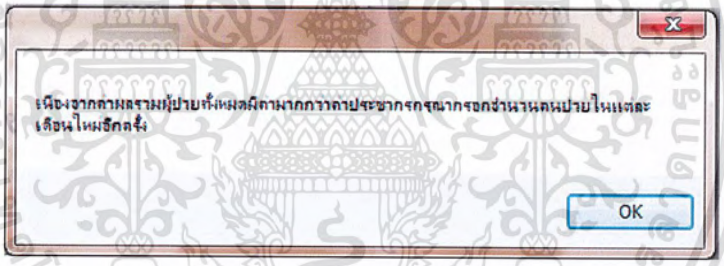
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม พยากรณ์ แล้วกรอกจำนวนประชากรทั้งหมด และจำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือนเพื่อจะพยากรณ์จำนวนผู้เสี่ยงการติดเชื้อ จำนวนผู้ติดเชื้อแต่ไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ และจำนวนผู้ฟื้นไข้

ข้อมูลที่กรอกจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าไม่เกิน 2,147,483,648 เท่านั้น หากกรอกข้อมูลที่นอกเหนือจากจำนวนเต็มบวก โปรแกรมจะแจ้งข้อความเตือน



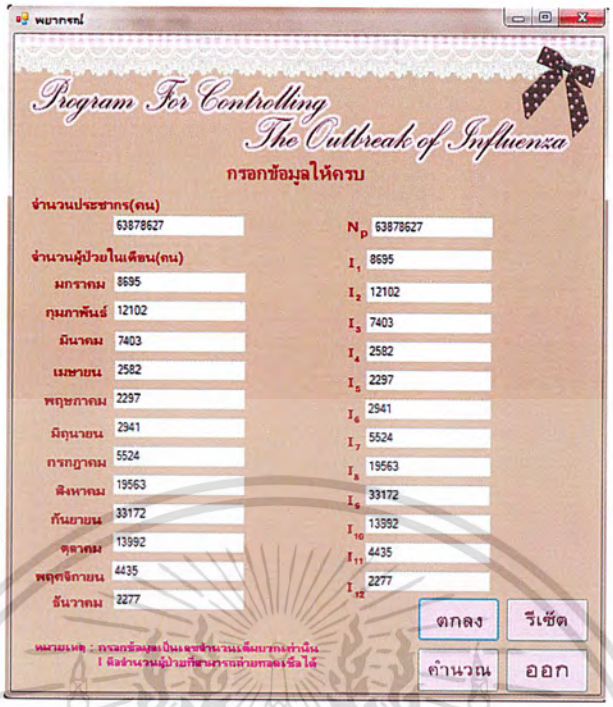
รูปที่ 4.33 แสดงข้อผิดพลาดจากการกรอกข้อมูลที่ไม่ใช่จำนวนเต็มบวก



รูปที่ 4.34 แสดงข้อผิดพลาดจากการกรอกข้อมูลจำนวนคนป่วยในแต่ละเดือนรวมกันแล้วมากกว่าจำนวนประชากรทั้งหมด

เมื่อกรอกจำนวนประชากรทั้งหมด และจำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือนแล้วจึงกดปุ่ม ตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลเพื่อการพยากรณ์

หลังจากนั้นกดปุ่ม คำนวณ จะปรากฏหน้าจอที่แสดงปุ่มกดจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อ จำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง และจำนวนผู้ฟื้นไข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

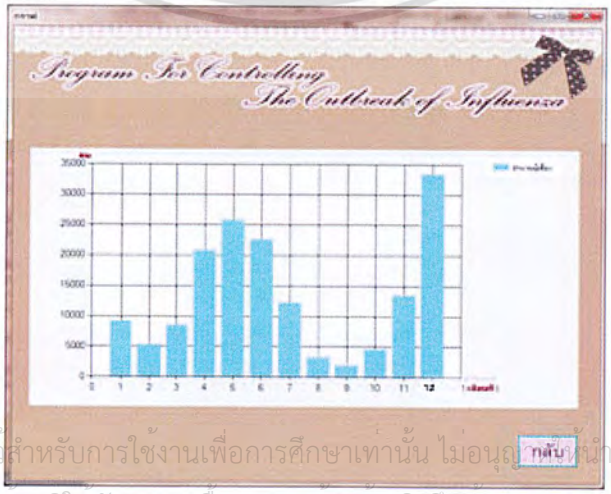
รูปที่ 4.36 หน้าจอแสดงรายการต่างๆ

กดปุ่ม เพื่อแสดงจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อ

รูปที่ 4.37 หน้าจอแสดงจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อที่ได้จากการพยากรณ์

