สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกแบบรายเดือน

MATHEMATICAL MODELS OF MONTHLY DISTRIBUTION FOR DENGUE DISEASE

ปิยะนุช เสนภักดี
วรภัทร ลวนนท์
อัญชลี ปงกันคำ

ปพ.
ป621ป
2549

เลขหมู่.......................
เลขทะเบียน 73342
วัน,เดือน,ปี 12 ก.ค. 2550

.b. 11290118
.i.......................

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATHEMATICAL MODELS OF MONTHLY DISTRIBUTION FOR DENGUE DISEASE

PIYANUCH SENPAKDEE
WORAPAT LAVANONT
ANCHALEE PHONGKUNKUM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกแบบรายเดือน MATHEMATICAL MODELS OF MONTHLY DISTRIBUTION FOR DENGUE DISEASE
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปิยะนุช เสนภักดี 46050023 นายวรภัทร ลวนนท์ 46050029 นางสาวอัญชลี ปงกันคำ 46050044
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2549

คณะกรรมการสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	อ.พุทธพร วานิชกร	
กรรมการ	รศ.พัชรินทร์ เหมโชติ	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์	

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ บุญจริง)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกแบบรายเดือน
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปิยะนุช เสนภักดี 46050023
	นายวรภัทร ลวนนท์ 46050029
	นางสาวอัญชลี บงกันคำ 46050044
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีผู้ที่ป่วยและเสียชีวิตด้วยโรคไข้เลือดออกเป็นจำนวนมาก เนื่องจากโรคไข้เลือดออกมีการแพร่ระบาดมากขึ้น และประชาชนทั่วไปไม่ค่อยมีความรู้เกี่ยวกับโรคไข้เลือดออก ทั้งทางด้านลักษณะอาการ สาเหตุของการเกิดโรค และวิธีการป้องกันโรคไข้เลือดออก รวมทั้งปัจจุบันนี้ยังไม่มีวัคซีนที่ใช้ในการรักษาโรคไข้เลือดออกได้ เพราะวัคซีนยังอยู่ในขั้นการทดลองไม่สามารถนำมาใช้ได้

โครงงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาวิเคราะห์อัตราการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก และวิเคราะห์แนวโน้มของการแพร่ระบาดซึ่งจะช่วยลดปัญหาการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกและเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ต้องการทราบข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับโรคไข้เลือด-ออก โดยโปรแกรมได้พัฒนาด้วยภาษา Visual Basic 6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	MATHEMATICAL MODELS OF MONTHLY DISTRIBUTION FOR DENGUE DISEASE	
Students	Miss Piyanuch Senpakdee	46050023
	Mr. Worapat Lavanont	46050029
	Miss Anchalee Phongkunkum	46050044
Degree	Bachelor of Science	
Department	Mathematics and Computer Science, Faculty of Science	
Programme	Applied Mathematics	
Academic Year	2006	
Special Project Advisor	Dr.Puntani Pongsumpun	

ABSTRACT

Nowadays there are several dengue patients. Many people are died due to dengue disease. Since the outbreak of this disease is increasing every year, the people hardly know about this disease and vaccination is on experimental stage, so it could not cure in the present.

In this special project, we formulate and analyze mathematical model. The prediction of dengue cases in the future is discussed. The result will be useful for anyone who want to know about information for dengue disease. The program is developed by Visual Basic 6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาด ของโรคไข้เลือดออกแบบรายเดือนสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ดร.พันธนี พงสัมพันธ์ อาจารย์ผู้รับผิดชอบปัญหาพิเศษฉบับนี้ที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการแก้ ปัญหาต่างๆรวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่คอยเป็นกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำอยู่ตลอดเวลาและขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆทุกคนของคณะผู้จัดทำที่มีส่วนช่วยเหลือในปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติแก่คณะผู้จัดทำ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการ จัดทำปัญหาพิเศษ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีทุกประการ

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2550

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ...II

กิตติกรรมประกาศ..III

สารบัญ...IV

สารบัญภาพ...VIII

สารบัญตาราง...XV

บทที่ 1 บทนำ...1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..1

1.3 ขอบเขตของปัญหา...1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ...1

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา...2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..3

2.1 โรคไข้เลือดออก...3

2.1.1สาเหตุและการติดต่อ..3

2.1.2พาหะนำโรค..4

2.1.2.1 ยุงลายสวน..6

2.1.2.2 ยุงลายบ้าน..7

2.1.2.3 อาหารของยุงลาย..10

2.1.2.4 แหล่งอาศัยของยุงลาย...11

2.1.3 ประเภทของการติดเชื้อ...12

2.1.4 ปัจจัยเสี่ยงในการเกิด DHF หรือ DSS..13

2.1.5 อาการของโรคและการวินิจฉัย...16

2.1.5.1 อาการและการแสดงออกของโรค..16

2.1.5.2 การวินิจฉัยโรค..17

2.1.5.2.1 อาการแสดงทางคลินิก...18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

2.1.5.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางห้องปฏิบัติการ 18

2.1.5.2.3 การวินิจฉัยทางไวรัสและทางน้ำเหลือง....................20

2.1.5.3 การดูแลรักษาผู้ป่วย....................21

2.1.5.4 ข้อสังเกต....................23

2.2 ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์....................24

2.2.1 Polynomial Curve Fitting....................24

2.2.2 Error-Least Squares Approach....................24

2.2.3 Calculus Time....................25

2.2.4 การหาเมตริกซ์ผกผัน (Inverse Metrix)....................27

2.2.5 สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (Coefficient of Determination)....................28

2.3 Dengue Disease Model....................28

บทที่ 3 การคำนวณหาสมการที่เหมาะสม....................32

3.1 สมการดีกรี 1....................32

3.1.1 จังหวัดนครสวรรค์....................32

3.1.2 จังหวัดสงขลา....................33

3.1.3 จังหวัดปราจีนบุรี....................34

3.1.4 จังหวัดชลบุรี....................34

3.1.5 จังหวัดบุรีรัมย์....................35

3.2 สมการดีกรี 2....................35

3.2.1 จังหวัดนครสวรรค์....................36

3.2.2 จังหวัดสงขลา....................37

3.2.3 จังหวัดปราจีนบุรี....................38

3.2.4 จังหวัดชลบุรี....................39

3.2.5 จังหวัดบุรีรัมย์....................40

3.3 สมการดีกรี 3....................41

3.3.1 จังหวัดนครสวรรค์....................42

3.3.2 จังหวัดสงขลา....................43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.3 จังหวัดปราจีนบุรี..44
3.3.4 จังหวัดชลบุรี..45
3.3.5 จังหวัดบุรีรัมย์..46
3.4 สมการดีกรี 4..47
3.4.1 จังหวัดนครสวรรค์..48
3.4.2 จังหวัดสงขลา..50
3.4.3 จังหวัดปราจีนบุรี..51
3.4.4 จังหวัดชลบุรี..53
3.4.5 จังหวัดบุรีรัมย์..54
3.5 สมการดีกรี 5..55
3.5.1 จังหวัดนครสวรรค์..57
3.5.2 จังหวัดสงขลา..58
3.5.3 จังหวัดปราจีนบุรี..60
3.5.4 จังหวัดชลบุรี..62
3.5.5 จังหวัดบุรีรัมย์..64
3.6 สมการดีกรี 6..65
3.6.1 จังหวัดนครสวรรค์..67
3.6.2 จังหวัดสงขลา..69
3.6.3 จังหวัดปราจีนบุรี..71
3.6.4 จังหวัดชลบุรี..73
3.6.5 จังหวัดบุรีรัมย์..75

บทที่ 4 โปรแกรมทำนายหาผู้มีโอกาสติดเชื้อและหายจากการเป็นไข้เลือดออก............81
4.1 ลักษณะโปรแกรม..81
4.2 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม..92
4.2.1 การคำนวณรูปแบบที่ 1..93
4.2.2 การคำนวณรูปแบบที่ 2..100
4.2.3 การคำนวณรูปแบบที่ 3..107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.4 การคำนวณรูปแบบที่ 4 114
4.2.5 การคำนวณรูปแบบที่ 5 121
4.2.6 การคำนวณรูปแบบที่ 6 128
4.3 สรุปผลจากการคำนวณ 135

บทที่ 5 สรุปการทำงานและแนวทางการพัฒนา 141
แนวทางการพัฒนาในอนาคต 141
ภาคผนวก ก 142
ภาคผนวก ข 145
บรรณานุกรม 156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงการแพร่เชื้อไวรัสเด็งกี่	4
2.2 แสดงลักษณะของยุงลายบ้าน	5
2.3 แสดงวงจรชีวิตยุงลาย	5
2.4 ยุงลายสวน	6
2.5 ยุงลายบ้าน	7
2.6 ลูกน้ำหรือตัวอ่อนของยุง	7
2.7 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของยุงลาย	8
2.8 แสดงลักษณะเปรียบเทียบระหว่างยุงลายตัวผู้และยุงลายตัวเมีย	9
2.9 คนอาหารโปรดของยุงลาย	10
2.10 สัตว์เลี้ยงแหล่งอาหารแหล่งหนึ่งของยุงลาย	10
2.11 แหล่งอาศัยของยุงลายภายในบริเวณบ้าน	11
2.12 แจกันดอกไม้ อีกหนึ่งที่อยู่อาศัยของยุงลาย	12
2.13 แหล่งอาศัยของยุงลายภายรอบบริเวณบ้าน	12
2.14 แสดงการจำแนกกลุ่มอาการของโรคที่เกิดจากการติดเชื้อเด็งกี่	14
2.15 อาการแสดงทางผิวหนังของผู้ป่วยที่ป่วยเป็น DHF	17
2.16 แผนภาพแสดงแนวความคิดในการหาจำนวนผู้ป่วยและจำนวนยุงลาย	29
3.1 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดปราจีนบุรีแบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544	79
3.2 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์แบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544	79
3.3 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดนครสวรรค์แบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544	79
3.4 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดชลบุรีแบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544	80
3.5 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดสงขลาแบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.1 หน้าจอ First page ของโปรแกรม.....81

4.2 หน้าจอแสดงวิธีการใช้งานโปรแกรม.....82

4.3 หน้าจอ Main page ของโปรแกรม.....83

4.4 หน้าจอเตือนให้ใส่ค่าให้ครบทุกช่องของโปรแกรม.....83

4.5 หน้าจอข้อความเตือนห้ามใส่ค่าที่มีค่าน้อยกว่า 0.....84

4.6 หน้าจอข้อความเตือนค่าของอัตราส่วนต่างๆจะต้องมีค่าน้อยกว่า 1.....84

4.7 หน้าจอข้อความเตือนให้เลือกรูปแบบการคำนวณ.....85

4.8 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ.....86

4.9 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้.....86

4.10 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้.....87

4.11 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้.....87

4.12 หน้าจอแสดงกราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ.....88

4.13 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้.....88

4.14 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้.....89

4.15 หน้าจอแสดงส่วนสำหรับเลือกดูผลลัพธ์ที่ได้แบบระบุเวลา.....90

4.16 หน้าจอข้อความเตือนให้ระบุประเภทของผลลัพธ์ที่ต้องการให้แสดง.....90

4.17 หน้าจอข้อความเตือนให้ทำการระบุเวลาที่ต้องการให้แสดง.....91

4.18 หน้าจอข้อความเตือนเวลาที่ต้องการหาห้ามมีค่าน้อยกว่า 0.....91

4.19 หน้าจอข้อความเตือนเวลาที่ต้องการหาห้ามมีค่ามากกว่า 365.....91

4.20 แสดงส่วนสำหรับดูผลลัพธ์ที่ได้แบบระบุเวลา.....92

4.21 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ.....94

4.22 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก.....94

4.23 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้.....95

4.24 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่
ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้.....95

4.25 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้.....96

4.26 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก
และสามารถแพร่เชื้อได้.....96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.27 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้	96
4.28 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้	96
4.29 หน้าจอแสดงกราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ	97
4.30 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ	97
4.31 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้	98
4.32 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้	98
4.33 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้	99
4.34 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก และสามารถแพร่เชื้อได้	99
4.35 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ	100
4.36 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก	100
4.37 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้	101
4.38 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้	101
4.39 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้	102
4.40 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก และสามารถแพร่เชื้อได้	102
4.41 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้	103
4.42 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้	103
4.43 หน้าจอแสดงกราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ	104
4.44 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ	104
4.45 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้	105
4.46 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้	105
4.47 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้	106
4.48 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก และสามารถแพร่เชื้อได้	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.49 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ....107

4.50 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก....107

4.51 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....108

4.52 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....108

4.53 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้....109

4.54 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก และสามารถแพร่เชื้อได้....109

4.55 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้....110

4.56 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้....110

4.57 หน้าจอแสดงกราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ....111

4.58 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ....111

4.59 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....112

4.60 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....112

4.61 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้....113

4.62 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก และสามารถแพร่เชื้อได้....113

4.63 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ....114

4.64 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก....114

4.65 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....115

4.66 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออ แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....115

4.67 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้....116

4.68 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก และสามารถแพร่เชื้อได้....116

4.69 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้....117

4.70 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้....117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.71 หน้าจอแสดงกราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ....................118
4.72 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ....................118
4.73 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....................119
4.74 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก
แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....................119
4.75 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้....................120
4.76 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก
และสามารถแพร่เชื้อได้....................120
4.77 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ....................121
4.78 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก....................121
4.79 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....................122
4.80 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก
แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....................122
4.81 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้....................123
4.82 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก
และสามารถแพร่เชื้อได้....................123
4.83 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้....................124
4.84 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้....................124
4.85 หน้าจอแสดงกราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ....................125
4.86 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ....................125
4.87 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....................126
4.88 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก
แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้....................126
4.89 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้....................127
4.90 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก
และสามารถแพร่เชื้อได้....................127
4.91 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ....................128
4.92 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก....................128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.93 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ 129

4.94 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก
แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ 129

4.95 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้........................131

4.96 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก
และสามารถแพร่เชื้อได้ 131

4.97 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ 132

4.98 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ 132

4.99 หน้าจอแสดงกราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ..133

4.100 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ...................................133

4.101 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้.........134

4.102 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก
แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้...134

4.103 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้.............135

4.104 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออก
และสามารถแพร่เชื้อได้..135

4.105 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟของยุงที่ไวต่อการติดเชื้อเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่า
Constant recruitment rate โดยกราฟบนมีค่าเป็น 100 และกราฟล่างมีค่าเป็น
1,000...136

4.106 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟของจำนวนผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อ เมื่อทำการเปลี่ยนค่า
อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุงโดยกราฟบนมีค่าเป็น 0.00000005
และกราฟล่างมีค่าเป็น 0.0001..137

4.107 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟของจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก
แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้เมื่อทำการเปลี่ยนค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุงโดย
กราฟบนมีค่าเป็น 0.00000005 และกราฟล่างมีค่าเป็น 0.0001............................138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.108 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟของจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อเมื่อทำการเปลียนค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง โดยกราฟบนมีค่าเป็น 0.00000005 และกราฟล่างมีค่าเป็น 0.0001.....139

4.109 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟของจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ เมื่อทำการเปลี่ยนค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุงโดยกราฟบนมีค่าเป็น 0.00000005และกราฟล่างมีค่าเป็น0.0001.....140

1 แผนภูมิแสดงอัตราผู้ป่วย(ต่อประชากรหมื่นคน) เป็นโรคไข้เลือดออก ระหว่างปี พ.ศ.2538-พ.ศ.2548.....149

2 แผนภูมิแสดงอัตราผู้ป่วย (ต่อประชากรหมื่นคน) จากการเป็นโรคไข้เลือดออก ในปี พ.ศ.2544 แบ่งเป็นภูมิภาค.....151

3 แผนภูมิแสดงอัตราผู้ป่วย(ต่อประชากรหมื่นคน) ที่มากที่สุดของแต่ละจังหวัด ในแต่ละภูมิภาค ในปี พ.ศ.2544.....156

4 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดนครสวรรค์ใน ปีพ.ศ.2544 157

5 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์ในปี พ.ศ.2544 157

6 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดชลบุรีในปี พ.ศ.2544 157

7 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดปราจีนบุรีในปี พ.ศ.2544......158

8 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดสงขลาในปี พ.ศ.2544.........158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

3.1 แสดงค่า R^2 ของจังหวัดปราจีนบุรี....76
3.2 แสดงค่า R^2 ของจังหวัดสงขลา....77
3.3 แสดงค่า R^2 ของจังหวัดบุรีรัมย์....77
3.4 แสดงค่า R^2 ของจังหวัดนครสวรรค์....77
3.5 แสดงค่า R^2 ของจังหวัดชลบุรี....78

1 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคเหนือใน อัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน....152
2 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเหนือใน อัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน....152
3 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกใน อัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน....153
4 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคกลางใน อัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน....153
5 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคใต้ใน อัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน....154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โรคไข้เลือดออกปัจจุบันนี้กลายเป็นโรคประจำถิ่นของประเทศไทย ซึ่งเราพบผู้ป่วยได้ตลอดปี แต่เนื่องจากมีการระบาดและมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้นอย่างมากในหน้าฝนของทุกปี เนื่องจากหน้าฝนเป็นฤดูที่มีความเหมาะสมของการแพร่พันธุ์ของยุงลาย ที่เป็นพาหะเพียงชนิดเดียวของเชื้อไวรัสไข้เลือดออก ดังนั้นจำนวนผู้ป่วยในหน้าฝนจึงมีเพิ่มสูงกว่าปกติ

จึงได้นำข้อมูลเหล่านี้มาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการทราบข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับไข้เลือดออก

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อที่จะศึกษาการนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ให้เป็นประโยชน์
2. เพื่อให้เข้าใจในความเป็นมา ลักษณะอาการ สาเหตุการติดต่อและวิธีการป้องกันโรคไข้เลือดออก
3. เพื่อที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้วิเคราะห์หาอัตราการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก
4. เพื่อลดปัญหาการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ศึกษาหารายละเอียดของโรคไข้เลือดออก
2. ทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการแพร่ระบาด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถวิเคราะห์แนวโน้มของการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก
2. เป็นแหล่งข้อมูลอีกประเภทหนึ่งที่นำเสนอเรื่องราวของโรคไข้เลือดออกและการแพร่ระบาดของโรค โดยใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. เป็นแนวทางการวิจัยสำหรับผู้ที่มีความสนใจในหัวข้อและแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการ

1. ทำการรวบรวมข้อมูล ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไข้เลือดออก อาทิเช่น อาการของโรค แหล่งพาหะของโรค วิธีการรักษา ฯลฯ

2. ทำการรวบรวมข้อมูล สถิตการแพรระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยระหว่าง ปี พ.ศ. 2538 ถึง ปีพ.ศ. 2548 และทำการรวบรวมสถิติประชากรในประเทศไทยระหว่างปีพ.ศ. 2538 ถึง ปีพ.ศ.2548 เพื่อทำการศึกษาว่าในแต่ละปีมีจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกจำนวนเท่าใด ทำการสร้างกราฟของข้อมูลที่ได้ โดยให้กราฟการแสดงอัตราผู้ป่วยต่อหนึ่งหมื่นคน ของแต่ละปี

3. ทำการแบ่งขอบเขตการศึกษา โดยจะแบ่งประเทศไทยออกเป็นทั้งสิ้น 5 ภูมิภาค แล้วแสดงว่าในแต่ ละภูมิภาคประกอบด้วยจังหวัดอะไรบ้าง

4. ทำการเลือกจำนวนปีที่มีผู้ป่วยมากที่สุด เพื่อนำมาศึกษาข้อมูล และเลือกว่าในจังหวัดใดของแต่ละภูมิภาคในปีนั้นที่มีอัตราผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกมากที่สุด แล้วนำข้อมูลอัตราผู้ป่วยของในจังหวัดนั้นมาแยกข้อมูลเป็นรายเดือน แล้วทำการแสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟระหว่างอัตราผู้ป่วยต่อประชากรหนึ่งหมื่นคนกับเดือน

5. ทำการวิเคราะห์สมการการถดถอย เพื่อนำมาใช้ในการหาสมการที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถนำสมการนั้นมาทำการอธิบายกราฟของอัตราผู้ป่วยต่อประชากรหนึ่งหมื่นคน (ตามข้อ 4) ได้

6. ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

7. ทำการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Visual Basic 6.0 เพื่อให้สามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาใช้ในการทำนายได้

8. วิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และสรุปผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคไข้เลือดออก

2.1.1 สาเหตุและการติดต่อ

ไข้เด็งกี่ *(Dengue fever-DF)* และไข้เลือดออกเด็งกี่ *(Dengue hemorrhagic fever-DHF)* เป็นโรคติดต่อที่เกิดจากการติดเชื้อไวรัสที่มีชื่อว่า Dengue virus ระบาดครั้งแรกที่ฟิลิปปินส์เมื่อ พ.ศ.2497 ส่วนประเทศไทยระบาดครั้งแรกเมื่อ พ.ศ.2501 โดยมียุงลายบ้าน *(Aedes aegypti)* และ ยุงลายสวน*(Aedes albopictus)* เป็นพาหะนำโรค

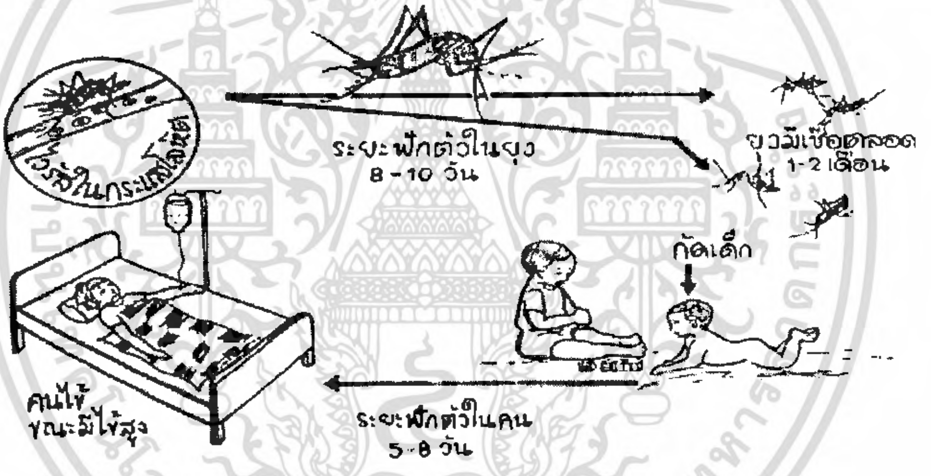
โรคไข้เลือดออกที่พบในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงในเอเชียอาคเนย์เกิดจาก ไวรัสเด็งกี่ จึงเรียกชื่อว่า Dengue Haemorrhagic Fever (DHF)

เชื้อสาเหตุ : ไวรัสเด็งกี่ เชื้อไวรัสเด็งกี่เป็น RNA virus จัดอยู่ใน Family Flaviviridae (เดิมเรียกว่า group B arbovirus) มี 4 serotypes, DEN 1-4 ทั้ง 4 serotypes มี antigen ร่วมบางชนิดจึงทำให้มี cross reaction และมี cross protection ได้ในระยะสั้นๆ ถ้ามีการติดเชื้อชนิดใดชนิดหนึ่งแล้วจะมีภูมิคุ้มกันต่อชนิดนั้นไปตลอดชีวิต *(permanent immunity)* แต่จะมีภูมิคุ้มกันต่อไวรัสเด็งกี่ชนิดอื่นๆอีก 3 ชนิดได้ในช่วงสั้นๆ *(partial immunity)* ประมาณ 6-12 เดือน หลังจากนี้จะมีการติดเชื้อไวรัสเด็งกี่ชนิดอื่นๆที่ต่างจากครั้งแรกได้ เป็นการติดเชื้อซ้ำ *(secondary dengue infection)* ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิดโรคไข้เลือดออกเด็งกี่ จากการศึกษาที่โรงพยาบาลเด็กร่วมกับแผนกไวรัสของสถาบันวิจัยแพทย์ทหาร *(AFRIMS)* พบว่าร้อยละ 85-95 ของผู้ป่วยที่เป็น DHF มีการติดเชื้อซ้ำ ส่วนผู้ป่วยที่เป็น DHF เมื่อมีการติดเชื้อครั้งแรก (primary dengue infection) นั้นมักเป็นเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี และทุกรายจะมี passive dengue antibody ที่ผ่านจากแม่อยู่ในขณะที่เป็นไข้เลือดออก เชื้อที่แยกได้จากผู้ป่วยในกรุงเทพฯมีทั้ง 4 ชนิด โดย DEN-2 พบได้ตลอดเวลา ส่วน DEN-1, DEN-3 และ DEN-4 อาจหายไปเป็นช่วงๆ สัดส่วนของเชื้อไวรัสเด็งกี่ทั้ง 3 หรือ 4 ชนิดจะแตกต่างกันไปในแต่ละปี โดยทั่วไปจะแยกเชื้อ DEN-2 ได้มากตลอดเวลา ในระยะหลังๆมีบางช่วงที่พบ DEN-3 มากกว่า DEN-2 จากการศึกษาทางด้านไวรัสและระบาดวิทยา สรุปได้ว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคไข้เลือดออกเด็งกี่ คือ มีไวรัสเด็งกี่ชุกชุมมากกว่า 1 ชนิด *(simultaneously endemic of multiple serotype)* หรือมีการระบาดของเชื้อต่างชนิดเป็น ระยะๆ *(sequential epidemic)* ซึ่งในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นทำให้มีการติดเชื้อซ้ำได้บ่อย และการติดเชื้อซ้ำด้วย DEN-2 มีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะเกิดเป็น DHF โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดเชื้อครั้งที่ 2 ภายหลังการติดเชื้อครั้งแรกด้วย DEN-1 ในระยะแรกๆของการระบาดแยกเชื้อชิกุนกันยาได้จากผู้ป่วยที่มีอาการคล้ายไข้เลือดออก แต่มีอาการไม่รุนแรง การศึกษาต่อมาพบว่าชิกุนกันยาซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Alpha virus, Family Togaviridae เป็นไข้ออกผื่นชนิดหนึ่งซึ่งมีอาการ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปวดข้อร่วมด้วย มีอาการคล้ายไข้เด็งกี่ *(dengue fever. DF)* ไม่ทำให้เกิดโรคไข้เลือดออก อาจจะเกิดร่วมกับการติดเชื้อเด็งกี่ซึ่งทำให้เกิด DHF ได้

การติดต่อ : มียุงลายเป็นพาหะนำโรค โรคไข้เลือดออกติดต่อกันได้โดยมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ นอกจากนี้ยุงลายสวน *(Aedes albopictus)* เป็นพาหะนำโรคนี้ได้ด้วย โดยยุงตัวเมียซึ่งกัดเวลากลางวันและดูดเลือดคนเป็นอาหาร จะกัดดูดเลือดผู้ป่วย ซึ่งในระยะไข้สูงจะเป็นระยะที่มีไวรัสอยู่ในกระแสเลือด เชื้อไวรัสจะเข้าสู่กระเพาะยุงเข้าไปอยู่ในเซลล์ที่ผนังกระเพาะ เพิ่มจำนวนมากขึ้นแล้ว ออกมาจากเซลล์ผนังกระเพาะ เดินทางเข้าสู่ต่อมน้ำลายพร้อมที่จะเข้าสู่คนที่ถูกกัดในครั้งต่อไป ซึ่งระยะฟักตัวในยุงนี้ประมาณ 8-12 วัน เมื่อยุงตัวนี้ไปกัดคนอื่นอีก ก็จะปล่อยเชื้อไวรัสไปยังผู้ที่ถูกกัดได้ เมื่อเชื้อ เข้าสู่ร่างกายคนและผ่านระยะฟักตัวนานประมาณ 5-8 วัน (สั้นที่สุด 3 วัน - นานที่สุด 15 วัน) ก็จะทำให้เกิดอาการของโรคได้



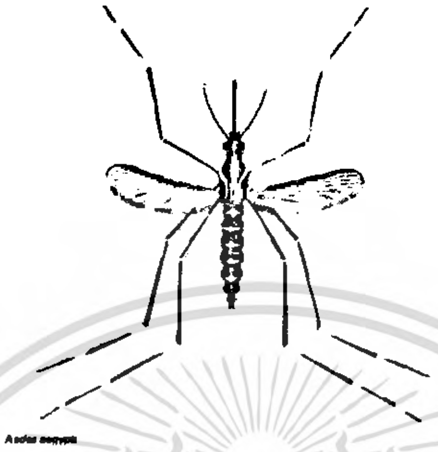
ภาพที่ 2.1 แสดงการแพร่เชื้อไวรัสแดงกี

2.1.2.1 **พาหะนำโรค**

ในประเทศไทย ยุงลายที่เป็นพาหะหลักของไข้เลือดออกคือยุง Aedes aegypti สันนิษฐานว่า มีกำเนิดในทวีปแอฟริกา แล้วแพร่กระจายไปยังทวีปต่าง ๆ โดยมีรายงานการพบยุงลายชนิดนี้ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2450 ส่วนในประเทศไทยยังไม่มีรายงานว่าเข้ามาตั้งแต่เมื่อใด คาดว่าอาจเข้ามาโดยเป็นไข่ติดมากับภาชนะดินเผาจากประเทศจีน หรืออาหรับในหลายศตวรรษก่อน ในอดีตจะพบยุงลายชนิดนี้เฉพาะในเขตเมืองใหญ่ ๆ แต่ปัจจุบันปรากฏว่าพบทั้งในเขตเมืองและเขตชนบท

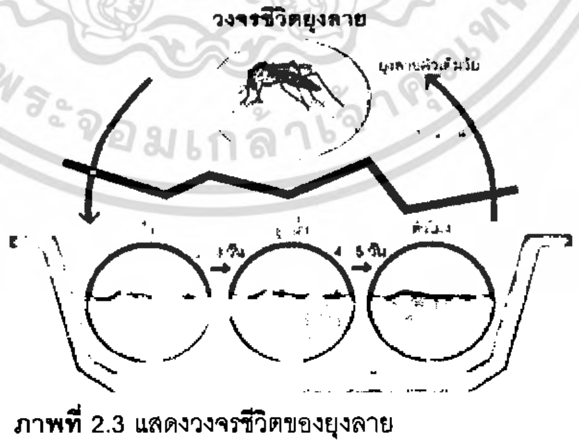
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุงลาย Aedes aegypti เป็นยุงที่มีขนาดเล็กสีดำ มีลายขาวเห็นได้ชัดที่ขา ท้อง และ ลำตัว โดยเฉพาะบนสันหลังอก จะมีเกล็ดสีขาวเป็นรูปเคียว 1 คู่



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของยุงลายบ้าน (Aedes aegypti)

วงจรชีวิตของยุงลายเป็นแบบสมบูรณ์ หรือที่เรียกว่า Complete metamorphosis โดยแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ลูกน้ำ ตัวโม่ง และ ตัวเต็มวัย ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตแตกต่างตามสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ อาหาร ความหนาแน่น ในภูมิอากาศประเทศไทยที่อุณหภูมิประมาณ 28-35 องศาเซลเซียส ยุงลายใช้เวลาในการเจริญเติบโตจากไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย ประมาณ 9-14 วัน



ภาพที่ 2.3 แสดงวงจรชีวิตของยุงลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 **ยุงลายสวน** (Aedes albopictus)

ภาพที่ 2.4 ยุงลายสวน (Aedes albopictus)

Aedes albopictus หรือยุงลายสวน สามารถนำโรคไข้เลือดออกได้เช่นกัน มีกำเนิดในทวีปเอเชีย โดยพบได้ทั่วไปตั้งแต่ประเทศ อินเดีย พม่า ไทย มาเลเซีย จนถึง ญี่ปุ่น ปัจจุบันได้มีการแพร่ระบาดไปยังสหรัฐอเมริกา สันนิษฐานว่าติดไปกับยางรถยนต์เก่า ที่นำเข้าจากทวีปเอเชีย Aedes albopictus เป็นยุงที่มีขนาดเล็กเท่า ๆ กับยุงลาย Aedes aegypti มีสีดำ มีลายขาวที่ขา ท้อง และลำตัว และมีลักษณะที่สำคัญคือมีเกล็ดสีขาวเป็นขีดยาวอยู่กลางสันหลังอก

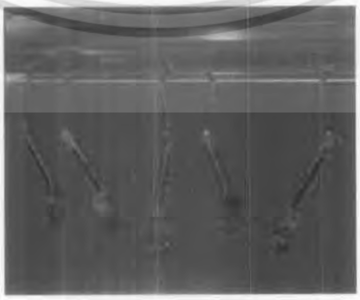
ยุงลายสวน Aedes albopictus ซึ่งเป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกได้ เป็นยุงที่พบอยู่ตามป่าและในเขตที่มีการปลูกต้นไม้ยืนต้น เช่น สวนยาง สวนมะพร้าว สวนผลไม้ และ ตามเขตชนบท โดยมีแหล่งเพาะพันธุ์อยู่ตามโพรงต้นไม้ กระบอกไม้ไผ่ เศษใบไม้ที่หล่นตามพื้น รวมทั้งภาชนะที่มนุษย์สร้างขึ้น แต่พบอยู่นอกบ้าน เช่น ยางรถยนต์ กระป๋องน้ำ ดังนั้นยุงลายชนิดนี้จึงเป็นพาหะที่มีบทบาทสำคัญในเขตชนบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 **ยุงลายบ้าน** (Aedes aegypti)

ภาพที่ 2.5 ยุงลายบ้าน (Aedes aegypti)

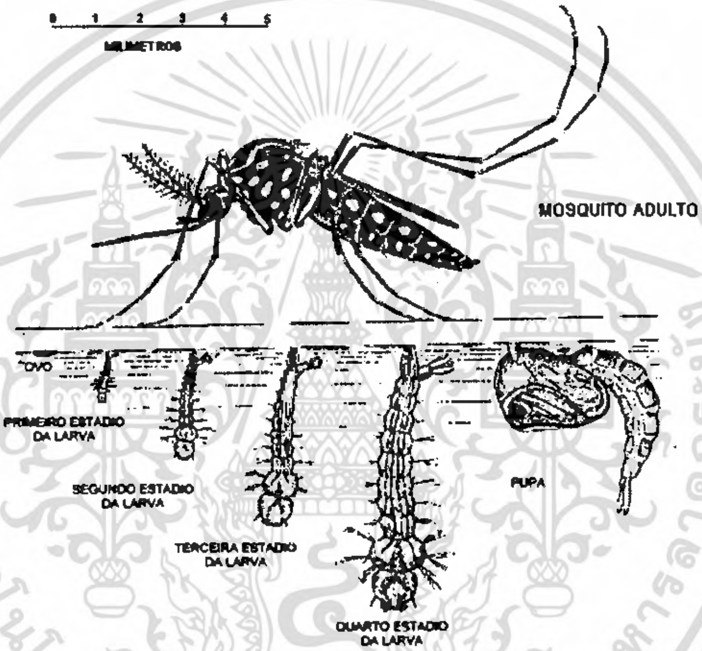
ไข่ยุงลาย Aedes aegypti มีลักษณะยาวรี ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร ลักษณะเป็นฟองเดี่ยว ๆ ออกมาใหม่ ๆ มีสีขาว แล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ ในเวลา ประมาณ 2 ชั่วโมง ยุงลายชอบวางไข่บนพื้นผิวที่เปียกด้านในของภาชนะขังน้ำเหนือระดับน้ำเล็กน้อย ไข่ที่วางใหม่ ๆ ตัวอ่อนภายในยังไม่เจริญเต็มที่ ต้องอาศัยความชื้นสูง ใกล้ๆ ระดับน้ำ เพื่อให้ตัวอ่อนภายในไข่เจริญเติบโตจนครบระยะที่จะฟักออกมาเป็นลูกน้ำ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 28-35 องศาเซลเซียส ถ้าไข่แห้งในขณะที่ตัวอ่อนกำลังเจริญเติบโต ตัวอ่อนจะตายได้ แต่ถ้าตัวอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ไข่จะสามารถอยู่ในสภาพแห้งได้เป็นเวลาหลายเดือนและจะสามารถฟักออกมาเป็นตัวลูกน้ำได้ เมื่อมีน้ำท่วมไข่



ภาพที่ 2.6 ลูกน้ำหรือตัวอ่อนของยุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

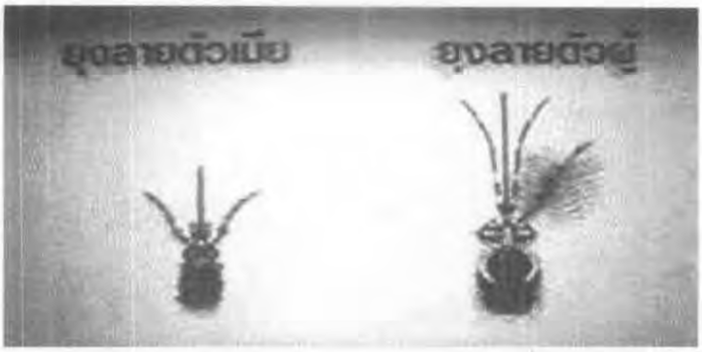
ลูกน้ำยุงลายมี 4 ระยะ ซึ่งจะใช้เวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 7-10 วัน อาหารของลูกน้ำได้แก่ ตะไคร่น้ำ อินทรียสารต่าง ๆ และจุลินทรีย์เล็ก ๆ ในภาชนะขังน้ำ และจะโผล่ขึ้นมาหายใจโดยใช้ท่อหายใจที่ผิวน้ำ ลูกน้ำยุงลาย Aedes aegypti มีลักษณะที่สำคัญ คือ ถ้านำมาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นว่า บริเวณอกด้านข้างจะมีหนามแหลมข้างละ 2 อัน เห็นได้ชัดเจน และมีลักษณะการว่ายน้ำเป็นรูปเลข 8 หรือรูปตัว S ระยะลูกน้ำเป็นระยะที่ง่ายต่อการจำกัด เนื่องจากอาศัยอยู่ในภาชนะขังน้ำ ไม่สามารถหนีได้เหมือนตัวเต็มวัย



ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของยุงลาย

หลังจากระยะลูกน้ำ ก็จะลอกคราบเป็นตัวโม่ง ซึ่งจะมีสีน้ำตาลดำ ระยะตัวโม่งจะเป็นระยะที่ไม่กินอาหาร การเปลี่ยนแปลงรูปร่างในระยะตัวโม่ง เพื่อเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 1-2 วันและมักพบตัวโม่งลอยอยู่บนผิวน้ำเพื่อขึ้นมาหายใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะเปรียบเทียบระหว่างยุงลายตัวผู้และยุงลายตัวเมีย

ยุงลายตัวเต็มวัยทั้ง 2 เพศ จะมีลักษณะแตกต่างกัน ที่หนวด โดยที่ยุงตัวผู้หนวดจะมีลักษณะเป็นพู่ขน เฉพาะยุงลายเพศเมียเท่านั้นที่ต้องดูดกินเลือด เพื่อนำโปรตีนจากเลือดไปสร้างไข่ นอกเหนือจากน้ำหวานที่ยุงลาย ทั้ง 2 เพศ ต้องการเพื่อนำไปสร้างพลังงาน ดังนั้นยุงลายเพศเมียนี้เองที่เป็นตัวการสำคัญ ถ่ายทอดเชื้อขณะดูดกินเลือด ทำให้เกิดการระบาดของไข้เลือดออก โดยหลังจากออกจากตัวโม่งแล้วระยะหนึ่ง ยุงลายจะเริ่มทำการผสมพันธุ์ หลังจากนั้น ยุงลายเพศเมียจะเริ่มออกกินเลือดเพื่อสร้างไข่ต่อไป

ยุงลายบ้านและยุงลายสวนมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ดังนี้

ยุงลายบ้าน *(Aedes aegypti)*

- ตัวเต็มวัย บริเวณระยางค์ปากปกคลุมด้วยเกล็ดสีขาว ที่ส่วนอกบริเวณกึ่งกลางหลังจะมีขนแข็งและมีเกล็ดสีขาวเรียงตัวกันเห็นเป็นลวดลายคล้ายพิณฝรั่ง

- ลูกน้ำ บริเวณปล้องที่แปดจะมีเกล็ดอยู่หนึ่งแถวประมาณ 8-12 อัน บริเวณขอบตรงส่วนปลายของเกล็ดจะแยกเป็นแฉก และที่บริเวณอกจะมีหนามแหลม

ยุงลายสวน *(Aedes albopictus)*

- ตัวเต็มวัย มีเกล็ดสีดำที่ระยางค์ปาก ด้านหลังของส่วนอกมีแถบสีขาวพาดอยู่ตรงกลาง

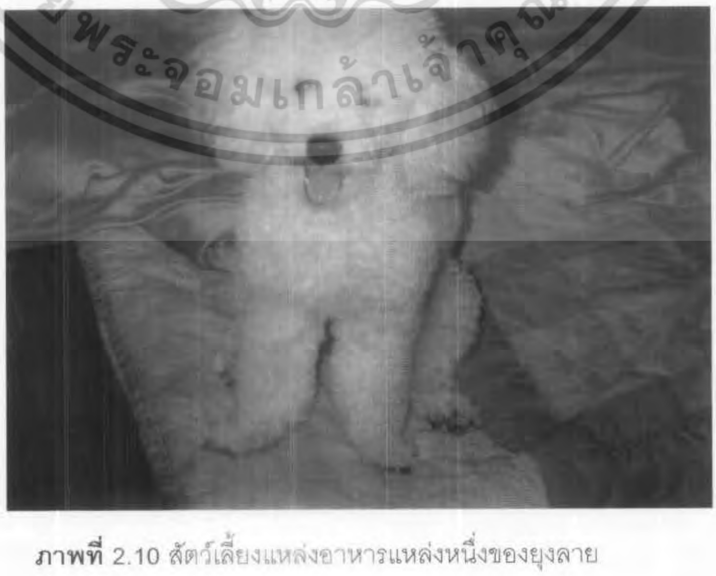
- ลูกน้ำ บริเวณปล้องที่แปดมีเกล็ดอยู่หนึ่งแถวประมาณ 8-12 อัน ส่วนปลายของเกล็ดที่บริเวณขอบไม่แยกเป็นแฉก ส่วนอกไม่มีหนามแหลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 **อาหารของยุงลาย**