ซึ่งค่าจำนวนผู้เสี่ยงการติดเชื้อ $S_1 - S_{12}$ ที่คำนวณได้เป็นค่าที่เกิดขึ้น ณ สภาวะเสถียร นั่นคือ ถ้าจำนวนผู้ป่วยในเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมตามลำดับ ดังนี้ 8695, 12102, 7403, 2582, 2297, 2941, 5524, 19563, 33172, 13992, 4435 และ 2477 คน แล้วต้องมีจำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ ดังนี้ 9125, 5337, 8508, 20807, 25831, 22525, 12256, 3313, 1928, 4537, 13438 และ 30294 คน ตามลำดับ จึงจะสามารถควบคุมการระบาดของโรคนี้ได้

กดปุ่ม เพื่อแสดงกราฟของจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อที่ได้จากการพยากรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.38 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้เสี่ยงในการติดเชื้อที่ได้จากการพยากรณ์

กดปุ่ม

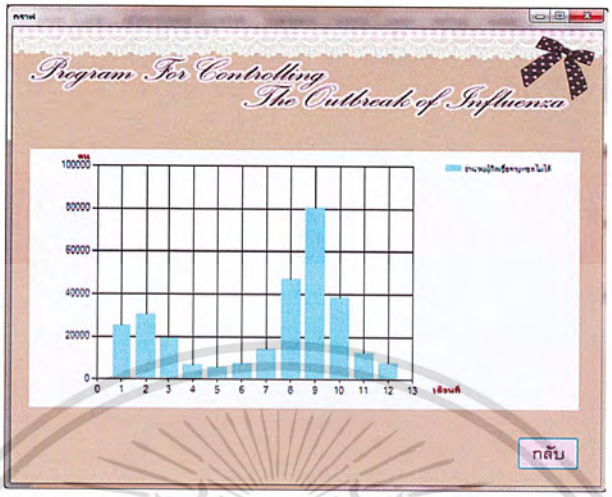
เพื่อแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์

รูปที่ 4.39 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์

ซึ่งค่าจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ $E_1 - E_{12}$ ที่คำนวณได้เป็นค่าที่เกิดขึ้น ณ สภาวะเสถียร นั่นคือ ถ้าจำนวนผู้ป่วยในเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมตามลำดับ ดังนี้ 8695, 12102, 7403, 2582, 2297, 2941, 5524, 19563, 33172, 13992, 4435 และ 2477 คน แล้วต้องมีจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ ดังนี้ 24981, 30129, 19135, 6481, 5419, 7455, 14099, 46968, 80262, 38163, 12481 และ 8281 คน ตามลำดับ จึงจะสามารถควบคุมการระบาดของโรคนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม กราฟ เพื่อแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์



รูปที่ 4.40 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์

กดปุ่ม จำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ เพื่อแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์

รูปที่ 4.41 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ $I_1 - I_{12}$ ที่คำนวณได้เป็นค่าที่เกิดขึ้น ณ สภาวะเสถียร นั่นคือ ถ้าจำนวนผู้ป่วยในเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมตามลำดับ ดังนี้ 8695, 12102, 7403, 2582, 2297, 2941, 5524, 19563, 33172, 13992, 4435 และ 2477 คน แล้วต้องมีจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ ดังนี้ 24981, 30129, 19135, 6481, 5419, 7455, 14099, 46968, 80262, 38163, 12481 และ 8281 คน ตามลำดับ จึงจะสามารถควบคุมการระบาดของโรคนี้ได้

กดปุ่ม กราฟ เพื่อแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์

รูปที่ 4.42 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ติดเชื้อที่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ที่ได้จากการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

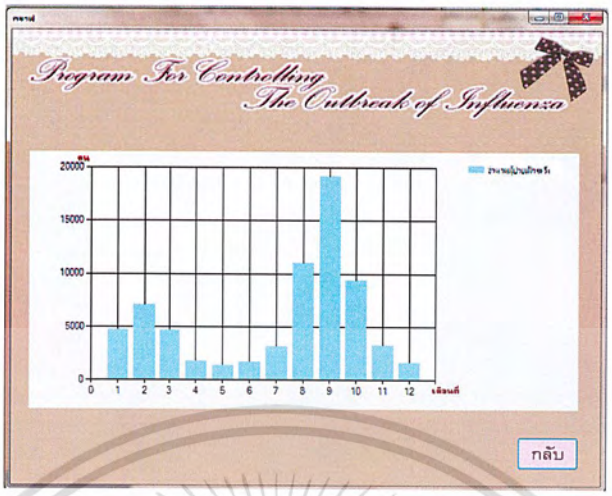
กดปุ่ม | จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง | เพื่อแสดงจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่ได้จากการพยากรณ์

รูปที่ 4.43 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่ได้จากการพยากรณ์

ซึ่งค่าจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง $Q_1 - Q_{12}$ ที่คำนวณได้เป็นค่าที่เกิดขึ้น ณ สภาวะเสถียร นั่นคือ ถ้าจำนวนผู้ป่วยในเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมตามลำดับ ดังนี้ 8695, 12102, 7403, 2582, 2297, 2941, 5524, 19563, 33172, 13992, 4435 และ 2477 คน แล้วต้องมีจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง ดังนี้ 4755, 7018, 4668, 1832, 1418, 1732, 3174, 10980, 19090, 9339, 3267 และ 1802 คน ตามลำดับ จึงจะสามารถควบคุมการระบาดของโรคนี้ได้

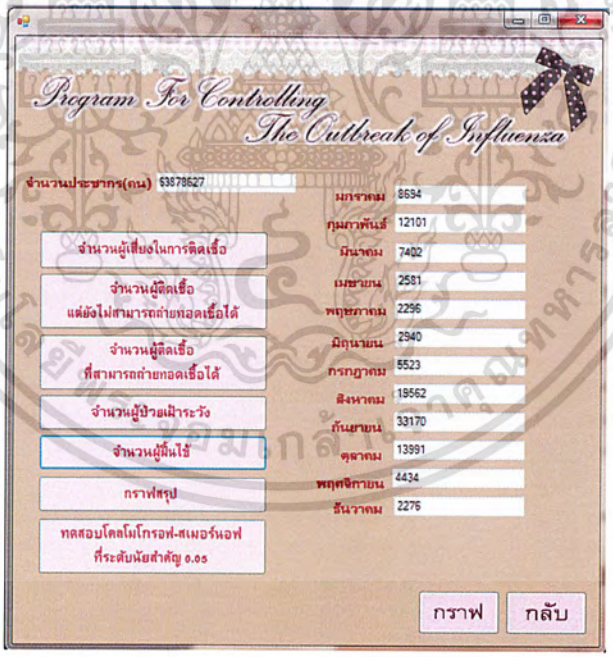
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม กราฟ เพื่อแสดงกราฟของจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่ได้จากการพยากรณ์



รูปที่ 4.44 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนของจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังที่ได้จากการพยากรณ์

กดปุ่ม จำนวนผู้ฟื้นไข้ เพื่อแสดงจำนวนผู้ฟื้นไข้ที่ได้จากการพยากรณ์

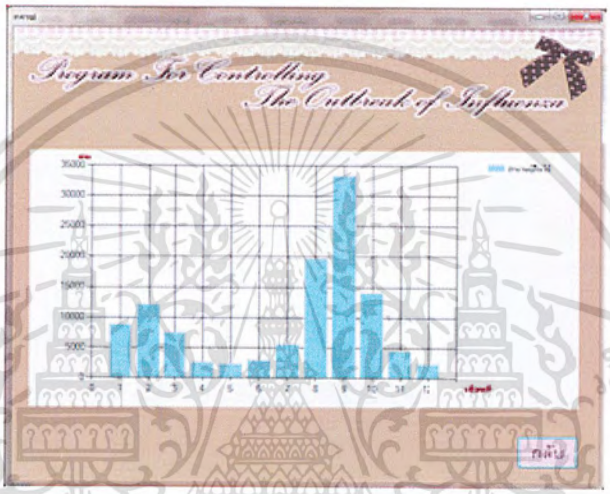


รูปที่ 4.45 หน้าจอแสดงจำนวนผู้ฟื้นไข้ที่ได้จากการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