ภาพที่ 2.9 คนอาหารโปรดของยุงลาย

เหยื่อที่ยุงลายชอบกัด ได้แก่ คน ยุงลายจะสามารถกัดดูดเลือดได้หลายครั้ง และเมื่อไปกัดคนที่มีเชื้อไวรัสเด็งกี่ เชื้อจะคงอยู่ตลอดชั่วอายุของยุงนั้น ทำให้ยุงลายเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสได้เป็นอย่างดี ยุงลาย Aedes aegypti หากินภายในบ้านตั้งแต่เช้าจนถึงเวลาพลบค่ำ โดยเฉพาะในช่วงเวลา 8.00 - 17.00 นาฬิกา



ภาพที่ 2.10 สัตว์เลี้ยงแหล่งอาหารแหล่งหนึ่งของยุงลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากคนแล้ว ยุงลายยังสามารถกินเลือดสัตว์ได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์เลี้ยงภายในบ้าน เช่น สุนัข แมว แต่จะเป็นส่วนน้อย

2.1.2.4 แหล่งอาศัยของยุงลาย

ยุงลาย Aedes aegypti ซึ่งเป็นพาหะหลักนำโรคไข้เลือดออก มีอุปนิสัยอาศัยอยู่ในบ้านเรือน โดยมีแหล่งเพาะพันธุ์เป็นภาชนะขังน้ำบริเวณบ้านพักอาศัย เช่น ตุ่มน้ำ บ่อซีเมนต์กักน้ำ ซึ่งถึงแม้ปัจจุบันจะมีการใช้น้ำประปากันมากขึ้น แต่ประชาชนก็ยังคงเก็บกักน้ำดื่มและน้ำใช้ อีกทั้งในบางพื้นที่ยังคงไม่มีน้ำประปาใช้เราจึงยังพบลูกน้ำอยู่ทั่วไปในภาชนะขังน้ำ ในบ้านเรือน

ภาพที่ 2.11 แหล่งอาศัยของยุงลายภายในบริเวณบ้าน

จานรองขาตู้กันมด เป็นภาชนะขังน้ำชนิดหนึ่งที่พบได้ทั่วไปในบ้านเรือน เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ยุงลายชอบมาวางไข่เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.12 แจกันดอกไม้ อีกหนึ่งที่อยู่อาศัยของยุงลาย

หรือแม้แต่แจกันที่คนนิยมปลูกต้นไม้ในบ้านเรือน เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายแหล่งหนึ่งที่ประชาชนมักคาดไม่ถึง

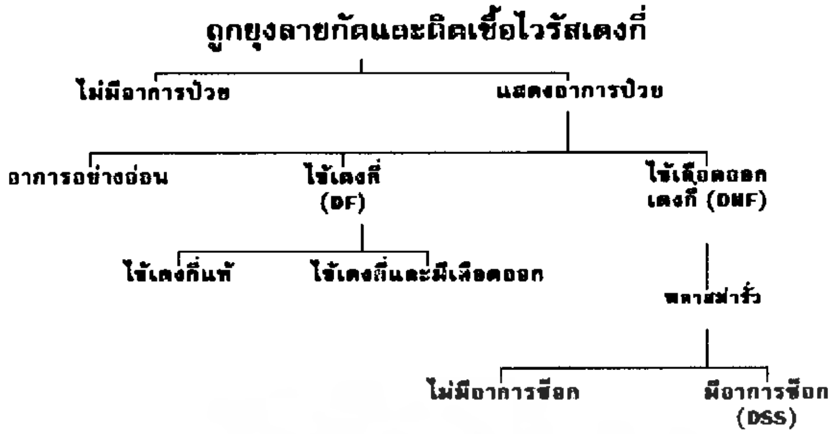
ภาพที่ 2.13 แหล่งอาศัยของยุงลายภายรอบบริเวณบ้าน

ส่วนภาชนะขังน้ำที่อยู่นอกบ้าน ในบริเวณรอบ ๆ บ้านทั้งที่เป็นภาชนะเก็บกักน้ำไว้ใช้ หรือภาชนะเก่าที่ทิ้งไว้แล้วมีน้ำขัง เช่น ยางรถยนต์ กระป๋อง ไห กะลามะพร้าว เหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายได้ทั้งสิ้น

2.1.3 ประเภทของการติดเชื้อ

การติดเชื้อและปัจจัยเสี่ยง การติดเชื้อไวรัสเด็งกี่ การติดเชื้อไวรัสเด็งกี่สวนมากจะไม่มีอาการ (ร้อยละ 80-90) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กเล็กเมื่อติดเชื้อครั้งแรกมักจะไม่มีอาการ หรือมีอาการไมรุนแรง องค์การอนามัยโลกได้จำแนกกลุ่มอาการโรคที่เกิดจากการติดเชื้อไวรัสเด็งกี่ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 แสดงการจำแนกกลุ่มอาการของโรคที่เกิดจากการติดเชื้อเดงกี่

ในประเทศที่มีโรคไข้เลือดออก *(dengue hemorrhagic fever หรือ DHF)* มักจะมีโรคไข้เด็งกี่ *(dengue fever-DF)* อยู่ด้วย แต่สัดส่วนของ DHF และ DF จะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และแต่ละประเทศขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น อายุ ภาวะภูมิต้านทานของผู้ป่วย และชนิดของไวรัสเด็งกี่ในขณะนั้น จึงทำให้การแยกโรคระหว่าง DHF และ DF เป็นปัญหาอยู่ ลักษณะทางคลินิกของการติดเชื้อไวรัสเด็งกี่ที่แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบตามความรุนแรงของโรค มีดังนี้

1. Undifferentiated fever (UF) หรือ viral syndrome มักพบในทารกหรือในเด็กเล็ก ซึ่งจะปรากฏเพียงอาการไข้และบางครั้งมีผื่นแบบ maculopapular rash

2. ไข้เด็งกี่ (DF) มักเกิดกับเด็กโตหรือผู้ใหญ่ อาจมีอาการไม่รุนแรง คือมีเพียงอาการไข้ร่วมกับปวดศีรษะ เมื่อยตัว หรืออาจเกิดอาการแบบ classical DF คือมีไข้สูงกะทันหัน ปวดศีรษะ ปวดรอบกระบอกตา ปวดกล้ามเนื้อ ปวดกระดูก และมีผื่น บางรายอาจมีจุดเลือดออกที่ผิวหนัง มีผลการทดสอบทูร์นิเกต์เป็นบวก ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักมีเม็ดเลือดขาวต่ำ รวมทั้งบางรายก็อาจมีเกล็ดเลือดต่ำได้ ในผู้ใหญ่เมื่อหายจากโรคแล้วจะมีอาการออนเพลียอยู่นาน

3. ไข้เลือดออกเด็งกี่ (DHF) มีอาการคล้ายกับ DF ในระยะมีไข้ แต่จะมีลักษณะเฉพาะของโรค คือ มีเกล็ดเลือดต่ำและมีการรั่วของพลาสมา ซึ่งถ้าพลาสมารั่วออกไปมากผู้ป่วยจะมีภาวะช็อกเกิดขึ้นที่เรียกว่า dengue shock syndrome (DSS) การรั่วของพลาสมาสามารถตรวจพบได้จากการที่มีระดับฮีมาโตคริตสูงขึ้น มีน้ำในเยื่อหุ้มช่องปอดและช่องท้อง

2.1.4 ปัจจัยเสี่ยงในการเกิด DHF หรือ DSS

ปัจจัยเสี่ยงในการเกิด DHF/DSS ทางด้านระบาดวิทยาต้องพิจารณาผู้ป่วย (host) ไวรัสและพาหะนำโรค (vector) รวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ปัจจัยเสี่ยงด้านผู้ป่วย (host)

1. เด็กมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรค DHF มากกว่าผู้ใหญ่ ในกรณีที่มีการติดเชื้อซ้ำเหมือนกัน เด็กจะมีความเสี่ยงสูงกว่า มีข้อมูลจากการระบาดในประเทศคิวบา และประเทศบราซิล ซึ่งมีผู้ป่วยอายุมากกว่า 30 ปี เป็นจำนวนมากแต่พบ DHF/DSS ในเด็กสูงกว่าในผู้ใหญ่

2. ภาวะโภชนาการ ผู้ป่วย DHF ส่วนใหญ่มีภาวะโภชนาการดีและดีกว่าเด็กที่ติดเชื้ออื่นๆ ผลการศึกษาได้มาจากการศึกษาเปรียบเทียบภาวะโภชนาการของเด็กที่เป็น DHF กับเด็กที่เป็นโรคติดเชื้ออื่น ๆ ได้แก่ ปอดอักเสบ และโรคอุจจาระร่วง

3. เชื้อชาติและพันธุกรรมจากการระบาดที่ประเทศคิวบาพบว่า นิโกรเป็นโรค DHF/DSS น้อยกว่าชนผิวขาว จากการที่ไม่มีการระบาดของ DHF ในทวีปแอฟริกาทั้ง ๆ ที่มีไวรัสเด็งกี่ ทั้ง 4 ชนิด และมียุงลายทำให้คิดว่าน่าจะมีปัจจัยต้านโรคในด้านพันธุกรรมหรือเชื้อชาติซึ่งจะต้องศึกษากันต่อไป การศึกษาทางพันธุกรรมในผู้ ป่วยไทยนั้น พบว่า Class I LLA-A2 heliotype มีความสัมพันธ์กับการเกิด DHF ซึ่งจะต้องศึกษาต่อไปใน วงกว้างกว่านี้

4. เพศ พบว่าในรายที่เป็น DSS และรายที่ตายจะพบเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย

ข. ปัจจัยเสี่ยงด้านไวรัสและภูมิคุ้มกัน

1. พื้นที่ที่มีไวรัสเด็งกี่หลาย ๆ serotype และมีภาวะ hyperendemicity หรือมีเชื้อหลาย serotype เป็นเชื้อประจำถิ่นในช่วงเวลาเดียวกัน *(simultaneously endemic of multiple serotype)* ทำให้มีโอกาสติดเชื้อซ้ำสูง

2. มีการระบาดของไวรัสเด็งกี่ต่อเนื่องกัน *(sequentially epidemic)* พบว่าการติดเชื้อซ้ำด้วย DEN-2 และ DEN-3 มีอัตราเสี่ยงสูงในการที่จะเกิด DHF การศึกษาที่จังหวัดระยองพบว่า การติดเชื้อซ้ำด้วย DEN-2 ตามหลัง DEN-1 มีความเสี่ยงสูงมากกว่า sequence แบบอื่น รองลงมาคือ DEN-2 ตามหลังด้วย DEN-3 และ DEN-2 ตามหลัง DEN-4 ตามลำดับ การศึกษาระยะยาว 5 ปี ที่ประเทศเมียนมาร์ก็พบว่าการติดเชื้อครั้งที่ 2 ด้วย DEN-2 เป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิด DSS ส่วนในประเทศมาเลเซียและประเทศอินโดนีเซีย พบการติดเชื้อครั้งที่ 2 ด้วย DEN-3 มากกว่า DEN-2

3. การติดเชื้อทุติยภูมิ *(secondary infection)* มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิด DHF มากกว่าการติดเชื้อครั้งแรกประมาณ 160 เท่า พบว่าร้อยละ 87-99 ของผู้ป่วย DHF/DSS เป็นผู้ติดเชื้อครั้งที่ 2 ส่วน ใหญ่ของผู้ป่วย DHF ที่เป็นการติดเชื้อครั้งแรกเป็นเด็กอายุน้อยกว่า 1 ปี ทุกรายมีแอนติบอดี้ต่อเชื้อเด็งกี่จากแม่

4. ความรุนแรงในการก่อโรค *(virulence)* ถึงแม้ในปัจจุบันจะยังไม่มีวิธีตรวจหาความรุนแรงในการ ก่อโรคของไวรัสเด็งกี่ได้โดยตรง แต่จากความก้าวหน้าด้านไวรัสวิทยาโมเลกุล *(molecular virology)* ซึ่ง Rico Hesse ได้ศึกษา DEN-2 ที่แยกได้จากผู้ป่วย DHF/DSS ในที่ต่าง ๆ และได้เปรียบเทียบ nucleotide sequence จาก viral genome บริเวณรอยต่อของยีน E/NS1 สามารถจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดแยก DEN-2 ออกได้เป็น 5 กลุ่ม ตาม genetic subtype DEN-2 จากประเทศไทยนั้นอยู่ใน 2 กลุ่ม ซึ่งมีกลุ่มที่เป็นกลุ่มเดียวกับ DEN-2 จากประเทศเวียดนาม ที่น่าสนใจคือ DEN-2 ที่แยกได้จากผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรง *(DHF/DSS)* จากประเทศบราซิล เวเนซุเอลา โคลัมเบีย และเม็กซิโก ก็อยู่ใน 2 กลุ่มนี้ ผู้ศึกษาสรุปว่า DEN-2 subtype จากเอเชียอาคเนย์ ใน 2 กลุ่มนี้เป็นไวรัสที่มีความรุนแรงในการก่อโรคหรือมีความสามารถทำให้เกิด DHF/DSS ได้สูงและเชื่อว่า DEN-2 subtype ที่แยกได้จากผู้ป่วย DHF ในประเทศแถบทวีปอเมริกาใต้เหล่านี้ มีรกรากมาจาก subtype จากเอเชียอาคเนย์ มีทางเป็นไปได้ที่ subtype เหล่านี้ถูกนำเข้าไปในทวีปอเมริกาในระยะหลังปี 1980 ผู้ศึกษานี้สนับสนุน ว่า การผลิตวัคซีนป้องกันโรคโดยใช้ไวรัสเด็งกี่ที่แยกได้จากประเทศไทยเหมาะสมอย่างยิ่งทั้งนี้เพราะ DEN-2 subtype จากประเทศไทย อาจเป็นตัวที่มีศักยภาพสูงในการทำให้เกิด DHF

ค. ปัจจัยเสี่ยงด้านพาหะนำโรค *(vector)*

ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ ถ้ายุงลายเหล่านี้มีปริมาณเพียงพอ ถึงแม้จะมีจำนวนไม่มากก็จะทำให้ระบาดได้ สำหรับยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) ก็สามารถแพร่เชื้อได้ แต่ไม่ดีเท่ากับ Aedes aegypti

Aedes albopictus เพาะพันธุ์ตามแหล่งน้ำขังตามโพรงต้นไม้ หรือกระบอกไม้ไผ่ส่วน Aedes aegypti เพาะพันธุ์ในภาชนะขังน้ำที่คนทำขึ้น

ถ้าอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม โดยเฉพาะในฤดูฝน ยุงลายเพียง 2-3 ตัว อาจแพร่เชื้อให้สมาชิกทั้งครอบครัวได้ ปัจจัยส่งเสริมให้มีผู้ป่วยมากขึ้นในฤดูฝนอีกประการหนึ่งนอกจากการมีจำนวนยุงมากขึ้นแล้ว คือในช่วงที่ฝนตกทั้งเด็กและยุงจะอยู่ในบ้านหรือในอาคาร เด็กจึงมีความเสี่ยงที่จะถูกยุงกัดมากขึ้นในปัจจุบันยังไม่ทราบระดับความชุกชุมของยุงที่จะทำให้เกิดการระบาดของ DHF ได้ แต่ความชุกชุมของยุงลาย Aedes aegypti ในประเทศไทยไม่ว่าจะใช้ตัวชี้วัดใดมาใช้ก็จะสูงมาก และอาจสูงกว่าประเทศอื่น ๆ ปัจจัยทั้ง 3 ด้านนี้จะต้องมีส่วน ร่วมกันในการทำให้เกิดโรค DHF/DSS ขึ้น การเพิ่มจำนวนประชากรโดยเฉพาะการเพิ่มของชุมชนในเมือง จะเพิ่มประชากรทั้งคนและยุง การเดินทางติดต่อสะดวกและเพิ่มมากขึ้นจะทำให้โรคกระจายไปในระยะไกลเพราะลำพังยุงจะมีระยะบินได้เพียง 50-100 เมตร การกระจายจึงไปกับคนในช่วงที่มี viremia ก่อนเริ่มมีอาการของโรค ความเจริญก้าวหน้าทางด้านคมนาคม จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการแพร่กระจายของโรค DHF ไปอย่าง รวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 อาการของโรคและการวินิจฉัย

2.1.5.1 อาการและการแสดงออกของโรค

อาการทางคลินิกของโรคไข้เลือดออก หลังจากได้รับเชื้อจากยุงประมาณ 5-8 วัน(ระยะฟักตัว) ผู้ป่วยจะเริ่มมีอาการของโรค ซึ่งมีความรุนแรงแตกต่างกันได้ ตั้งแต่มีอาการคล้ายไข้เด็งกี่ *(denguefever หรือ DF)* ไปจนถึงมีอาการรุนแรงมากจนถึงช็อกและถึงเสียชีวิตได้ โรคไข้เลือดออกมีอาการสำคัญที่เป็นรูปแบบค่อนข้างเฉพาะ 4 ประการ เรียงตามลำดับการเกิดก่อนหลังดังนี้

1. ไข้สูงลอย 2-7 วัน
2. มีอาการเลือดออก ส่วนใหญ่จะพบที่ผิวหนัง
3. มีตับโต กดเจ็บ
4. มีภาวะการไหลเวียนล้มเหลว/ภาวะช็อก

อาการไข้ ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกทุกรายจะมีไข้สูงเกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน ส่วนใหญ่ไข้จะสูงเกิน 38.5 องศาเซลเซียส ไข้อาจสูงถึง 40-41 องศาเซลเซียส ซึ่งบางรายอาจมีชักเกิดขึ้นโดยเฉพาะในเด็กที่เคยมีประวัติชักมาก่อน หรือในเด็กเล็กอายุน้อยกว่า 6 เดือน ผู้ป่วยมักจะมีหน้าแดง *(flushed face)* และตรวจดูคอก็อาจพบมี injected pharynx ได้ แต่ส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะไม่มีอาการน้ำมูกไหลหรืออาการไอ ซึ่งช่วยในการวินิจฉัยแยกโรคจากโรคหัดในระยะแรกและโรคระบบทางเดินหายใจได้ เด็กโตอาจบ่นปวดศีรษะ ปวดรอบกระบอกตา

ในระยะไข้นี้ อาการทางระบบทางเดินอาหารที่พบบ่อย คือ เบื่ออาหาร อาเจียน บางรายอาจมีอาการปวดท้องร่วมด้วย ซึ่งในระยะแรกจะปวดทั่วๆไปและอาจปวดที่ชายโครงขวาในระยะที่มีตับโต

ส่วนใหญ่ไข้จะสูงลอยอยู่ 2-7 วัน ประมาณร้อยละ 15 อาจมีไข้สูงนานเกิน 7 วัน และบางรายไข้จะเป็นแบบ biphasic ได้ อาจพบมีผื่นแบบ erythema หรือ maculopapular ซึ่งมีลักษณะคล้ายผื่น rubella ได้

อาการเลือดออก ที่พบบ่อยที่สุดคือที่ผิวหนัง โดยจะตรวจพบว่าเส้นเลือดเปราะ แตกง่าย โดยการทำ tourniquet test ให้ผลบวกได้ตั้งแต่ 2-3 วันแรกของโรค ร่วมกับมีจุดเลือดออกเล็กๆ กระจายอยู่ตามแขน ขา ลำตัว รักแร้ อาจมีเลือดกำเดาหรือเลือดออกตามไรฟัน ในรายที่รุนแรงอาจมีอาเจียนและถ่ายอุจจาระเป็นเลือด ซึ่งมักจะเป็นสีดำ (melena) อาการเลือดออกในทางเดินอาหารส่วนใหญ่จะพบร่วมกับภาวะช็อกในรายที่มีภาวะช็อกอยู่นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพที่ 2.15 อาการแสดงออกทางผิวหนังของผู้ป่วยที่ป่วยเป็น DHF

ตับโต ส่วนใหญ่จะคลำพบตับโตได้ประมาณวันที่ 3-4 นับแต่เริ่มป่วย ตับจะนุ่มและกดเจ็บ ภาวะช็อก ประมาณ 1 ใน 3 ของผู้ป่วยไข้เลือดออกจะมีอาการรุนแรง มีภาวการณ์ไหลเวียนล้มเหลวเกิดขึ้น เนื่องจากมีการรั่วของพลาสมาออกไปยังช่องปอด/ช่องท้องมาก เกิด hypovolemic shock ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นพร้อมๆกับที่มีไข้ลดลงอย่างรวดเร็ว เวลาที่เกิดช็อกจึงขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่มีไข้ อาจเกิดได้ตั้งแต่วันที่ 3 ของโรค (ถ้ามีไข้ 2 วัน) หรือเกิดวันที่ 8 ของโรค (ถ้ามีไข้ 7 วัน) ผู้ป่วยจะมีอาการเลวลง เริ่มมีอาการ กระสับกระสาย มือเท้าเย็น ชีพจรเบา เร็ว ความดันโลหิตเปลี่ยนแปลงโดยมี ความดันชีพจรแคบเท่ากับหรือ น้อยกว่า 20 มม.ปรอท (ปกติ 30-40 มม.ปรอท) ผู้ป่วยที่มีภาวะช็อกส่วนใหญ่จะมีความรู้สติ พูดรู้เรื่อง อาจบ่น กระหายน้ำ บางรายอาจมีอาการปวดท้องเกิดขึ้นอย่างกะทันหันก่อนเข้าสู่ภาวะช็อกซึ่งบางครั้งอาจทำให้วินิจฉัยโรคผิดเป็นภาวะทางศัลยกรรม ภาวะช็อกที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ถ้าไม่ได้รับการรักษาผู้ป่วยจะมีอาการเลวลง รอบปากเขียว ผิวสีม่วงๆ ตัวเย็นชืด จับชีพจรและวัดความดันไม่ได้ *(profound shock)* ความรู้สติเปลี่ยนไป และจะเสียชีวิตภายใน 12-24 ชั่วโมงหลังเริ่มมีภาวะช็อก หากว่าผู้ป่วยได้รับการรักษาช็อกอย่างทันท่วงทีและถูกต้องก่อนที่จะเข้าสู่ระยะ profound shock ส่วนใหญ่ก็จะฟื้นตัวได้ อย่างรวดเร็ว