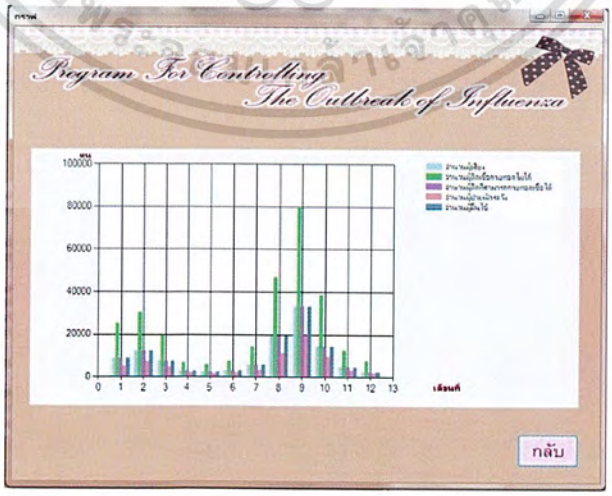
ซึ่งค่าจำนวนผู้ฟื้นไข้ $R_1 - R_{12}$ ที่คำนวณได้เป็นค่าที่เกิดขึ้น ณ สภาวะเสถียร นั่นคือ ถ้าจำนวนผู้ป่วยในเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมตามลำดับ ดังนี้ 8695, 12102, 7403, 2582, 2297, 2941, 5524, 19563, 33172, 13992, 4435 และ 2477 คน แล้วต้องมีจำนวนผู้ฟื้นไข้ดังนี้ 8694, 12101, 7402, 2581, 2296, 2940, 5523, 19562, 33170, 13991, 4434 และ 2476 คน ตามลำดับ จึงจะสามารถควบคุมการระบาดของโรคนี้ได้

กดปุ่ม กราฟ เพื่อแสดงกราฟของจำนวนผู้ฟื้นไข้ที่ได้จากการพยากรณ์



รูปที่ 4.46 หน้าจอแสดงกราฟของจำนวนผู้ฟื้นไข้ที่ได้จากการพยากรณ์

กดปุ่ม กราฟสรุป จะแสดงกราฟสรุป



รูปที่ 4.47 หน้าจอแสดงกราฟสรุปของการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟข้างต้นเมื่อเปรียบเทียบกราฟของจำนวนผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้กับ กราฟของจำนวนผู้ฟื้นไข้ในแต่ละเดือนจะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันนั้น หมายความว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่แปรผันกับจำนวนผู้ฟื้นไข้ นั่นคือ ผู้ป่วยจะฟื้นไข้เกือบทั้งหมด

กดปุ่ม

เพื่อทดสอบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่

รูปที่ 4.48 หน้าจอแสดงการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟที่ได้จากการพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการคำนวณของการพยากรณ์

I_i	R_i	F	S	$S-F$	$\lvert S-F \rvert$
8695	8688	0.07548857	0.075509087	-0.000021	0.000021
12102	12087	0.105067588	0.105050452	0.000017	0.000017
7403	7393	0.064271637	0.064253991	0.000018	0.000018
2582	2579	0.022416502	0.022414587	0.000002	0.000002
2297	2298	0.019942179	0.019972362	-0.000030	0.000030
2941	2940	0.025533282	0.025552108	-0.000019	0.000019
5524	5513	0.047958466	0.047914548	0.000044	0.000044
19563	19536	0.169842772	0.169791151	0.000052	0.000052
33172	33140	0.287993888	0.288026143	-0.000032	0.000032
13992	13977	0.12147626	0.121476808	-0.000001	0.000001
4435	4433	0.038503946	0.03852806	-0.000024	0.000024
2477	2475	0.02150491	0.021510703	-0.000006	0.000006
115183	115059				

คำนวณจากตาราง เมื่อระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้สูตรจากตารางค่าวิกฤตสถิติทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟแสดงไว้ในภาคผนวก ก จะได้

$$\frac{1.36}{\sqrt{n}} = 0.004007$$

$$D_{\text{คำนวณ}} = 0 < D_{\text{ตาราง}} = 0.004007$$

หมายความว่า เรายอมรับ H_0 คือ ข้อมูลที่ได้เป็นไปตามทฤษฎีที่สร้างไว้

จากการทดสอบข้างต้นแสดงว่า แบบจำลองที่ได้มีความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการจัดทำปัญหาพิเศษและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากการนำเอาองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในการประยุกต์ใช้กับการควบคุมโรคของปัญหาพิเศษนี้ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ในอดีตจนถึงปัจจุบันและอีกทั้งยังเป็นการพยากรณ์การเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ล่วงหน้า ที่วางอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีต่างๆ โดยแบบจำลองที่ได้นี้ถูกสร้างขึ้นจากปัจจัยการเกิดโรคและวิทยาการระบาดของโรค ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะให้เกิดประโยชน์ต่อการแพทย์และการสาธารณสุขของไทย ในการลดอัตราผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตจากโรคไข้หวัดใหญ่ โดยผู้จัดทำได้พยายามสร้างแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเพื่อที่จะให้มีความเหมาะสมและใช้ได้จริงกับการควบคุมการระบาดของไข้หวัดใหญ่ สำหรับโปรแกรมการควบคุมการระบาดของโรคเป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างจากแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองให้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้จริง โดยโปรแกรมจะรับค่า จำนวนประชากรทั้งหมด (N_h) อัตราการเกิดของมนุษย์ (θ_h) อัตราการเสียชีวิตของมนุษย์ (d_h) อัตราการถ่ายทอดเชื้อสำหรับประชากร ณ เดือนที่ i (h_i) อัตราการฟักตัวของเชื้อ ณ เดือนที่ i (b_i) อัตราการเปลี่ยนแปลงผู้ติดเชื้อไปเป็นผู้ป่วยเฝ้าระวัง (q) อัตราการฟื้นไข้ (n) อัตราการที่ผู้ฟื้นไข้มีโอกาสกลับมาเป็นอีก (l) อัตราที่ประชากรเปลี่ยนกลุ่มจากเดือนที่ i ไปเป็นเดือนที่ $i+1$ (m) โดยที่ $i = 1,2,3,\ldots,12$ และจำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือน โดยค่าที่ได้จะนำไปคำนวณและแสดงออกมาเป็นกราฟ เพื่อเป็นแนวทางในการลดการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่และมีการพยากรณ์ จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (S_i) จำนวนผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ (E_i) จำนวนผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ (I_i) จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง (Q_i) จำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ (R_i) เพื่อที่จะป้องกันการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ได้อย่างทันท่วงที

ซึ่งโปรแกรมมีข้อดี คือ สามารถสร้างโปรแกรมและกราฟจากแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และพยากรณ์จำนวนผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (S_i) จำนวนผู้ที่ติดเชื้อแต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อได้ (E_i) จำนวนผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ (I_i) จำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวัง (Q_i) และจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ (R_i)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนข้อเสีย คือ โปรแกรมและกราฟที่สร้างจากแบบจำลองนี้ใช้ได้กับการวิเคราะห์และพยากรณ์โรคไข้หวัดใหญ่ได้เฉพาะรายเดือนเท่านั้น

5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม

1. ข้อมูลย้อนหลังเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2553 (ยกเว้นปี พ.ศ.2545) เนื่องจากทางกระทรวงสาธารณสุขไม่ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนไว้

2. ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการพยากรณ์ผู้ใช้ต้องทราบค่า จำนวนประชากร จำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม

3. ข้อมูลที่ผู้ใช้กรอกจะต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็มบวกเท่านั้น ผลรวมของผู้ป่วยในแต่ละเดือนต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนประชากรทั้งหมด

4. ต้องติดตั้งโปรแกรมเสริม Microsoft Chart Controls เพื่อใช้ในการแสดงกราฟ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ควรจะออกแบบโปรแกรมให้ผู้ใช้สามารถเลือกค่าระดับนัยสำคัญอื่นๆ เองได้

2. ในส่วนการพยากรณ์ควรออกแบบให้โปรแกรมสามารถเพิ่มข้อมูลที่ผู้ใช้ได้พยากรณ์ไว้ไปเก็บในฐานข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2543, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[2] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ. 2544, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[3] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2545, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[4] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2546, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[5] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2547, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[6] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2548, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[7] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2549, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[8] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2550, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[9] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2551, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[10] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2552, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[11] กรมควบคุมโรค. ม.ป.ป. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี พ.ศ.2553, กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข.

[12] Leah Edelstein. Mathematical models in biology. New York : Random House, Inc 1988

[13] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2551. **Visual C#**. กรุงเทพฯ: SIMPLIFY.

[14] ประเสริฐ ทองเจริญ. 2547. **ไข้หวัดใหญ่ ไข้หวัดนก BIRD FLU**. กรุงเทพฯ: ประชาช่าง, บจก.