ในรายที่ไม่รุนแรงเมื่อไข้ลดลงผู้ป่วยอาจจะมีมือเท้าเย็นเล็กน้อยร่วมกับมีการเปลี่ยนแปลงของชีพจรและความดันเลือด ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงในระบบการไหลเวียนของเลือด เนื่องจากการรั่วของพลาสมาออกไปแต่ไม่มากจนทำให้เกิดภาวะช็อก ผู้ป่วยเหล่านี้เมื่อให้การรักษาในช่วงระยะสั้นๆก็จะดีขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.1.5.2 การวินิจฉัยโรค

การวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้องในระยะแรกจะมีความสำคัญมาก เพราะการให้การรักษาได้อย่างถูกต้องเมื่อเริ่มมีการรั่วของพลาสมาจะช่วยลดความรุนแรงของโรคและป้องกันการสูญเสียชีวิตได้ จากลักษณะอาการทางคลินิกของโรคทางคลินิกของโรคมีรูปแบบที่ชัดเจน ทำให้สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

73342

วินิจฉัยโรคทางคลินิกได้อย่างถูกต้องก่อนที่จะเข้าสู่ภาวะช็อก โดยใช้หลักการทางคลินิก 4 ประการร่วมกับการเปลี่ยนแปลงทางห้องปฏิบัติการ คือ

2.1.5.2.1 อาการแสดงทางคลินิก

1. ไข้เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลันและสูงลอยประมาณ 2-7 วัน

2. มีอาการเลือดออก อย่างน้อยมีการทดสอบทูร์นิเกต์ให้ผลบวกร่วมกับอาการเลือดออกอื่น เช่น จุดเลือดที่ผิวหนัง เลือดกำเดา อาเจียน/ถ่ายเป็นเลือด

3. ตับโต

4. ภาวะช็อก

2.1.5.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางห้องปฏิบัติการ

1. เม็ดเลือดขาว ส่วนใหญ่จะต่ำกว่าปกติ (น้อยกว่า 4,000/มม.^{3}) แต่ในวันแรกอาจจะปกติหรือสูงเล็กน้อย โดยที่มี PMN ร้อยละ 70-80 เมื่อใกล้ไข้จะลดลงระดับเม็ดเลือดขาวและ PMN จะลดลงพร้อมๆกับมี lymphocyte สูงขึ้น (มี atypical lymph ร้อยละ 15-35) บางครั้งเม็ดเลือดขาวอาจจะต่ำมาก 1,000-2,000 /มม.^{3} ซึ่งการตรวจเม็ดเลือดขาวจะช่วยวินิจฉัยแยกโรคติดเชื้อแบคทีเรียได้ และช่วยบอกระยะเวลาที่ไข้จะลดลงได้

2. เกล็ดเลือดจะลดลงอย่างรวดเร็วก่อนไข้ลด และก่อนระยะช็อก ส่วนใหญ่เกล็ดเลือดจะลดลงต่ำกว่า 100,000/มม.^{3} และต่ำอยู่ประมาณ 3-5 วัน ในระยะที่มีเกล็ดเลือดต่ำจะมี impaired function ด้วย

3. ระดับความเข้มข้นของเลือดจะเพิ่มขึ้น *(hemoconcentration)* ซึ่งเป็นผลจากการเสียพลาสมา ระดับ hematocrit *(HCT)* ที่สูงขึ้นกว่าปกติเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 20 (เช่นเพิ่มจากเดิมร้อยละ 35 เป็นร้อยละ 42) ถือเป็นเครื่องชี้บ่งว่ามีการรั่วของพลาสมา ส่วนใหญ่ HCT จะเพิ่มขึ้นพร้อมกับเกล็ดเลือดลดลงหรือภายหลังเกล็ดเลือดลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งสองอย่างนี้จะเกิดก่อนไข้ลดและก่อนภาวะช็อก จึงมีความสำคัญในการวินิจฉัยโรค

4. การตรวจ chest x-rays จะพบน้ำในเยื่อหุ้มปอดได้เสมอ ส่วนใหญ่จะพบทางด้านขวา ในรายที่รุนแรงมีภาวะช็อกอาจพบได้ทั้งสองข้าง

จากประสบการณ์ของโรงพยาบาลเด็ก การวินิจฉัยโรคไข้เลือดออกโดยใช้อาการทางคลินิกที่สำคัญ 4 อย่าง คือ อาการไข้ อาการเลือดออก ตับโต และการมีภาวะการไหลเวียนโลหิตล้มเหลวหรือช็อก มีความแม่นยำเกินร้อยละ 95 และถ้าใช้อาการทางคลินิกเหล่านี้ร่วมกับผลการตรวจเกล็ดเลือด และระดับ hematocrit ก็จะยิ่งมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2517 เป็นต้นมาองค์การอนามัยโลกได้กำหนด WHO Criteria ในการวินิจฉัยโรคไข้เลือดออก โดยใช้อาการทางคลินิก 4 อย่างดังกล่าวแล้วร่วมกับผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ คือ เกล็ดเลือดลดลงเหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100,000 เซลล์ต่อหนึ่งลูกบาศก์ มม. และมีระดับ Hematocrit เพิ่มขึ้นเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการมีความสำคัญเพราะจะบอกความเปลี่ยนแปลงใน homeostasis และการรั่วของพลาสมา (การรั่วของพลาสมาในผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกมีลักษณะเฉพาะ คือ พลาสมาจะรั่วออกไปที่ ช่องปอดและช่องท้อง โดยผู้ป่วยจะไม่มี generalize edema ให้เห็น) จะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยทาง

คลินิกและช่วยในการพยากรณ์โรค เพราะการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดเลือดและระดับ hematocritมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของโรค ทั้งบอกเวลาที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะระดับ hematocrit ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของการรั่วของพลาสมา และบอกถึงเวลาที่จะต้องเริ่มให้การรักษา

ปัญหาที่พบในการวินิจฉัยทางคลินิก คือ ในวันแรกของโรคที่ตรวจ พบเพียงไข้สูง อาเจียน เบื่ออาหาร การทดสอบทูร์นิเกต์ ยังให้ผลลบทำให้วินิจฉัยยากจะต้องวินิจฉัยแยกจากโรคติดเชื้ออื่นๆ การพบผู้ป่วยหน้าตาแดงโดยไม่มีอาการทางระบบทางเดินหายใจจะช่วยให้นึกถึงการติดเชื้อเด็งกี่ การตรวจเม็ดเลือดขาวถ้าพบว่าปกติหรือต่ำก็เป็นลักษณะที่พบบ่อยในการติดเชื้อเด็งกี่ซึ่งจะช่วยในการวินิจฉัยแยกโรคออกจากการติดเชื้อแบคทีเรีย การติดตามดูการเปลี่ยนแปลง ถ้าพบจุด petechiae การทดสอบทูร์นิเกต์ให้ผลบวก มีอาการตับโต กดเจ็บ จะช่วยสนับสนุนว่าน่าจะเป็น DHF สำหรับการติดตามดูเม็ดเลือดขาว ถ้าพบว่าจำนวนเม็ดเลือดขาวลดลง โดยจำนวน PMN ลดลงพร้อมๆกับมี lymphocyte เพิ่มขึ้นจะช่วยบอกว่าใกล้ระยะไข้ลดซึ่งเป็นระยะวิกฤตของโรคจะต้องติดตามดูเกล็ดเลือดและ hematocrit อย่างใกล้ชิด หากเกล็ดเลือดลดลงและ hematocrit สูงขึ้นจะวินิจฉัยได้แน่นอนว่าเป็น DHF ในผู้ป่วยรายที่มีภาวะซีดอยู่ก่อนแล้วหรือมีการเสียเลือดหรือได้รับการให้สารน้ำมาก่อน hematocrit อย่างใกล้ชิด หากเกล็ดเลือดลดลงและ hematocrit สูงขึ้นจะวินิจฉัยได้แน่นอนว่าเป็น DHF ในผู้ป่วยรายที่มีภาวะซีดอยู่ก่อนแล้วหรือมีการเสียเลือดหรือได้รับการให้สารน้ำมาก่อน การเพิ่มของระดับ hematocrit อาจเห็นไม่ชัดเจน การตรวจพบ pleural effusion/ascites จะสนับสนุนการวินิจฉัยโรคและช่วยในการวินิจฉัยแยกโรค DHF ออกจากโรค DF และโรคอื่นๆได้

ในผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DHF) ESR จะอยู่ในระดับปกติในระยะที่มีไข้และจะลดต่ำลงจากปกติในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมาและระยะที่มีภาวะช็อก ซึ่งจะช่วยในการวินิจฉัยแยกโรค DSS จาก septic shock ได้

การเกิดภาวะช็อกเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ

ก. มีการรั่วของพลาสมาซึ่งนำไปสู่ภาวะ hypovolemic shock ซึ่งมีข้อชี้บ่งดังนี้

1. ระดับ hematocrit เพิ่มขึ้นทันทีก่อนเกิดภาวะช็อก และยังคงอยู่ในระดับสูงในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมา/ระยะช็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มีน้ำในช่องปอดและช่องท้อง การวัด pleural effusion index พบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของโรค

3. ระดับโปรตีนและระดับอัลบูมินในเลือดลดต่ำลงในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมา

4. Central venous pressure ต่ำ

5. มีการตอบสนองต่อการรักษาด้วยการใช้สารน้ำเกลือแร่และสาร colloid ชดเชย

ข. ระดับ Peripheral resistance เพิ่มขึ้น เห็นได้จากระดับ pulse pressure แคบ โดยมีระดับ diastolic pressure สูงขึ้น เช่น 100/90, 110/100, 100/100 มม. ปรอท ในระยะที่มีการช็อก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาทาง Hemodynamic ที่สนับสนุนว่ามี peripheral resistance เพิ่มขึ้น

การจัดระดับความรุนแรงของ DHF โดยการพิจารณาว่ามีภาวะช็อกหรือไม่นั้น แบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ (grade) คือ ในรายที่ไม่มีอาการช็อกจัดเป็น grade 1 และ grade 2 ซึ่งจะแยกกันโดยที่ grade 2 มี spontaneous hemorrhage ถ้ามีภาวะช็อกก็จัดอยู่ใน grade 3 และ grade 4 ในรายที่เป็น grade 4 เป็นผู้ป่วยที่มี profound shock วัดความดันเลือดและชีพจรไม่ได้ การแบ่งระดับความรุนแรงของโรคนี้ยังมีความสับสน โดยบางครั้งพบว่ามีการจัด DF อยู่ใน grade 1 และ grade 2 ซึ่งที่ถูกต้องแล้ว grade 1-4 นี้เป็นการแบ่งระดับความรุนแรงของ DHF เท่านั้น ดังนั้นจะต้องวินิจฉัยก่อนว่าเป็น DHF หรือไม่ (โดยใช้เกณฑ์การวินิจฉัยว่ามีเกล็ดเลือดต่ำ มีการรั่วของพลาสมา ซึ่งอาจเป็นระดับ HCT สูงหรือพบว่ามี pleural effusion/ascites) จากนั้นจึงจะจัดระดับความรุนแรงของ DHF

2.1.5.2.3 การวินิจฉัยทางไวรัสและทางน้ำเหลือง

ในระยะที่มีไข้สูงจะเป็นระยะที่มีเชื้อไวรัสอยู่ในกระแสเลือด *(viremia)* จึงสามารถแยกเชื้อไวรัสเด็งกี่จากเลือดได้ หลังจากไข้ลดลงแล้วไวรัสก็จะหมดไปจากกระแสเลือด การตรวจทางน้ำเหลืองเป็นการตรวจดูระดับการเปลี่ยนแปลงของ IgM และ IgG antibody ต่อเชื้อเด็งกี่ ซึ่งใช้ในการวินิจฉัยว่าเป็น การติดเชื้อครั้งแรกหรือ เป็นการติดเชื้อซ้ำ ในปัจจุบันนิยมใช้วิธี ELISA โดยการติดเชื้อครั้งแรกพบว่าระดับ IgM : IgG จะมากกว่า 1.8 อย่างไรก็ตามวิธี HAI ยังคงเป็นวิธีมาตรฐาน การตรวจทางน้ำเหลืองจะ ต้องเจาะเลือด 2 ครั้งห่างกัน 1-4 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังมีวิธีการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า PCR และ rapid diagnosis เพื่อดูระดับของ IgM และ IgG (ในวันที่ 1-3 IgM antibody อาจยังไม่ขึ้นถึงระดับที่จะตรวจพบได้)

การวินิจฉัยทางไวรัสและทางน้ำเหลืองจะช่วยยืนยันว่ามีการติดเชื้อเด็งกี่ แต่การวินิจฉัยแยกโรคระหว่าง DHF และ DF นั้นจะต้องใช้อาการทางคลินิกร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดเลือดและการรั่วของพลาสมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3 การดูแลรักษาผู้ป่วย

ขณะนี้ยังไม่มียาต้านไวรัสที่มีฤทธิ์เฉพาะสำหรับเชื้อไข้เลือดออก การรักษาโรคนี้เป็นการรักษาตามอาการและประคับประคอง ซึ่งได้ผลดีถ้าให้การวินิจฉัยโรคได้ตั้งแต่ระยะแรก แพทย์ผู้รักษาจะต้อง เข้าใจธรรมชาติของโรคและให้การดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด จะต้องมี nursing care ที่ดีตลอดระยะเวลาวิกฤตประมาณ 24-48 ชั่วโมงที่มีการรั่วของพลาสมา

การดูแลรักษาผู้ป่วย มีหลักปฏิบัติดังนี้

1. ในระยะไข้สูง บางรายอาจมีการชักได้ถ้าไข้สูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่มีประวัติเคยชัก หรือในเด็กอายุน้อยกว่า 6 เดือน จำเป็นต้องให้ยาลดไข้ ควรใช้ยาพวกพาราเซตามอล ห้ามใช้ยาพวกแอสไพริน เพราะจะทำให้เกล็ดเลือดเสียการทำงาน จะระคายกระเพาะทำให้เลือดออกได้ง่ายขึ้น และที่สำคัญอาจทำให้เกิด Reye syndrome ควรให้ยาลดไข้เป็นครั้งคราวเวลาที่ไข้สูงเท่านั้น (เพื่อให้ไข้ที่สูงมากลดลงเหลือน้อยกว่า 39 องศาเซลเซียส) การใช้ยาลดไข้มากไปจะมีภาวะเป็นพิษต่อตับได้ ควรจะใช้การเช็ดตัวช่วยลดไข้ด้วย

2. ให้ผู้ป่วยได้น้ำชดเชย เพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่มีไข้สูง เบื่ออาหาร และอาเจียน ทำให้ขาดน้ำและเกลือโซเดียมด้วย ควรให้ผู้ป่วยดื่มน้ำผลไม้หรือ สารละลายผงน้ำตาลเกลือแร่ (โอ อาร์ เอส) ในรายที่อาเจียนควรให้ดื่มครั้งละน้อยๆ และดื่มบ่อยๆ

3. จะต้องติดตามดูอาการผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด เพื่อจะได้ตรวจพบและป้องกันภาวะช็อกได้ทันเวลา ช็อกมักจะเกิดพร้อมกับไข้ลดลงประมาณตั้งแต่วันที่ 3 ของการป่วยเป็นต้นไป ทั้งนี้แล้วแต่ระยะเวลาที่เป็นไข้ ถ้าไข้ 7 วันก็อาจช็อกวันที่ 8 ได้ ควรแนะนำให้พ่อแม่ทราบอาการนำของช็อก ซึ่งอาจจะมีอาการเบื่ออาหารมากขึ้น ไม่รับประทานอาหารหรือดื่มน้ำเลย หรือมีอาการถ่ายปัสสาวะน้อยลง มีอาการปวดท้องอย่างกะทันหัน กระสับกระส่าย มือเท้าเย็น ควรแนะนำให้รีบนำส่งโรงพยาบาลทันทีที่มีอาการเหล่านี้

4. เมื่อผู้ป่วยไปตรวจที่โรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลที่ให้การรักษาได้ แพทย์จะตรวจเลือดดูปริมาณเกล็ดเลือดและ hematocrit และอาจนัดมาตรวจดูการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดเลือดและ hematocrit เป็นระยะๆ เพราะถ้าปริมาณเกล็ดเลือดเริ่มลดลงและ hematocrit เริ่มสูงขึ้นเป็นเครื่องชี้บ่งว่าน้ำเลือดรั่วออกจากเส้นเลือด และอาจจะช็อกได้ จำเป็นต้องให้สารน้ำชดเชย

5. โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องรับผู้ป่วยเข้ารักษาในโรงพยาบาลทุกราย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะแรกที่ยังมีไข้ สามารถรักษาแบบผู้ป่วยนอก โดยให้ยาไปรับประทาน และแนะนำให้ผู้ปกครองเฝ้าสังเกตอาการตามข้อ 3 หรือแพทย์นัดให้ไปตรวจที่โรงพยาบาลเป็นระยะๆ โดยตรวจดูการเปลี่ยนแปลงตามข้อ 4 ถ้าผู้ป่วยมีอาการแสดงอาการช็อก ต้องรับไว้รักษาในโรงพยาบาลทุกราย และถือเป็นเรื่องรีบด่วนในการรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรายที่ไข้ลด มีระดับ hematocrit มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 20 แต่ไม่มีภาวะช็อก อาจให้การรักษาแบบผู้ป่วยนอก ให้ 5%D 1/2 NSS หรือ 5%D Ringer acetate ประมาณเท่ากับ maintenance + 5% deficit

โดยจัดปริมาณและเวลาการให้ตามการรั่วของพลาสมา ซึ่งดูจาก HCT, viral signs และ urine output และจะ

ต้องมีการปรับลดปริมาณและความเร็วตาม HCT ตลอดเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อหลีกเลี่ยงการให้สารน้ำมากเกินไป ในรายที่ระดับ HCT ยังสูงอยู่หลัง 24 ชั่วโมงหรือผู้ป่วยที่มีเลือดออกแม้ไม่มากควรรับเป็นผู้ป่วยใน

สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก หรือเลือดออก แพทย์จะต้องให้การรักษาเพื่อแก้ไขสภาวะดังกล่าวด้วยสารน้ำ พลาสมา หรือสาร colloid อย่างระมัดระวัง เพื่อช่วยชีวิตผู้ป่วยและป้องกันโรคแทรกซ้อนอย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก การให้การรักษาต้องถือเป็น medical emergency และให้การรักษาดังต่อไปนี้

1. ให้สารน้ำ isotonic 5% D/R acetate 10-20 cc/kg/hrหรือให้เป็น bolus ในรายที่เป็น profound shock ทันทีเมื่อพบผู้ป่วย

2. เมื่อผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นชัดเจนจากการ resuscitate แม้จะเป็นเวลา 1/2 -1 ชั่วโมง ควรจะลดอัตราลงและปรับอัตราของ IV fluid ตามอัตราของการรั่วของพลาสมา โดยใช้ระดับ HCT, viral signs และ urine output เป็นแนวทาง ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่เกิน 24-48 ชั่วโมง หลักการที่สำคัญคือให้ IV fluid ในปริมาณที่พอสำหรับการรักษาระดับการไหลเวียนในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมาเท่านั้น

3. แก้ไขภาวะ metabolic และ electrolyte disturbance ที่อาจเกิดขึ้นโดยเฉพาะ acidosis

4. ถ้าผู้ป่วยยังไม่ดีขึ้นต้องนึกถึงภาวะเลือดออกซึ่งอาจเป็น concealed bleeding ผู้ป่วยที่ยังมีภาวะช็อกอยู่ *(refractory shock)* ภายหลังให้ crystalloid/colloidal และ HCT ลดลงแล้ว (เช่น ลดจากร้อยละ 50 เป็น ร้อยละ 40)

ต้องนึกถึงภาวะเลือดออก และต้องให้เลือดซึ่งควรจะเป็น fresh whole blood ประมาณร้อยละ 15 ของผู้ป่วยที่ช็อกจะมีเลือดออกมากได้โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มี profound shock อยู่นาน

สาเหตุการตายที่สำคัญ คือผู้ป่วยที่มี profound shock มี internal bleeding ซึ่งถ้าไม่ได้รับเลือดทดแทนจะมี prolonged shock การให้ fluid มากเกินไปโดยไม่ให้เลือดทดแทนทำให้มี fluid overload ซึ่งเป็นสาเหตุตายที่สำคัญได้เช่นกัน ในรายที่มีภาวะตับวายให้การรักษาแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกับผู้ป่วยตับวายจากโรคตับอักเสบ ถึงแม้จะพบภาวะตับวายได้น้อยแต่เมื่อพบจะมีอัตราตายสูงมาก