[15] [Online].Available :http://www.siamhealth.net/public_html/Disease/infectious/influenza.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[16] [Online].Available :http://203.157.15.4/fact/Influenza.htm

[17] [Online].Available :http://www.vibhavadi.com/web/health_detail.php?id=77

[18] [Online].Available :http://test.ddc.moph.go.th/

[19] [Online].Available :http://www.moph.go.th/moph2/index4.php

[20] [Online].Available :http://file.siam2web.com/natcha/531special/2009913_27867.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ตารางค่าวิกฤตสถิติทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ

Simple size (n)	Level of significance for $D = \max \mid F_0(X) - S_n(X) \mid$				
	.20	.15	.10	.05	.01
1	.900	.925	.950	.975	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.332	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	..272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.21	.22	.24	.27	.32
30	.19	.20	.22	.24	.29
35	.18	.19	.21	.23	.27
Over 35	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

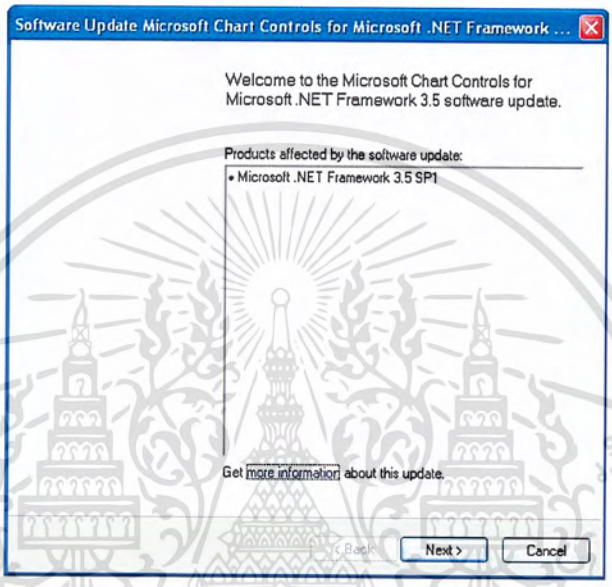
ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมพร้อมก่อนการใช้โปรแกรม Program For Controlling The Outbreak of Influenza

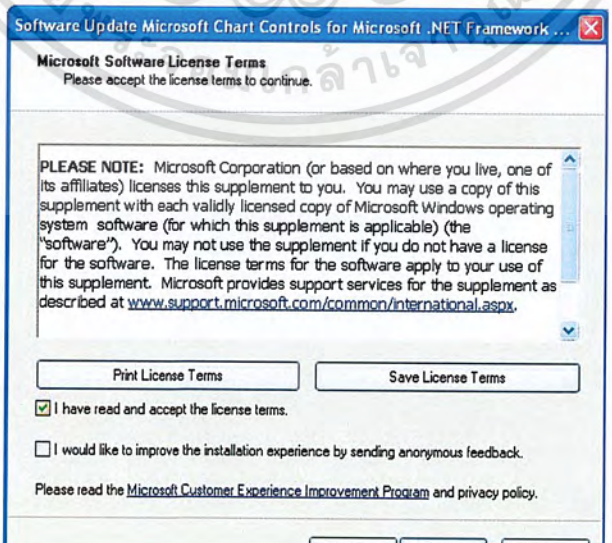
ก่อนการเปิดใช้โปรแกรม Program For Controlling The Outbreak of Influenza ต้องทำการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls ซึ่งโปรแกรมนี้ช่วยในการสร้างกราฟ มีวิธีการติดตั้งดังนี้

1. คลิกปุ่ม Next ดังภาพ



รูปที่ ข-1 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls

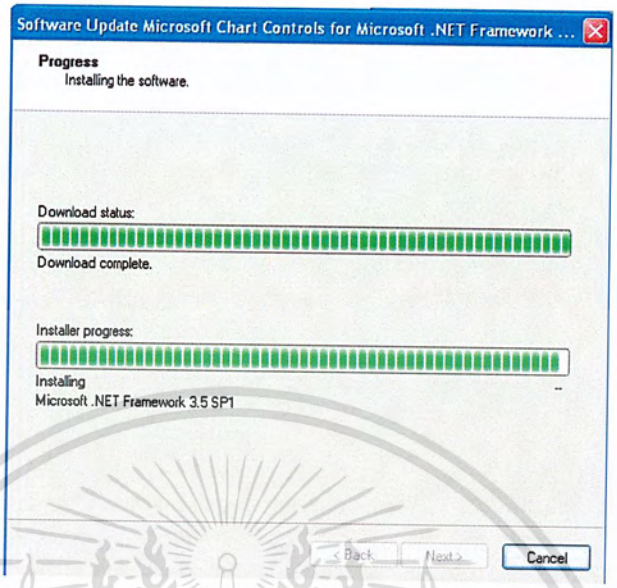
2. คลิกเครื่องหมายถูกที่ตัวเลือกแรก ดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

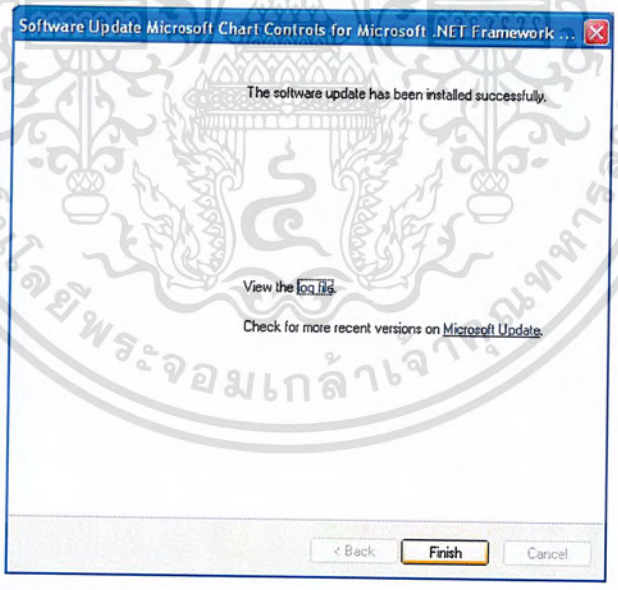
รูปที่ ข-2 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls

3. รอจนแถบสีเขียวเต็ม ดังภาพ



รูปที่ ข-3 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls

4. คลิกปุ่ม Finish เป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls



รูปที่ ข-4 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

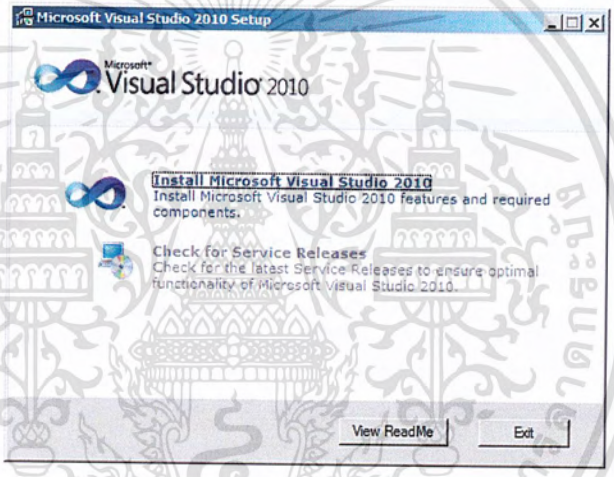
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมพร้อมก่อนการใช้โปรแกรม Program For Controlling The Outbreak of Influenza

1. ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน setup

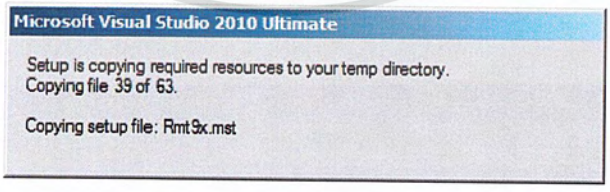
รูปที่ ค-1 แสดงไอคอนการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010

2. คลิกที่ Install Microsoft Visual Studio 2010



รูปที่ ค-2 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง

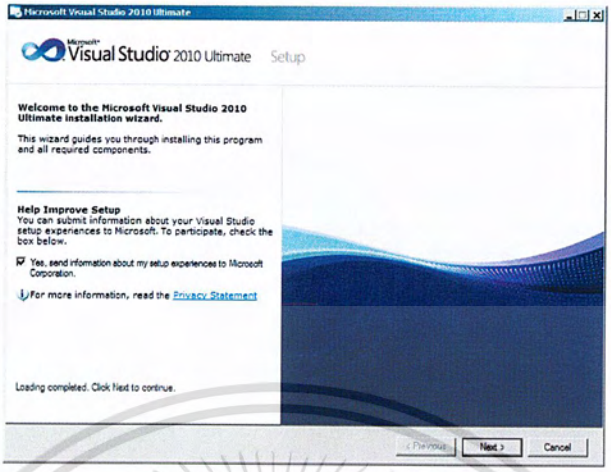
3. รอการติดตั้ง



รูปที่ ค-3 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ)