2.1.5.4 ข้อสังเกต

1. **ระยะที่มีการรั่วของพลาสมาส่วนใหญ่เป็นเวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง การให้น้ำทาง**หลอดเลือดดำก่อนที่จะมีการรั่ว (ก่อนระดับเกล็ดเลือดลดต่ำลงและก่อนที่จะมี hematocrit เพิ่มขึ้น) จะไม่สามารถป้องกันการรั่วได้ การให้ปริมาตรน้ำเข้าไปแทนมุ่งหวังที่จะให้ชดเชยในช่วงที่มีการรั่วเท่านั้น ในขณะนี้ยังไม่มียาใดๆที่สามารถยับยั้งการรั่วของพลาสมาได้

2. เนื่องจากพลาสมาที่รั่วออกไปจะอยู่ที่ช่องปอดและช่องท้อง *(serous space)* การให้ชดเชยควรจะให้น้อยที่สุดที่จำเป็นในการ maintain effective circulatory volume การให้มากเกินจำเป็นจะรั่วออกไปมากทำให้เกิดปัญหา respiratory distress จาก pleural effusion/ascites ซึ่งอาจจะทำให้มีอันตรายมากกว่าความรุนแรงของโรคเอง

3.เนื่องจากสิ่งที่รั่วออกไปคือพลาสมา และผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงมักจะมีระดับโซเดียมต่ำ ดังนั้นชนิดของสารน้ำที่ใช้ในการรักษาโรคไข้เลือดออกควรจะมีส่วนผสมที่ใกล้เคียงกับพลาสมามากที่สุด โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งในรายที่มีอาการช็อก ที่แนะนำใช้ คือ Ringer acetate solution หรือ 5%D in 1/2 NSS สำหรับเด็กเล็ก Dextran 40 ใช้แทนพลาสมาได้

4.ถึงแม้ผู้ป่วยจะมีภาวะช็อกเนื่องจากการเสียพลาสมา แต่ในโรคไข้เลือดออกมีการเปลี่ยนแปลงทาง hemostatic ที่สำคัญคือเกล็ดเลือดต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50,000/มม.^{3} ในรายที่มีช็อก) และเกล็ดเลือดทำงานผิดปกติ และมีการเปลี่ยนแปลงใน coagulogram โดยมี thromboplastin time และ thrombin time ผิดปกติ และในบางรายก็จะมี prothrombin time ผิดปกติด้วย การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผู้ป่วยมีเลือดออกอย่างรุนแรงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายที่ช็อกอยู่นานจนมีภาวะ metabolic acidosis ดังนั้น ในรายที่ช็อกอยู่นานจะต้องนึกถึงการมีเลือดออกภายในซึ่งส่วนใหญ่จะออกในทางเดินอาหารและอาจจะออกในอวัยวะที่สำคัญอื่นๆ เช่น หัวใจและสมอง ในรายที่มีเลือดออกในสมองจะทำให้มีอาการกระตุกและชักได้

5.เนื่องจากการมี hemostatic changes ในโรคไข้เลือดออกดังกล่าวในข้อ 4 ควรหลีกเลี่ยงวิธีการรุนแรงต่างๆที่ไม่จำเป็น เพราะอาจจะทำให้เลือดออกมากขึ้นได้ (ตัวอย่างเช่น การใส่สาย N.G. tube ทางจมูก)

6.ในผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกทุกรายควรดูการเปลี่ยนแปลงทางห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับ

- electrolytes, blood gas
- coagulogram ถ้าผิดปกติมากจะต้องนึกถึงภาวะที่อาจจะมีเลือดออกรุนแรงได้
- liver function (albumin และ transaminase)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรายที่มีอาการรุนแรงอาจจะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จนพ้นระยะวิกฤต 12

7.การเอาใจใส่ดูแลของแพทย์และพยาบาลตลอดระยะวิกฤตเป็นเรื่องสำคัญในการรักษาโรคไข้เลือดออก ถ้าผู้ป่วยไม่ได้รับการชดเชยพลาสมาที่เสียไปหรือให้ทดแทนช้าไป แม้ช่วงระยะสั้นๆก็อาจจะมีผลต่อผู้ป่วย ทำให้มี prolonged shock และมีภาวะ DIC ตามมา และทำให้การพยา- กรณ์โรคเลวลง

8.ไม่มีข้อมูลที่แสดงอย่างแน่ชัดว่าการใช้ steroids ในการรักษาได้ผลดีกว่าการรักษาด้วยการให้สารน้ำทดแทนอย่างเดียว

นอกจากไข้เลือดออกที่เกิดจากเชื้อเด็งกี่ ยังมีไข้เลือดออกมาเบิร์กหรือมาร์บวก ซึ่งเชื่อว่านำเชื้อโดยลิงแอฟริกัน ไข้เลือดออกชนิดนี้มีอันตรายรุนแรงมาก ๆ ผู้ที่ติดเชื้อจะเสียชีวิตลงในเวลารวดเร็ว ขณะนี้พบในประเทศแองโกลา ทวีปแอฟริกาไม่พบในประเทศไทย

2.2 ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์

2.2.1 Polynomial Curve Fitting

การประมาณค่าของฟังก์ชันจากข้อมูลที่มาจากการทดลองมักที่จะมีความคลาดเคลื่อน แต่เราไม่ต้องการให้ค่าประมาณนั้นตรงกับค่าจากการทดลองพอดี สิ่งที่ต้องการคือการประมาณรูปแบบของฟังก์ชันที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลมากที่สุด (Best fit) โดยกำหนดความหมายของคำว่าสอดคล้องที่สุดว่าเป็นการประมาณที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด

พิจารณารูปแบบทั่วไปของ Polynomial order j

$$f(x_i) = a + b_1x_i + b_2x_i^2 + b_3x_i^3 + \dots + b_jx_i^j = a + \sum_{k=1}^{j} b_k x_i^k \quad (1)$$

เมื่อ $a, b_1, b_2, \dots, b_j$ เป็นค่าคงที่ใดๆ , i = 1,2,3,...,n ; n เป็นจำนวนชุดข้อมูล

2.2.2 Error-Least squares approach

รูปแบบทั่วไปสำหรับการหา error ที่ใช้ใน least squares approach คือ

$$err = \sum_{i=1}^{n} (d_i)^2 \quad ; d_i = y_i - f(x_i) \ ; \ i = 1,2,3,\dots,n$$

โดย y_i คือ จำนวนผู้ป่วยของแต่ละเดือน และ $f(x_i)$ คือ จำนวนผู้ป่วยที่ได้จากการคำนวณ

$$err = (y_1 - f(x_1))^2 + (y_2 - f(x_2))^2 + (y_3 - f(x_3))^2 + (y_4 - f(x_4))^2 + \dots + (y_n - f(x_n))^2 \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราต้องการหาค่า *err* ที่น้อยที่สุด ดังนั้นเราจะทำการแทนค่าจากสมการที่ (1)

$$f(x_i) = a + b_1 x_i + b_2 x_i^2 + b_3 x_i^3 + \ldots + b_j x_i^j = a + \sum_{k=1}^{j} b_k x_i^k \text{ ; } i = 1,2,3,\ldots,n$$

จะได้ว่า

$$err = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \left(a + b_1 x_i + b_2 x_i^2 + b_3 x_i^3 + \ldots + b_j x_i^j \right) \right)^2 \quad (3)$$

เมื่อ n คือ จำนวนชุดข้อมูล, i คือ ลำดับชุดข้อมูล, j คือ ดีกรีของสมการโพลิโนเมียล

เราจะสามารถเขียนสมการที่ (3) ใหม่ได้เป็น

$$err = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \left(a + \sum_{k=1}^{j} b_k x_i^k \right) \right)^2 \quad (4)$$

ในการหาฟังชันก์ที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูลชุดนั้นๆ ค่าคลาดเคลื่อนระหว่างเส้นกราฟ และจุดข้อมูล ต้องมีค่าน้อยที่สุด ถ้าเราสามารถหาเซตของค่า a, b_k $(k = 1, 2 \ldots, j)$ ได้ เราก็จะได้ค่าที่น้อยที่สุดในสมการที่ (4)

2.2.3 Calculus Time

จากสมการที่(4) ทำการหาอนุพันธ์ย่อยของ *err* เทียบกับสัมประสิทธิ์ a, b_k เมื่อ $(k = 1, 2 \ldots, j)$ และกำหนดให้แต่ละสมการมีค่าเท่ากับ 0 จะได้ว่า

$$\frac{\partial err}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \left(a + \sum_{k=1}^{j} b_k x_i^k \right) \right) = 0$$

$$\frac{\partial err}{\partial b_1} = -2 \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \left(a + \sum_{k=1}^{j} b_k x_i^k \right) \right) x_i = 0$$

$$\frac{\partial err}{\partial b_2} = -2 \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \left(a + \sum_{k=1}^{j} b_k x_i^k \right) \right) x_i^2 = 0$$

$$\vdots$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

:

$$\frac{\partial err}{\partial b_j} = -2\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \left(a + \sum_{k=1}^{j} b_k x_i^k \right)\right) x_i^j = 0$$

ถ้าหากนำไปเขียนในรูปแบบของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^j \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+1} \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+2} \\ M & M & M & \Lambda & M \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^j & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+1} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+2} & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ M \\ b_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i y_i) \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^2 y_i) \\ M \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^j y_i) \end{bmatrix}$$

เราจะได้

$$A = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^j \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+1} \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+2} \\ M & M & : & \Lambda & M \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^j & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+1} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+2} & \Lambda & \sum_{i=1}^{n} x_i^{j+j} \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ M \\ b_j \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i y_i) \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^2 y_i) \\ M \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^j y_i) \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเราอาจจะเขียนได้ในรูปของ

$$AX = B$$

ดังนั้น

$$X = A^{-1}B$$

ซึ่ง X คือ เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์ที่เราต้องการหา

2.2.4 **การหาเมตริกซ์ผกผัน** (Inverse Metric)

เมตริกซ์ผกผัน เขียนแทนด้วย A^{-1} ซึ่งเราสามารถหาเมตริกซ์ผกผันนี้ได้จาก

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A}(adjA)$$

เนื่องจาก $adjA_{n\times n} = \left[cof\left(A\right)\right]^t_{n\times n}$ เรียกว่า เมตริกซ์ผูกพันธ์

จะได้

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A}\left[cof\left(A\right)\right]^t$$

เมื่อ $\det A$ คือ ดีเทอร์มีแนนต์ ของ A และ $cof(A)$ คือ cofactor ของ A

การหา $\left[cof\left(A\right)\right]^t$ หาได้จาก

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}^t_{n\times n} = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & \cdots & M_{1n} \\ M_{21} & M_{22} & \cdots & M_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ M_{n1} & M_{n2} & \cdots & M_{nn} \end{bmatrix}^t_{n\times n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Cofactor $\left(c_{ij}\right)$ คือ Minor ที่คิดเครื่องหมาย (โดยเราจะคิดเครื่องหมายจากผลรวมของค่าแถวที่ i และหลักที่ j ซึ่งถ้า $i+j$ เป็นเลขคู่จะได้เป็น $+M_{ij}$ แต่ถ้าเป็นเลขคี่จะได้เป็น $-M_{ij}$)

Minor$\left(M_{ij}\right)$ คือ ดีเทอร์มีแนนต์ของตัวเลขที่เหลือจากการตัดแถวที่ i กับหลักที่ j

2.2.5 **สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด** (Coefficient of Determination)

สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด$\left(R^2\right)$ เป็นค่าที่ใช้วัดค่า X และ Y ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงไร ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดจะเป็นตัวแสดงให้ทราบว่า การกระจายทั้งหมดของค่า Y นั้น สามารถอธิบายได้จากเส้นถดถอยได้เป็นร้อยละเท่าไหร่ หรืออาจจะพูดได้อีกอย่างว่า การกระจายของค่า Y ทั้งหมดนั้นสามารถอธิบายได้จากค่า X ได้เป็นร้อยละเท่าไหร่ ซึ่งเท่ากับวัดว่า X มีอิทธิพลทำให้ Y เปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใดนั้นเอง ค่า R^2 นี้จะมีค่าเป็นบวกเสมอ และจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเป็น 1 แสดงว่าตัวแปรอิสระสามารถอธิบายตัวแปรได้อย่างสมบูรณ์ โดยส่วนใหญ่จะคิดออกมาในรูปร้อยละ

ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด $\left(R^2\right)$ สามารถหาได้จาก

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{y}_i - \overline{y}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \overline{y}\right)^2}$$

เมื่อ $\overline{y}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจริง

$\hat{y}$ เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณจากฟังชั่นก์ที่สร้าขึ้นมาเพื่อทำการ Fit curve

y_i เป็นค่าจริงของข้อมูลลำดับที่ i

n เป็นจำนวนชุดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Dengue Disease Model

กำหนดให้กลุ่มประชากรที่เราต้องการพิจารณาประกอบด้วย

S = Susceptible Human ผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อไข้เลือดออก

E = Infected Human ผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อนั้นให้กับยุงได้

I = Infectious Human ผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถถ่ายทอดเชื้อนั้นให้กับยุงได้

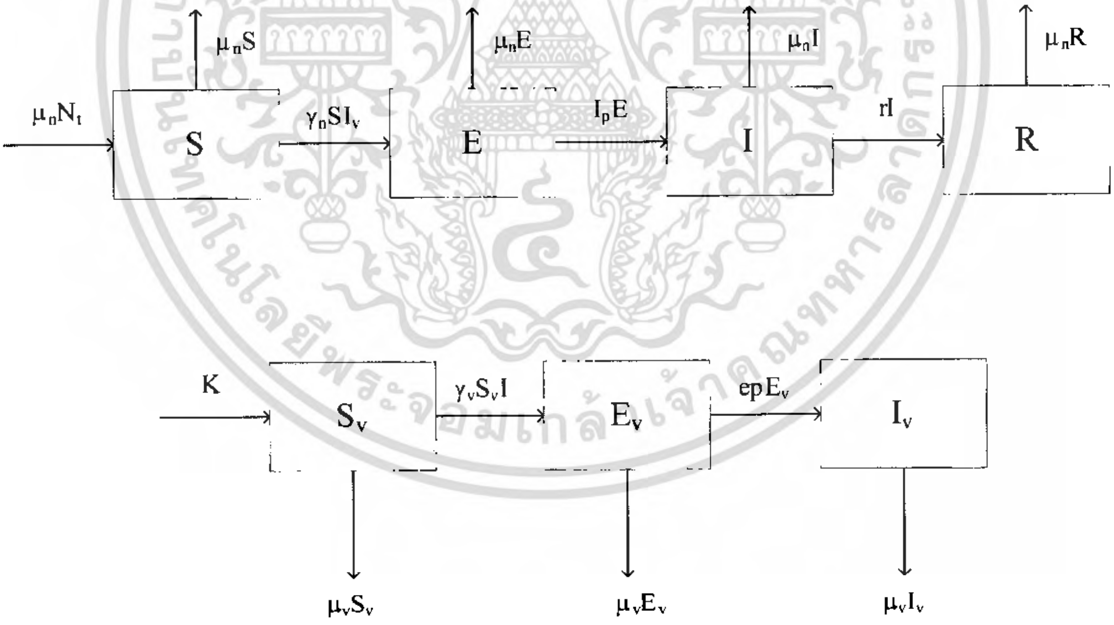
R = Recovery Human ผู้ที่ฟื้นไข้จากการเป็นไข้เลือดออก

Sv = Susceptible Mosquito ยุงที่ไวต่อการได้รับเชื้อไข้เลือดออก

Ev = Infected Mosquito ยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อนั้นให้กับคนได้

Iv = Infectious Mosquito ยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถถ่ายทอดเชื้อนั้นให้กับคนได้

จะสามารถสร้างเป็นแผนภาพแสดงแนวความคิดเพื่อใช้ในการคำนวณหาจำนวนผู้ป่วยและจำนวนยุงลายได้ดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 แผนภาพแสดงแนวความคิดในการหาจำนวนผู้ป่วยและจำนวนยุงลาย

จากภาพที่ 2.16 จะกำหนดให้

- S = จำนวนประชากรที่ไวต่อการติดเชื้อ
- E = จำนวนประชากรที่ติดเชื้อโรคไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถถ่ายทอดเชื้อนั้นให้กับยุงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- I = จำนวนประชากรที่ติดเชื้อโรคไข้เลือดออกและสามารถถ่ายทอดเชื้อนั้นให้กับยุงได้
- R = ผู้ที่ฟื้นไข้จากการเป็นโรคไข้เลือดออก
- ลูกศรชี้เข้าหมายถึงจำนวนที่เพิ่มขึ้น และลูกศรชี้ออกหมายถึงจำนวนที่ลดลง
- ไม่สนใจจำนวนของประชากรที่เสียชีวิตจากการติดเชื้อโรคไข้เลือดออก
- ให้จำนวนของประชากรคงที่ ณ เวลาหนึ่งๆ เพราะฉะนั้นจะได้ว่า

  อัตราการเกิด = อัตราการตาย
- μ_n = อัตราการเกิดและอัตราการเสียชีวิตของประชากร
- γ_n = อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงที่ติดเชื้อโรคไข้เลือดออกไปสู่คน
- Ip = อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรจากระยะ Infected ไปเป็น Infectious

  * โดยที่ Ip=1/IIp

  [IIP (Intrinsic Incubation Period) = ระยะที่เชื้อไวรัสกระจายในเลือดของคนนั้นๆก่อนที่จะสามารถแพร่กระจายเชื้อไวรัสต่อได้]
- r = อัตราการฟื้นไข้ของประชากร
- K = จำนวนยุงที่สามารถแพร่เชื้อได้ ณ เวลาเริ่มต้น
- γ_v = อัตราถ่ายทอดเชื้อจากคนที่ติดเชื้อไข้เลือดออกไปสู่ยุงลาย
- μ_v = อัตราการเสียชีวิตของยุง
- ep = อัตราที่ยุงเปลี่ยนจากสภาวะ Infected ไปเป็น Infectious

 * โดย ep = 1/EIP

[EIP (Extrinsic Incubation Period) = ระยะเวลาที่เชื้อไวรัสกระจายในเลือดของยุงก่อนที่ยุงจะสามารถแพร่เชื้อต่อได้]

จากแผนภาพที่2.6.1 เราสามารถคำนวนหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าต่างๆได้ดังนี้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ S ณ เวลา t

$$= S_{t+1} - S_t = \mu_n N_T - \gamma_n S_t Iv_t - \mu_n S_t$$

ซึ่งจะสามารถจัดรูปสมการได้เป็น

$$S_{t+1} = S_t + \mu_n N_T - \gamma_n S_t Iv_t - \mu_n S_t \quad (5)$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ E ณ เวลา t

$$= E_{t+1} - E_t = \gamma_n S_t Iv_t - IpE_t - \mu_n E_t$$

ซึ่งจะสามารถจัดรูปสมการได้เป็น

$$E_{t+1} = E_t + \gamma_n S_t Iv_t - IpE_t - \mu_n E_t \quad (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ I ณ เวลา t

$$= I_{t+1} - I_t = IpE_t - rI_t - \mu_n I_t$$

ซึ่งจะสามารถจัดรูปสมการได้เป็น

$$I_{t+1} = I_t + IpE_t - rI_t - \mu_n I_t \quad (7)$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ R ณ เวลา t

$$= R_{t+1} - R_t = rI_t - \mu_n R_t$$

ซึ่งจะสามารถจัดรูปสมการได้เป็น

$$R_{t+1} = R_t + rI_t - R_t\mu_n \quad (8)$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ S_v ณ เวลา t

$$= Sv_{t+1} - Sv_t = K - I_t Sv_t \gamma_v - Sv_t\mu_v$$

ซึ่งจะสามารถจัดรูปสมการได้เป็น

$$Sv_{t+1} = Sv_t + K - \gamma_v Sv_t I_t - \mu_v Sv_t \quad (9)$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ Ev ณ เวลา t

$$= Ev_{t+1} - Ev_t = I_t Sv_t \gamma_v - epEv_t - \mu_v Ev_t$$

ซึ่งจะสามารถจัดรูปสมการได้เป็น

$$Ev_{t+1} = Ev_t + \gamma_v Sv_t I_t - epEv_t - \mu_v Ev_t \quad (10)$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของ Iv ณ เวลา t

$$= Iv_{t+1} - Iv_t = epEv_t - \mu_v Iv_t$$

ซึ่งจะสามารถจัดรูปสมการได้เป็น

$$Iv_{t+1} = Iv_t + epEv_t - \mu_v Iv_t \quad (11)$$

* โดยให้ t = 0 , 1 , 2 ,…, 364 และ t มีหน่วยเป็นวัน

ซึ่งเราจะสามารถนำสมการที่ (5), (6), (7), (8), (9), (10) และ (11) ไปใช้ในการทำนายหาจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกรวมไปถึงจำนวนยุงลายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณหาสมการที่เหมาะสม