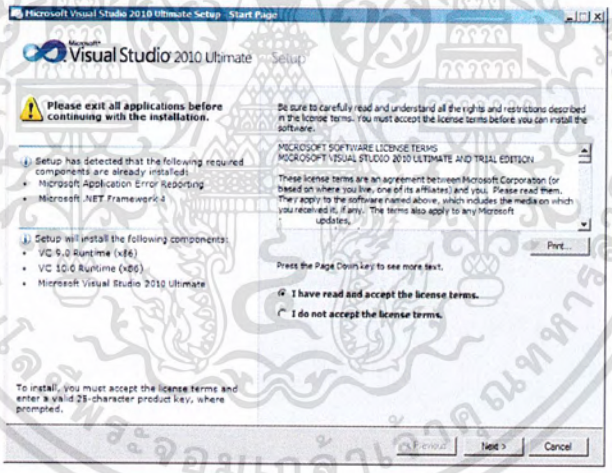
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คลิกปุ่ม Next



รูปที่ ค-4 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ)

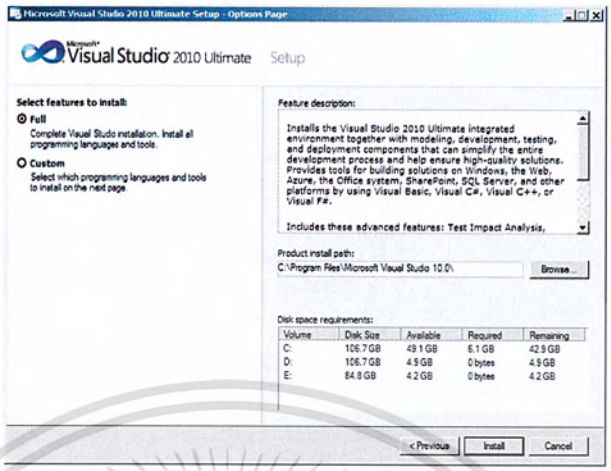
5. คลิกเลือก I have read and accept the license terms. จากนั้นคลิกปุ่ม Next



รูปที่ ค-5 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ)

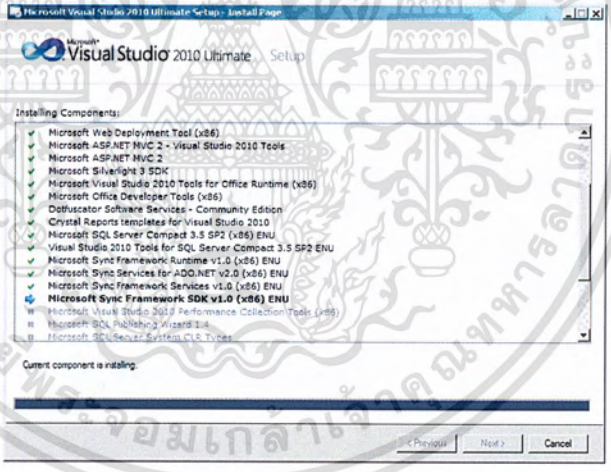
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คลิกเลือก Full คลิกเลือกหน่วยความจำที่จะจัดเก็บโปรแกรม และคลิกปุ่ม Install



รูปที่ ค-6 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ)

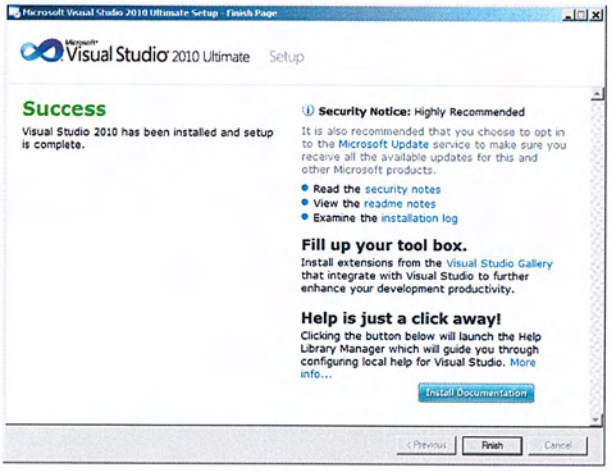
7. รอการติดตั้งของโปรแกรม



รูปที่ ค-7 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ)

8. การติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ คลิก Finish

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-8 แสดงหน้าจอของการติดตั้ง (ต่อ)

9. เมื่อติดตั้งโปรแกรม Microsoft Chart Controls และโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 แล้วสามารถคลิกที่ไอคอนโปรแกรม Program For Controlling The Outbreak of Influenza เพื่อใช้งาน ดังภาพ

รูปที่ ค-9 ไอคอนโปรแกรม Program For Controlling The Outbreak of Influenza

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้