เราสามารถนำทฤษฎีที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.2 มาคำนวณเพื่อหารูปแบบสมการที่เหมาะสมที่สุด สำหรับแต่ละจังหวัด ดังนี้(ข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

3.1 สมการดีกรี 1

รูปแบบสมการปกติ คือ

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = na + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i y_i = a \sum_{i=1}^{n} x_i + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^2$$

นำมาเขียนในรูปของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \end{bmatrix}$$

3.1.1 จังหวัดนครสวรรค์

$$n = 12 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 47.3575$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 309.1703$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.8852 \\ 0.0094 \end{bmatrix}$$

3.1.2 **จังหวัดสงขลา**

$$n = 12 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 60.621$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 465.3588$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.8089 \\ 0.4987 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 **จังหวัดปราจีนบุรี**

$$n = 12 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 38.7534$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 258.1185$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.9466 \\ 0.0435 \end{bmatrix}$$

3.1.4 **จังหวัดชลบุรี**

$$n = 12 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 44.5466$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 264.6217$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.8454 \\ -0.1743 \end{bmatrix}$$

3.1.5 จังหวัดบุรีรัมย์

$$n = 12 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 23.5873$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 173.8924$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 \\ 78 & 650 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0303 \\ 0.1438 \end{bmatrix}$$

3.2 สมการดีกรี 2

รูปแบบสมการปกติ คือ

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = na + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i + b_2 \sum_{i=1}^{n} x_i^2$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i y_i = a \sum_{i=1}^{n} x_i + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_2 \sum_{i=1}^{n} x_i^3$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i = a \sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_2 \sum_{i=1}^{n} x_i^4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาเขียนในรูปของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \end{bmatrix}$$

3.2.1 **จังหวัดนครสวรรค์**

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$ $\quad$ $\sum_{i=1}^{12} y_i = 47.3575$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$ $\quad$ $\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 309.1703$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$ $\quad$ $\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 2311.7039$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2.2738 \\ 2.6488 \\ -0.2030 \end{bmatrix}$$

3.2.2 **จังหวัดสงขลา**

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 60.621$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 465.3588$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 3975.1042$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3.5481 \\ 2.7948 \\ -0.1766 \end{bmatrix}$$

3.2.3 **จังหวัดปราจีนบุรี**

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$ $\qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 38.7534$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$ $\qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 258.1185$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$ $\qquad \sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1925.6775$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2.8344 \\ 2.5209 \\ -0.1906 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 จังหวัดชลบุรี

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 44.5466$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 264.6217$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1843.9277$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.6792 \\ 2.1989 \\ -0.1827 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 จังหวัดบุรีรัมย์

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 23.5873$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 173.8924$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1349.004$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 \\ 78 & 650 & 6084 \\ 650 & 6084 & 60710 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3.4268 \\ 2.0541 \\ -0.1469 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สมการดีกรี 3

รูปแบบสมการปกติ คือ

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = na + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^3$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^4$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^5$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^6$$

นำมาเขียนในรูปของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 จังหวัดนครสวรรค์

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78 \qquad \sum_{i=1}^{12} y_i = 47.3575$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 309.1703$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 2311.7039$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710 \qquad \sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 18808.6781$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.9042 \\ 1.5903 \\ -0.0074 \\ -0.01 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 จังหวัดสงขลา

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 60.621$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 465.3588$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 3975.1042$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 36452.9976$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.7084 \\ 0.6006 \\ 0.2291 \\ -0.0208 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 **จังหวัดปราจีนบุรี**

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$

$\sum_{i=1}^{12} y_i = 38.7534$

$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 258.1185$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1925.6775$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 16734.8855$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3.3863 \\ 2.9475 \\ -0.2694 \\ 0.004 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 จังหวัดชลบุรี

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$

$\sum_{i=1}^{12} y_i = 44.5466$

$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 264.6217$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1843.9277$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 14382.6345$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3.7425 \\ 4.5664 \\ -0.6203 \\ 0.0224 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 จังหวัดบุรีรัมย์

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$

$\sum_{i=1}^{12} y_i = 23.5873$

$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 173.8924$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1349.004$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 10919.9392$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.3669 \\ -0.3111 \\ 0.2902 \\ -0.0224 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สมการดีกรี 4

รูปแบบสมการปกติ คือ

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = na + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^4$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^5$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^6$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^7$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^8$$

นำมาเขียนในรูปของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i \end{bmatrix}$$

3.4.1 จังหวัดนครสวรรค์

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$

$\sum_{i=1}^{12} y_i = 47.3575$

$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 309.1703$

$\sum_{i=1}^{12} x^2 y_i = 2311.7039$

$\sum_{i=1}^{12} x^3 y_i = 18808.6781$

$\sum_{i=1}^{12} x^4 y_i = 162871.271$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \\ 162871.271 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \\ 162871.271 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.0196 \\ -5.1445 \\ 2.115 \\ -0.2569 \\ 0.0095 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 จังหวัดสงขลา

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 60.621$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 465.3588$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 3975.1042$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 36452.9976$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 352031.307$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \\ 352031.307 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \\ 352031.307 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.6788 \\ -4.3878 \\ 1.8009 \\ -0.2036 \\ 0.007 \end{bmatrix}$$

3.4.3 **จังหวัดปราจีนบุรี**

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 38.7534$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 258.1185$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1925.6775$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 16734.8855$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 116287.665$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \\ 116287.665 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \\ 116287.665 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.5272 \\ -6.0494 \\ 2.5659 \\ -0.3257 \\ 0.0127 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 จังหวัดชลบุรี

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 44.5466$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 264.6217$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1843.9277$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 14382.6345$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 122501.02$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \\ 122501.02 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \\ 122501.02 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.0735 \\ -2.0458 \\ 1.4635 \\ -0.2199 \\ 0.0093 \end{bmatrix}$$

3.4.5 **จังหวัดบุรีรัมย์**

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$

$\sum_{i=1}^{12} y_i = 23.5873$

$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 173.8924$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1349.004$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 10919.9392$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 91846.884$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \\ 91846.884 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \\ 91846.884 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.4766 \\ -6.9546 \\ 2.3839 \\ -0.2659 \\ 0.0094 \end{bmatrix}$$

3.5 สมการดีกรี 5

รูปแบบสมการปกติ คือ

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = na + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^5$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^6$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^7$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^8$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^8 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^9$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^5 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^8 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^9 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^{10}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาเขียนในรูปของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 y_i \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 y_i \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 จังหวัดนครสวรรค์

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 47.3575$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 309.1703$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 2311.7039$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 18808.6781$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 162871.271$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 3849939.852$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \\ 162871.271 \\ 3849939.852 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \\ 162871.271 \\ 3849939.852 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.321 \\ 0.3506 \\ -0.4006 \\ 0.2257 \\ -0.0313 \\ 0.0013 \end{bmatrix}$$

3.5.2 จังหวัดสงขลา

$n = 12$

$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$

$\sum_{i=1}^{12} y_i = 60.621$

$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 465.3588$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 3975.1042$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 36452.9976$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 352031.307$

$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 8736584.747$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \\ 352031.307 \\ 8736584.747 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \\ 352031.307 \\ 8736584.747 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.231 \\ -9.6653 \\ 4.2169 \\ -0.667 \\ 0.0462 \\ -0.0012 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 จังหวัดปราจีนบุรี

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 38.7534$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 258.1185$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1925.6775$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 16734.8855$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 116287.665$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 1298804.242$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \\ 116287.665 \\ 1298804.242 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \\ 116287.665 \\ 1298804.242 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6.4472 \\ -8.902 \\ 3.8718 \\ -0.5762 \\ 0.0339 \\ -0.0007 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 จังหวัดชลบุรี

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 44.5466$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 264.6217$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1843.9277$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 14382.6345$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 122501.02$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 2612762.243$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \\ 122501.02 \\ 2612762.243 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \\ 122501.02 \\ 2612762.243 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.3479 \\ -12.853 \\ 6.4111 \\ -1.169 \\ 0.0896 \\ -0.0025 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 จังหวัดบุรีรัมย์

$n = 12$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 23.5873$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 173.8924$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1349.004$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 10919.9392$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 91846.884$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 1740994.557$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \\ 91846.884 \\ 1740994.557 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \\ 91846.884 \\ 1740994.557 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2.0432 \\ 4.2176 \\ -2.7307 \\ 0.7152 \\ -0.0736 \\ 0.0026 \end{bmatrix}$$

3.6 สมการดีกรี 6

รูปแบบสมการปกติ คือ

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = na + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_6\sum_{i=1}^{n} x_i^6$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_6\sum_{i=1}^{n} x_i^7$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_6\sum_{i=1}^{n} x_i^8$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^3 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^8 + b_6\sum_{i=1}^{n} x_i^9$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^4 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^8 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^9 + b_6\sum_{i=1}^{n} x_i^{10}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^5 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^5 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^8 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^9 + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^{10} + b_6\sum_{i=1}^{n} x_i^{11}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^6 y_i = a\sum_{i=1}^{n} x_i^6 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_i^7 + b_2\sum_{i=1}^{n} x_i^8 + b_3\sum_{i=1}^{n} x_i^9 + b_4\sum_{i=1}^{n} x_i^{10} + b_5\sum_{i=1}^{n} x_i^{11} + b_6\sum_{i=1}^{n} x_i^{12}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาเขียนในรูปของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{11} \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{11} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^6 y_i \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{11} \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^6 & \sum_{i=1}^{n} x_i^7 & \sum_{i=1}^{n} x_i^8 & \sum_{i=1}^{n} x_i^9 & \sum_{i=1}^{n} x_i^{10} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{11} & \sum_{i=1}^{n} x_i^{12} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^4 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^5 y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^6 y_i \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 จังหวัดนครสวรรค์

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{11} = 1163710000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{12} = 13359000000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 47.3575$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 309.1703$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 2311.7039$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 18808.6781$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 162871.271$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 3849939.852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 y_i = 13552222.95$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 1019940000.00 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 1019940000.00 & 1163710000.000 \\ 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 1019940000.00 & 1163710000.000 & 1335900000.0000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \\ 162871.271 \\ 3849939.852 \\ 13552222.95 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} =
\begin{bmatrix}
12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\
78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\
650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\
6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\
60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\
1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\
6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000
\end{bmatrix}^{-1}
\begin{bmatrix} 47.3575 \\ 309.1703 \\ 2311.7039 \\ 18808.6781 \\ 162871.271 \\ 3849939.852 \\ 13552222.95 \end{bmatrix}
$$

จะได้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} =
\begin{bmatrix} -10.321 \\ 21.334 \\ -13.056 \\ 3.6926 \\ -0.5047 \\ 0.0326 \\ -0.0008 \end{bmatrix}
$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 จังหวัดสงขลา

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{11} = 1163710000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{12} = 13359000000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 60.621$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 465.3588$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 3975.1042$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 36452.9976$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 352031.307$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 8736584.747$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 y_i = 35777693.71$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\ 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \\ 352031.307 \\ 8736584.747 \\ 35777693.71 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} =
\begin{bmatrix}
12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\
78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\
650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\
6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\
60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\
1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\
6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000
\end{bmatrix}^{-1}
\begin{bmatrix} 60.621 \\ 465.3588 \\ 3975.1042 \\ 36452.9976 \\ 352031.307 \\ 8736584.747 \\ 35777693.71 \end{bmatrix}
$$

จะได้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} =
\begin{bmatrix} -14.271 \\ 29.092 \\ -19.158 \\ 5.7362 \\ -0.8281 \\ 0.0568 \\ 0.0015 \end{bmatrix}
$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 จังหวัดปราจีนบุรี

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{11} = 1163710000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{12} = 13359000000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 38.7534$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 258.1185$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1925.6775$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 16734.8855$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 116287.665$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 1298804.242$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 y_i = 12765365.06$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\ 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \\ 116287.665 \\ 1298804.242 \\ 12765365.06 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} =
\begin{bmatrix}
12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\
78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\
650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\
6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\
60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\
1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\
6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000
\end{bmatrix}^{-1}
\begin{bmatrix} 38.7534 \\ 258.1185 \\ 1925.6775 \\ 16734.8855 \\ 116287.665 \\ 1298804.242 \\ 12765365.06 \end{bmatrix}
$$

จะได้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} =
\begin{bmatrix} -6.9761 \\ 15.293 \\ -10.721 \\ 3.4212 \\ 0.5119 \\ 0.0355 \\ -0.0009 \end{bmatrix}
$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 จังหวัดชลบุรี

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{11} = 1163710000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{12} = 13359000000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 44.5466$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 264.6217$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1843.9277$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 14382.6345$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 122501.02$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 2612762.243$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 y_i = 10514076.68$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\ 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \\ 122501.02 \\ 2612762.243 \\ 10514076.68 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\ 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 44.5466 \\ 264.6217 \\ 1843.9277 \\ 14382.6345 \\ 122501.02 \\ 2612762.243 \\ 10514076.68 \end{bmatrix}
$$

จะได้

$$
\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.1509 \\ 0.1188 \\ -1.4127 \\ 0.9743 \\ -0.0231 \\ 0.0169 \\ -0.0005 \end{bmatrix}
$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 จังหวัดบุรีรัมย์

$$n = 12$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i = 78$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 = 650$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 = 6084$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 = 60710$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 = 1517589$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 = 6617852$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^7 = 72336522$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^8 = 802505972$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^9 = 9005939586$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{10} = 101994000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{11} = 1163710000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^{12} = 13359000000000$$

$$\sum_{i=1}^{12} y_i = 23.5873$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i y_i = 173.8924$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^2 y_i = 1349.004$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^3 y_i = 10919.9392$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^4 y_i = 91846.884$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^5 y_i = 1740994.557$$

$$\sum_{i=1}^{12} x_i^6 y_i = 6809355.934$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\ 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \\ 91846.884 \\ 1740994.557 \\ 6809355.934 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 \\ 78 & 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 \\ 650 & 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 \\ 6084 & 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 \\ 60710 & 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 \\ 1517589 & 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 \\ 6617852 & 72336522 & 802505972 & 9005939586 & 101994000000 & 1163710000000 & 13359000000000 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 23.5873 \\ 173.8924 \\ 1349.004 \\ 10919.9392 \\ 91846.884 \\ 1740994.557 \\ 6809355.934 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -8.1647 \\ 16.062 \\ -9.8745 \\ 2.6721 \\ -0.3408 \\ 0.0203 \\ -0.0005 \end{bmatrix}$$

ซึ่งนำสมการและค่า R^2 ที่ได้มาสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่3.1 แสดงสมการและค่า R^2 ของจังหวัดปราจีนบุรี (โดยที่ x คือ เดือน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1,2,3,…,12)

สมการ	R^2
$y = 0.0435x + 2.9466$	0.0038
$y = -0.1906x^2 + 2.5209x - 2.8344$	0.6947
$y = 0.004x^3 - 0.2694x^2 + 2.9475x - 3.3863$	0.6974
$y = 0.0127x^4 - 0.3257x^3 + 2.5659x^2 - 6.0494x + 4.5272$	0.9132
$y = -0.0007x^5 + 0.0339x^4 - 0.5762x^3 + 3.8718x^2 - 8.902x + 6.4472$	0.9175
$y = -0.0009x^6 + 0.0355x^5 + 0.5119x^4 + 3.4212x^3 - 10.721x^2 + 15.293x - 6.9761$	0.9765

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.2 แสดงสมการและค่า R^2 ของจังหวัดสงขลา (โดยที่ x คือ เดือน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1,2,3,...,12)

สมการ	R^2
$y = 0.4987x + 1.8089$	0.3599
$y = -0.1766x^2 + 2.7948x - 3.5481$	0.781
$y = -0.0208x^3 + 0.2291x^2 + 0.6006x - 0.7084$	0.8317
$y = 0.007x^4 - 0.2036x^3 + 1.8009x^2 - 4.3878x + 3.6788$	0.8788
$y = -0.0012x^5 + 0.0462x^4 - 0.667x^3 + 4.2169x^2 - 9.6653x + 7.231$	0.8892
$y = -0.0015x^6 + 0.0568x^5 - 0.8281x^4 + 5.7362x^3 - 19.158x^2 + 29.092x - 14.271$	0.9967

ตารางที่3.3 แสดงสมการและค่า R^2 ของจังหวัดบุรีรัมย์ (โดยที่ x คือ เดือน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1,2,3,...,12)

สมการ	R^2
$y = 0.1438x + 1.0303$	0.055
$y = -0.1469x^2 + 2.054x - 3.427$	0.5909
$y = -0.0224x^3 + 0.2902x^2 - 0.3111x - 0.3669$	0.6992
$y = 0.0094x^4 - 0.2659x^3 + 2.3839x^2 - 6.9546x + 5.4766$	0.8527
$y = 0.0026x^5 - 0.0736x^4 + 0.7152x^3 - 2.7307x^2 + 4.2176x - 2.0432$	0.9384
$y = -0.0005x^6 + 0.0203x^5 - 0.3408x^4 + 2.6721x^3 - 9.8745x^2 + 16.062x - 8.6147$	0.9568

ตารางที่3.4 แสดงสมการและค่า R^2 ของจังหวัดนครสวรรค์ (โดยที่ x คือ เดือน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1,2,3,...,12)

สมการ	R^2
$y = 0.0094x + 3.8852$	0.0002
$y = -0.203x^2 + 2.6488x - 2.2737$	0.7219
$y = -0.01x^3 - 0.0074x^2 + 1.5903x - 0.9042$	0.7371
$y = 0.0095x^4 - 0.2569x^3 + 2.115x^2 - 5.1445x + 5.0196$	0.8484
$y = 0.0013x^5 - 0.0313x^4 + 0.2257x^3 - 0.4006x^2 + 0.3506x + 1.321$	0.8631
$y = -0.0008x^6 + 0.0326x^5 - 0.5047x^4 + 3.6926x^3 - 13.056x^2 + 21.334x - 10.321$	0.9039

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.5 แสดงสมการและค่า R^2 ของจังหวัดชลบุรี (โดยที่ x คือ เดือน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1,2,3,...,12)

สมการ	R^2
$y = -0.174x + 4.8454$	0.0625
$y = -0.1827x^2 + 2.1989x - 0.6792$	0.7076
$y = 0.0224x^3 - 0.6203x^2 + 4.5664x - 3.7425$	0.7918
$y = 0.0093x^4 - 0.2199x^3 + 1.4635x^2 - 2.0458x + 2.0735$	0.9099
$y = -0.0025x^5 + 0.0896x^4 - 1.169x^3 + 6.4111x^2 - 12.853x + 9.3479$	0.9721
$y = -0.0005x^6 + 0.0169x^5 - 0.2031x^4 + 0.9743x^3 - 1.4127x^2 + 0.1188x + 2.1509$	0.9893

จากตารางการหาค่า R^2 ที่ได้จะพบว่าสมการที่เหมาะสมที่สุดคือสมการดีกรีกำลัง 6 เพราะค่าของ R^2 ที่ได้มีค่าเข้าใกล้ 1 ที่สุด ดังนั้นจะได้สมการแต่ละจังหวัดดังนี้

- จ. ปราจีนบุรี

สมการคือ $y = -0.0009x^6 + 0.0355x^5 + 0.5119x^4 + 3.4212x^3 - 10.721x^2 + 15.293x - 6.9761$

- จ.สงขลา

สมการ คือ $y = -0.0015x^6 + 0.0568x^5 - 0.8281x^4 + 5.7362x^3 - 19.158x^2 + 29.092x - 14.271$

- จ.บุรีรัมย์

สมการคือ $y = -0.0005x^6 + 0.0203x^5 - 0.3408x^4 + 2.6721x^3 - 9.8745x^2 + 16.062x - 8.6147$

- จ.นครสวรรค์

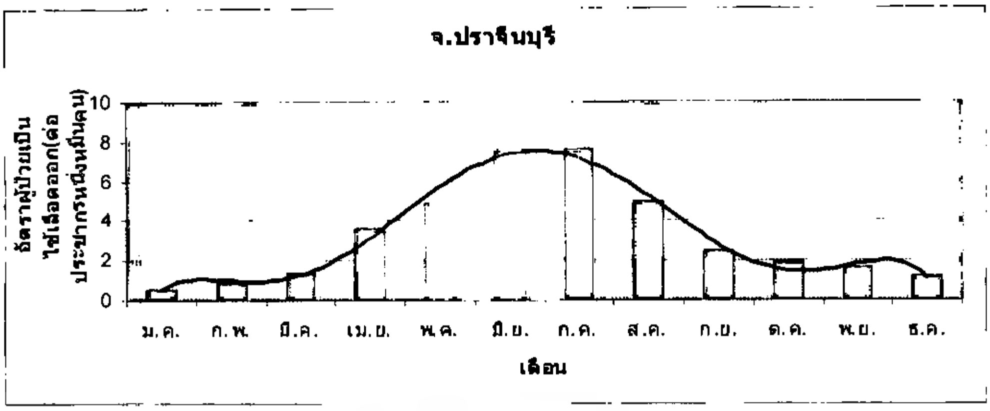
สมการคือ $y = -0.0008x^6 + 0.0326x^5 - 0.5047x^4 + 3.6926x^3 - 13.056x^2 + 21.334x - 10.321$

- จ.ชลบุรี

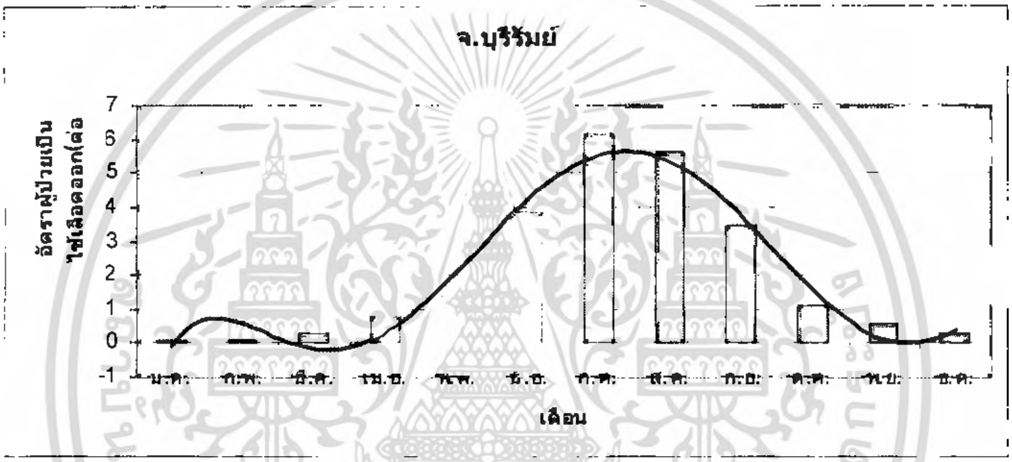
สมการคือ $y = -0.0005x^6 + 0.0169x^5 - 0.2031x^4 + 0.9743x^3 - 1.4127x^2 + 0.1188x + 2.1509$

เมื่อเรานำสมการของแต่ละจังหวัดไปทำการสร้างกราฟเพื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มี จะทำให้ได้ผลดังภาพที่ 3.1-3.5

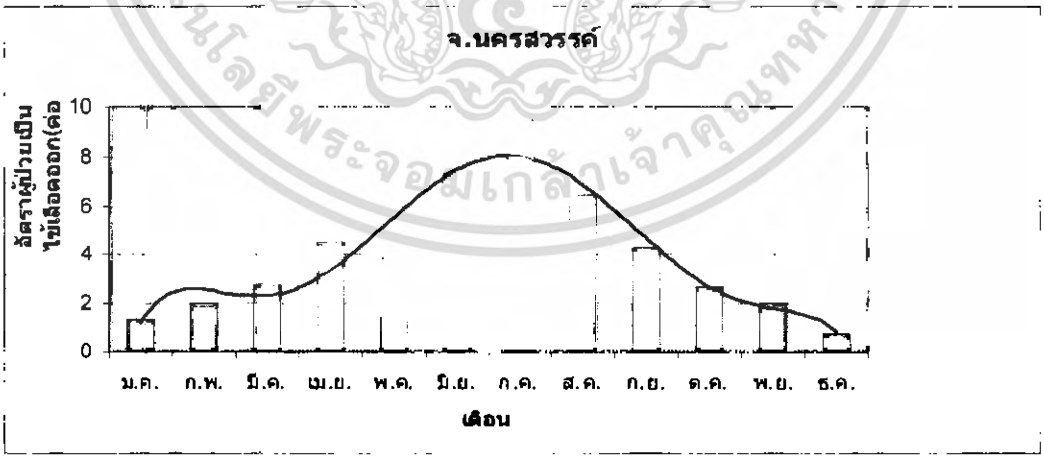
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.1 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดปราจีนบุรีแบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544

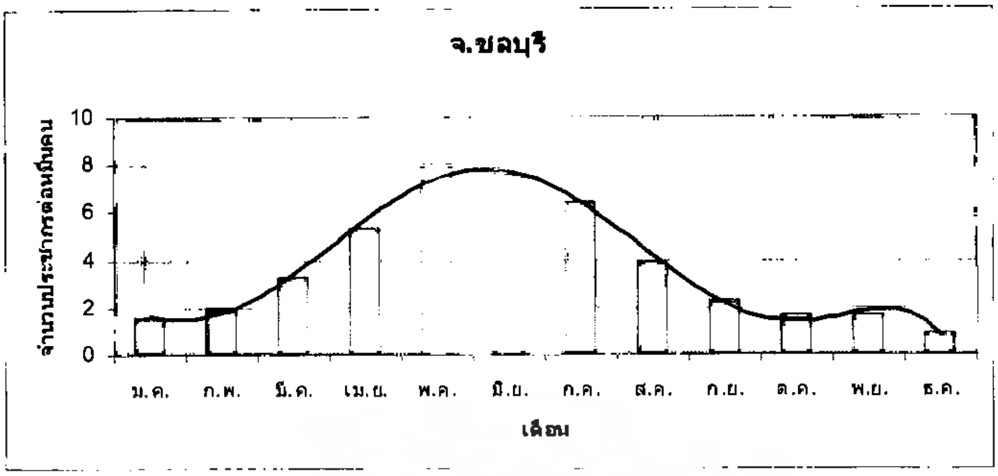


ภาพที่3.2 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์แบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544

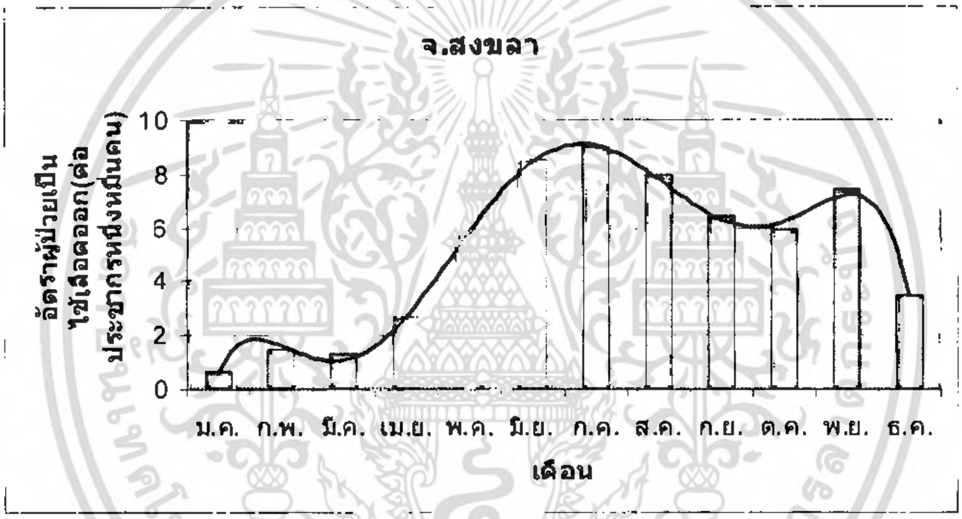


ภาพที่3.3 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดนครสวรรค์แบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.4 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดชลบุรีแบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544



ภาพที่3.5 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัดสงขลาแบบ fit curve ในปีพ.ศ.2544

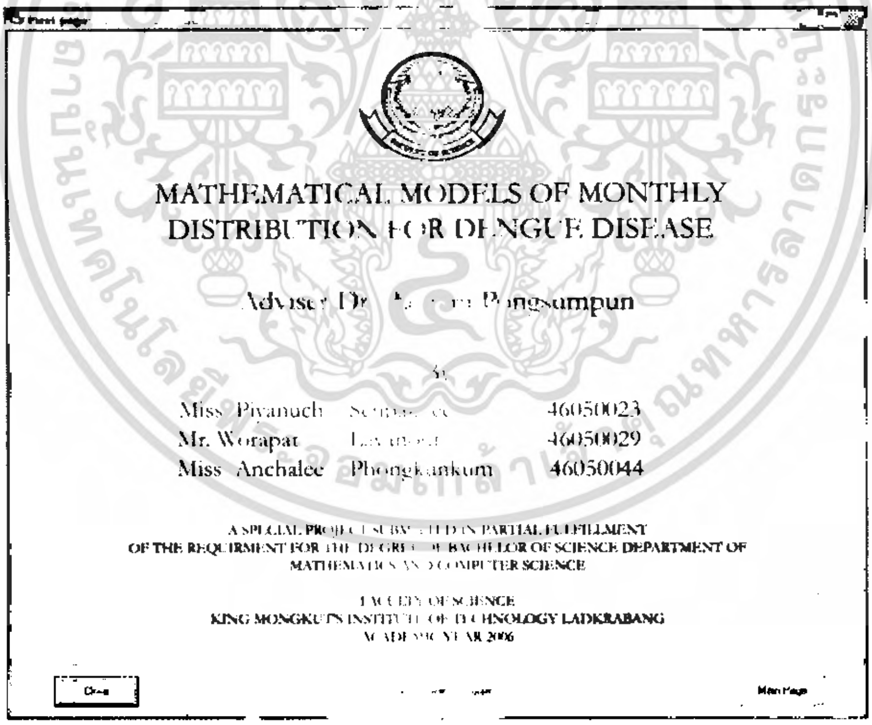
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
โปรแกรมทำนายหาผู้มีโอกาสติดเชื้อและหายจากการเป็นไข้เลือดออก

4.1 ลักษณะโปรแกรม

เมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง First Page ซึ่งภายในจะระบุด้วย

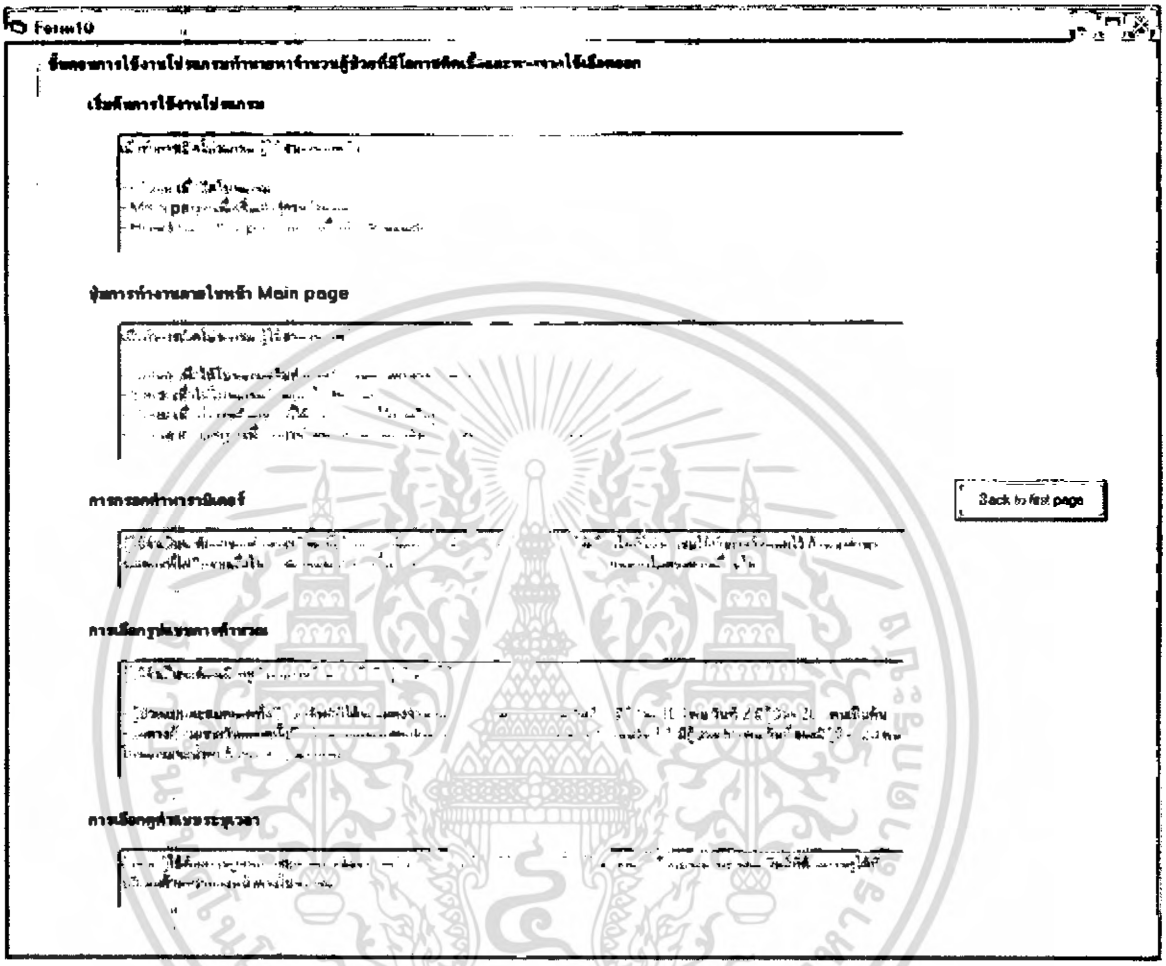
- ชื่อปัญหาพิเศษ
- ชื่อคณะนักศึกษาที่จัดทำ คณะ ภาควิชา
- ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
- ปุ่ม Close ซึ่งไว้ถ้าหากผู้ใช้ต้องการปิดโปรแกรม
- ปุ่ม How to use this program ซึ่งไว้ถ้าหากผู้ใช้ต้องการอ่านวิธีการใช้งานโปรแกรม
- ปุ่ม Main page ไว้เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่การใช้งานโปรแกรม



ภาพที่ 4.1 หน้าจอ First page ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

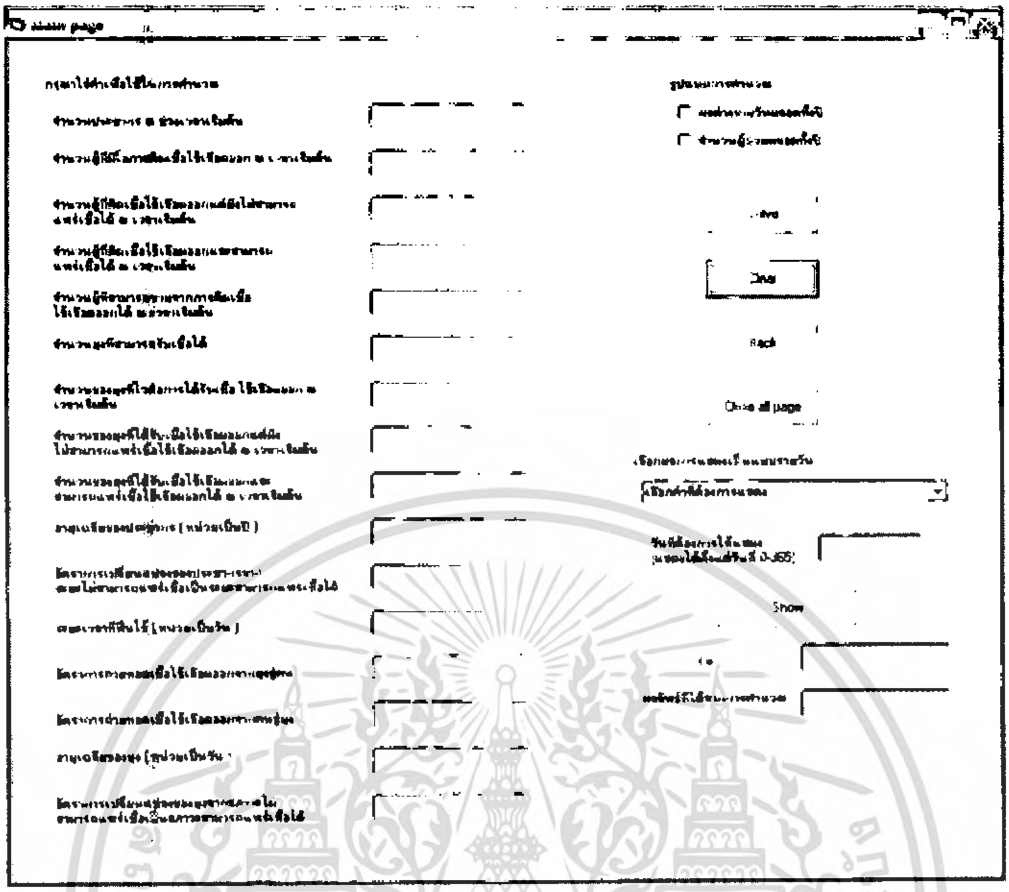
ถ้าหากผู้ใช้ต้องการอ่านวิธีการใช้งานโปรแกรม ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม How to use this program โปรแกรมจะทำการแสดงหน้าต่างวิธีใช้



ภาพที่ 4.2 หน้าจอแสดงวิธีการใช้งานโปรแกรม

เมื่อผู้ใช้ได้ทำการกดปุ่ม Main page เพื่อเข้าสู่การใช้งานโปรแกรมแล้ว โปรแกรมจะเข้าสู่หน้า Main page เพื่อเริ่มต้นการทำงาน โดยที่หน้านี้ผู้ใช้จะต้องทำการกรอกค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่โปรแกรมจำเป็นจะต้องใช้ในการคำนวณ

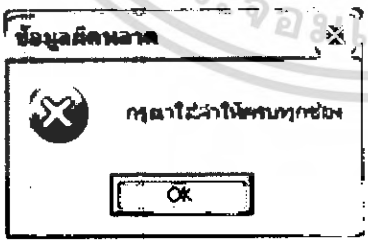
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 หน้าจอ Main page ของโปรแกรม

โดยค่าที่กรอกนั้นจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขที่โปรแกรมกำหนดได้แก่

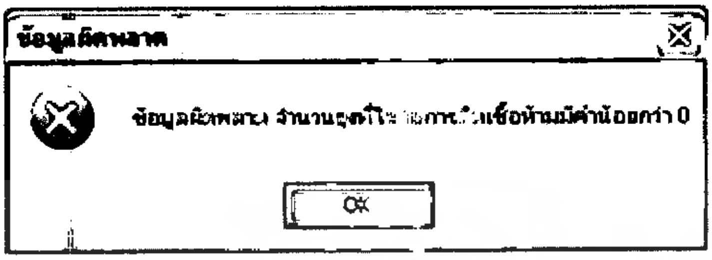
- ผู้ใช้จำเป็นจะต้องใส่ค่าพารามิเตอร์ให้ครบทุกช่อง ถ้าหากว่าขาดช่องหนึ่งช่องใด โปรแกรม จะทำการขึ้นกล่องข้อความเตือนผู้ใช้ ให้ใส่ค่าพารามิเตอร์ให้ครบทุกช่อง



ภาพที่ 4.4 หน้าจอข้อความเตือนให้ใส่ค่าให้ครบทุกช่องของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าที่ผู้ที่ใช้กรอกลงไปในแต่ละช่องนั้น จะต้องไม่มีค่าที่น้อยกว่า 0 ถ้าหากว่ามีค่าในช่องใดที่น้อยกว่า 0 โปรแกรมจะทำการขึ้นกล่องข้อความเตือนผู้ใช้ ให้ใส่ค่าให้ถูกต้อง



ภาพที่ 4.5 หน้าจอข้อความเตือนห้ามใส่ค่าที่มีค่าน้อยกว่า 0

- ในส่วนของค่าที่เป็นค่าอัตราต่างๆ ค่าที่ผู้ใช้กรอก จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0 และจะต้องไม่มีค่ามากกว่า 1 (ค่าจะต้องอยู่ระหว่าง 0-1) ถ้าหากว่าค่าที่กรอกขัดกับเงื่อนไขนี้ โปรแกรมจะทำการขึ้นกล่องข้อความเตือนผู้ใช้ ให้ใส่ค่าใหม่

ภาพที่ 4.6 หน้าจอข้อความเตือนค่าของอัตราส่วนต่างๆจะต้องมีค่าน้อยกว่า 1

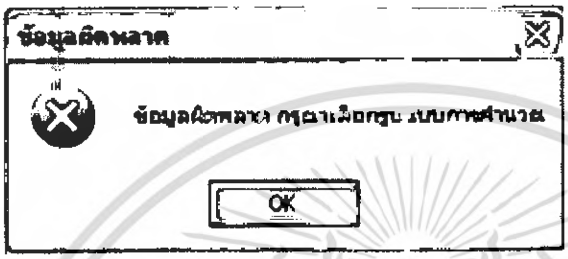
เมื่อผู้ใช้ทำการใส่ค่าพารามิเตอร์ครบทุกช่องภายใต้เงื่อนไขที่โปรแกรมกำหนดแล้วผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องเลือกรูปแบบการคำนวณ ว่าจะให้โปรแกรมทำการคำนวณแบบใด (การเลือกรูปแบบการคำนวณสามารถทำก่อนการใส่ค่าพารามิเตอร์ก็ได้เช่นกัน) ซึ่งช่องที่ให้ผู้ใช้ได้ทำการเลือก จะอยู่ทางด้านขวามือของหน้าต่าง Main page โดยจะมีรูปแบบให้เลือก 2 แบบคือ

- ผลต่างรายวันตลอดทั้งปี : จะเป็นการคำนวณหาค่าของผลลัพธ์ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน เช่น วันที่ 2 มีผู้ป่วย 10 คน วันที่ 3 มีผู้ป่วย 15 คน การเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ก็จะมีค่าเท่ากับ 15-10 = 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จำนวนผู้ป่วยตลอดทั้งปี : จะเป็นการคำนวณหาค่าของผลลัพธ์ในแต่ละวัน ว่าจะมีผลลัพธ์เป็นค่าเท่าใด

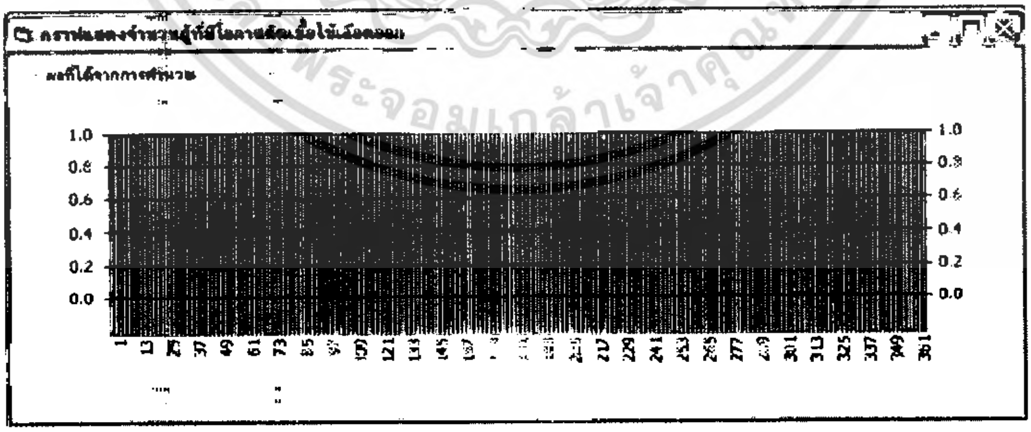
ถ้าหากผู้ใช้ไม่ทำการเลือกรูปแบบการคำนวณ โปรแกรมจะทำการขึ้นกล่องข้อความเตือนผู้ใช้ให้ทำการเลือกรูปแบบการคำนวณ



ภาพที่ 4.7 หน้าจอข้อความเตือนให้ทำการเลือกรูปแบบการคำนวณ

เมื่อผู้ใช้ทำการใส่ค่าพารามิเตอร์และเลือกรูปแบบการคำนวณแล้ว ผู้ใช้จะต้องทำการกดปุ่ม "Solve" เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมจะเริ่มทำการคำนวณตามรูปแบบที่ผู้ใช้ได้ทำการเลือกไว้และทำการโชว์ผลลัพธ์ในรูปแบบของกราฟ ทั้งสิ้น 7 กราฟ (จะแสดงเฉพาะกราฟแบบจำนวนผู้ป่วยตลอดทั้งปี เท่านั้น) ดังนี้

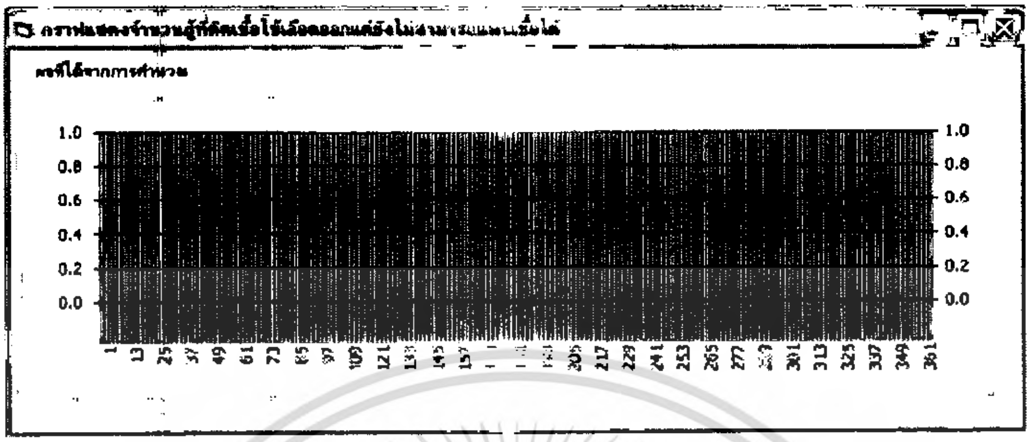
1. กราฟแสดงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก



ภาพที่ 4.8 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กราฟแสดงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้



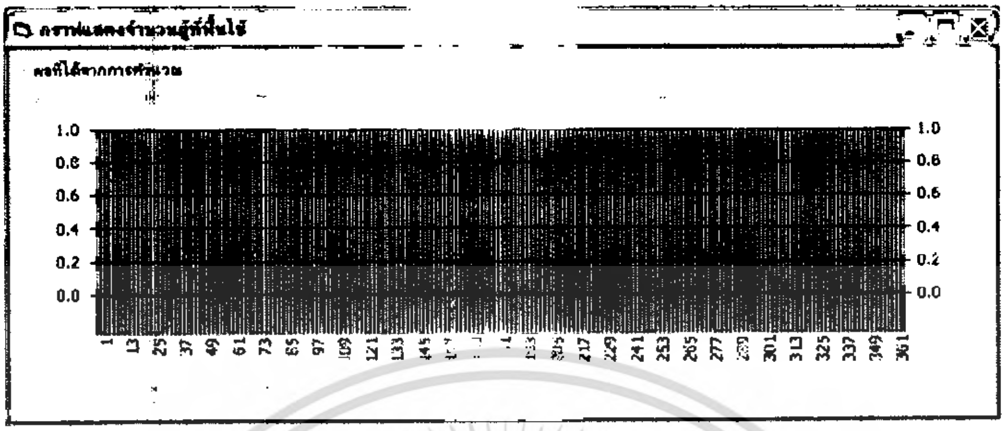
ภาพที่ 4.9 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

3. กราฟแสดงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.10 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กราฟแสดงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้



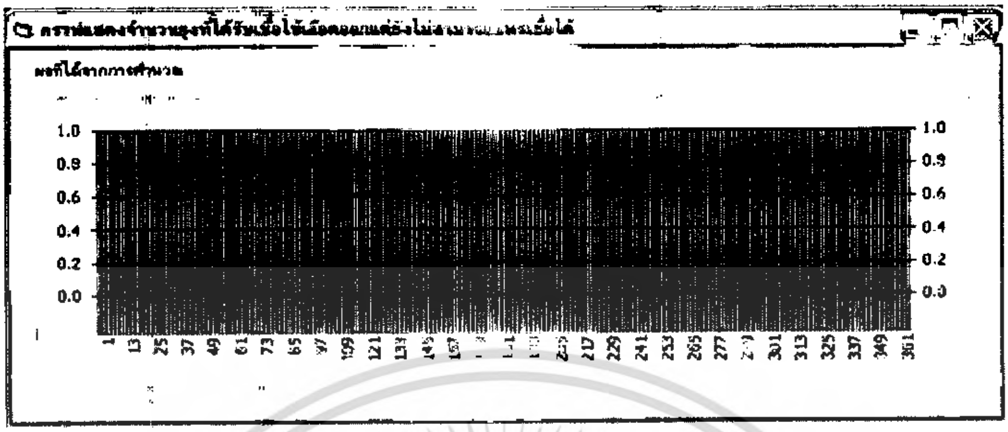
ภาพที่ 4.11 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

5. กราฟแสดงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

ภาพที่ 4.12 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

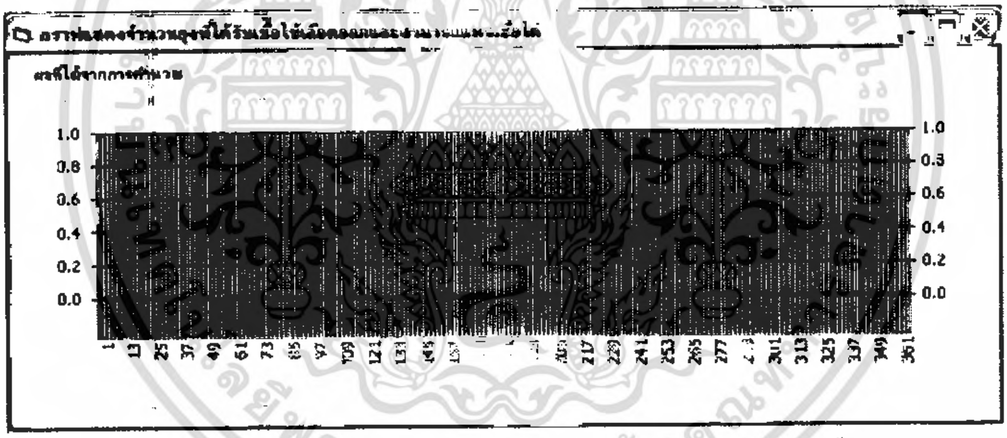
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กราฟแสดงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้



ภาพที่ 4.13 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

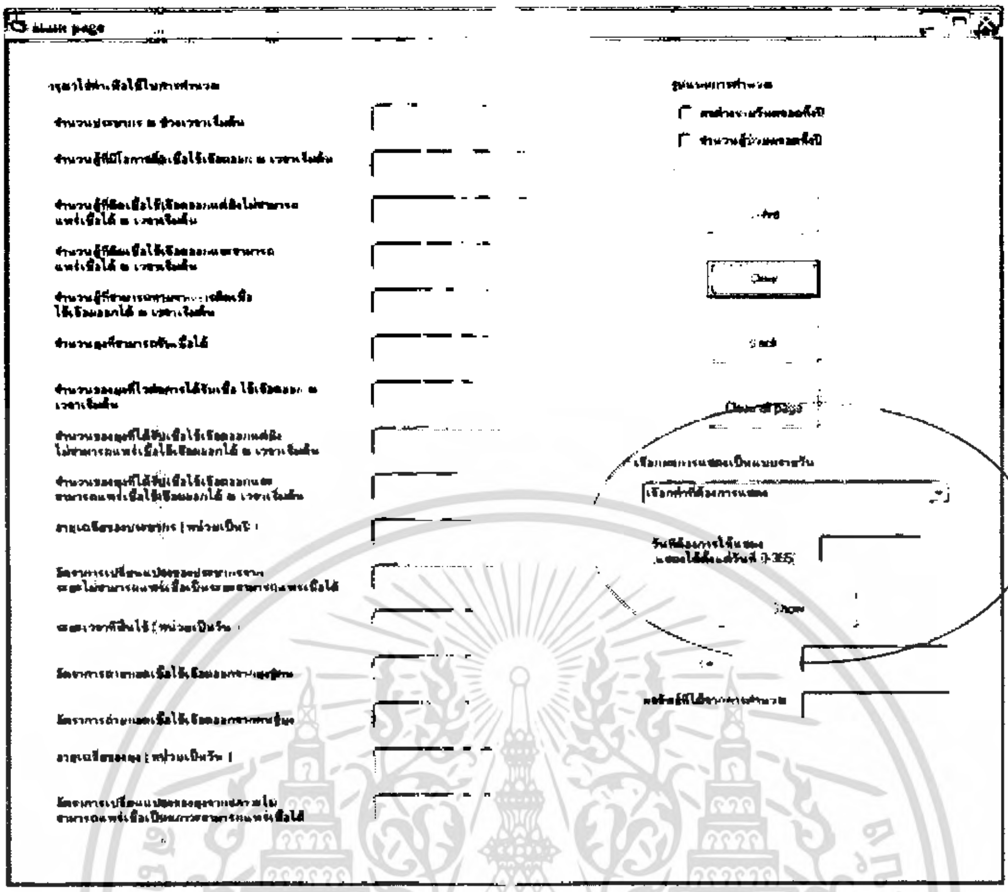
7. กราฟแสดงจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้



ภาพที่ 4.14 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ถ้าหากผู้ใช้ต้องการทราบค่าของผลลัพธ์แต่ละประเภทที่ได้แบบระบุวันเวลา ผู้ใช้สามารถเลือกดูได้จากบริเวณด้านขวาของหน้าต่าง Main page ภายในกรอบ “เลือกผลการแสดงเป็นแบบรายวัน” โดยผู้ใช้จะสามารถแสดงค่าตรงนี้ก็ต่อเมื่อ ได้ทำการกรอกค่าพารามิเตอร์ และทำการกดปุ่ม Solve เรียบร้อยแล้วเท่านั้น

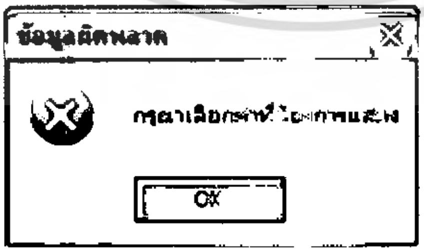
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 แสดงส่วนสำหรับเลือกดูผลลัพธ์ที่ได้แบบระบุเวลา

เงื่อนไขที่จำเป็นต้องผู้ในส่วนของการแสดงผลลัพธ์แบบระบุเวลา คือ ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกว่าจะแสดงผลลัพธ์ใดและจะแสดงวันเวลาใด

ถ้าหากไม่เลือกว่าจะแสดงผลลัพธ์ใด โปรแกรมจะการทำการขึ้นกล่องข้อความเตือนให้ผู้ใช้ทำการเลือกว่าต้องการให้แสดงผลลัพธ์ใด



ภาพที่ 4.16 หน้าจอข้อความเตือนให้ทำการระบุประเภทของผลลัพธ์ที่ต้องการให้แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากผู้ใช้ไม่ทำการระบุวันเวลาที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงผลลัพธ์ โปรแกรมจะทำการขึ้นกล่องข้อความเตือนให้ผู้ใช้ทำการระบุวันเวลาที่ผู้ใช้ต้องการให้โปรแกรมแสดง

ภาพที่ 4.17 หน้าจอข้อความเตือนให้ทำการระบุเวลาที่ต้องการให้แสดง

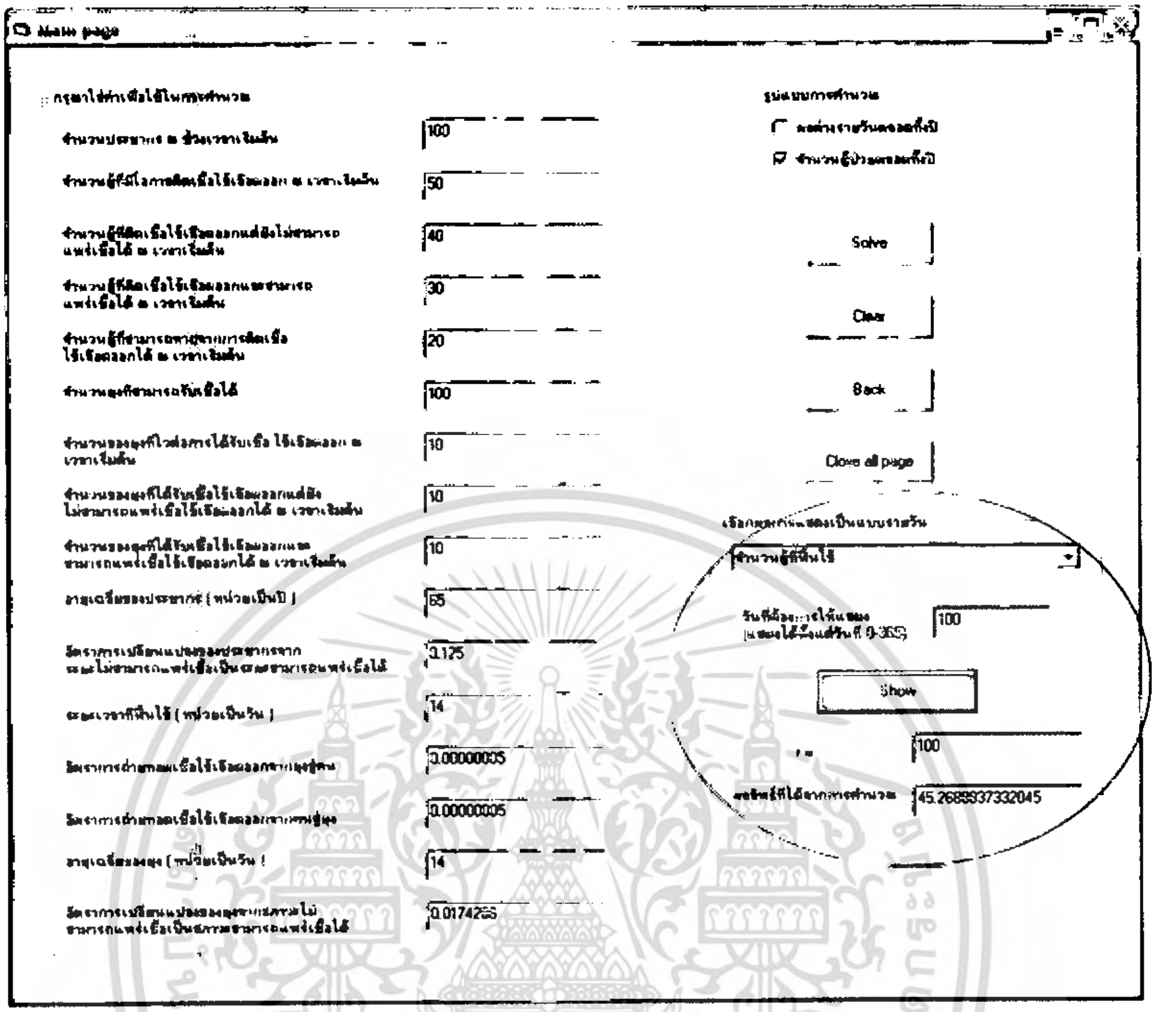
ค่าเวลาที่ผู้ใช้จะสามารถระบุได้จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0-365 ถ้าหากค่าที่ผู้ใช้ระบุ ไม่ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะทำการขึ้นกล่องข้อความเตือนว่าให้ผู้ใช้ระบุวันเวลาให้ถูกต้อง

ภาพที่ 4.18 หน้าจอข้อความเตือนเวลาที่ต้องการหาห้ามมีค่าน้อยกว่า 0

ภาพที่ 4.19 หน้าจอข้อความเตือนเวลาที่ต้องการหาห้ามมีค่ามากกว่า 365

เมื่อผู้ใช้ระบุวัน เวลาและประเภทของค่าที่ต้องการให้แสดงแล้ว ผู้ใช้จะต้องทำการกดปุ่ม show เพื่อทำการแสดงค่าที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงส่วนสำหรับเลือกดูผลลัพธ์ที่ได้แบบระบุเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

ในตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมนี้จะกำหนดให้

- จำนวนประชากรเริ่มต้น = 100
- จำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อ ณ เวลาเริ่มต้น = 50
- จำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ ณ เวลาเริ่มต้น = 40
- จำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้ ณ เวลาเริ่มต้น = 30
- จำนวนผู้ที่สามารถหายจากการติดเชื้อไข้เลือดออก ณ เวลาเริ่มต้น = 20
- จำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ ณ เวลาเริ่มต้น = 10
- จำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารแพร่เชื้อได้ ณ เวลาเริ่มต้น = 10
- จำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้ ณ เวลาเริ่มต้น = 10
- อายุเฉลี่ยของประชากร = 65 วัน
- อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรจากระยะไม่สามารถแพร่เชื้อได้เป็นสามารถแพร่เชื้อได้ = 0.125 (ผู้ป่วยจะมีเชื้ออยู่ในร่างกาย 5-8 วัน กำหนดใช้ 8 วัน เพราะฉะนั้น คิดเป็นอัตรา = 1/8 = 0.125)
- อัตราการฟื้นไข้ของประชากร = 7 วัน
- อายุเฉลี่ยของยุง = 14 วัน
- อัตราการเปลี่ยนแปลงของยุงจากระยะไม่สามารถแพร่เชื้อเป็นระยะแพร่เชื้อได้ = 0.1 (ยุงจะใช้ระยะเวลาในการสะสมเชื้อภายในร่างกาย 8-10 วัน กำหนดใช้ 10 วัน เพราะฉะนั้น อัตรา = 1/10 = 0.1)

สำหรับในส่วนของอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน,อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง และค่า Constant recruitment rate นั้น จะสามารถเปลี่ยนได้ตามสภาวะแวดล้อม ซึ่งในที่นี้จะแสดงให้เห็นเมื่อเปลี่ยนค่าทั้ง 3 ค่านี้ กราฟจะเป็นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

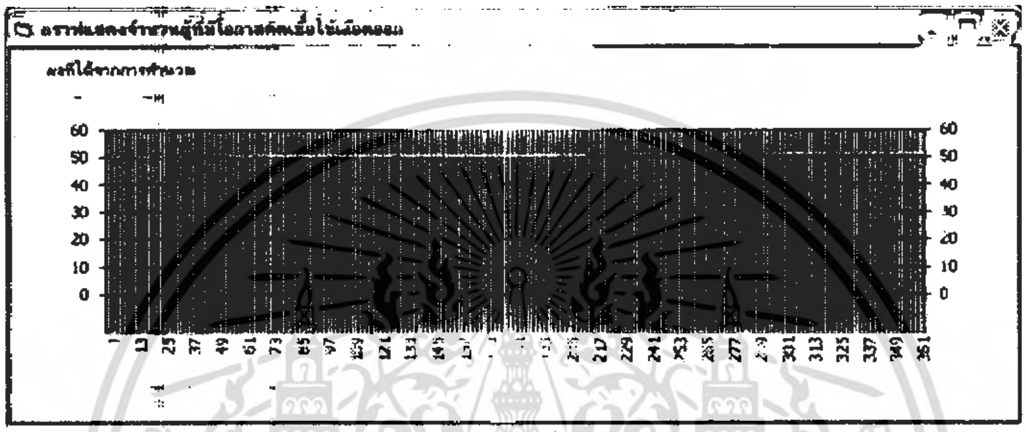
4.2.1 รูปแบบที่ 1

กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน = 0.00000005

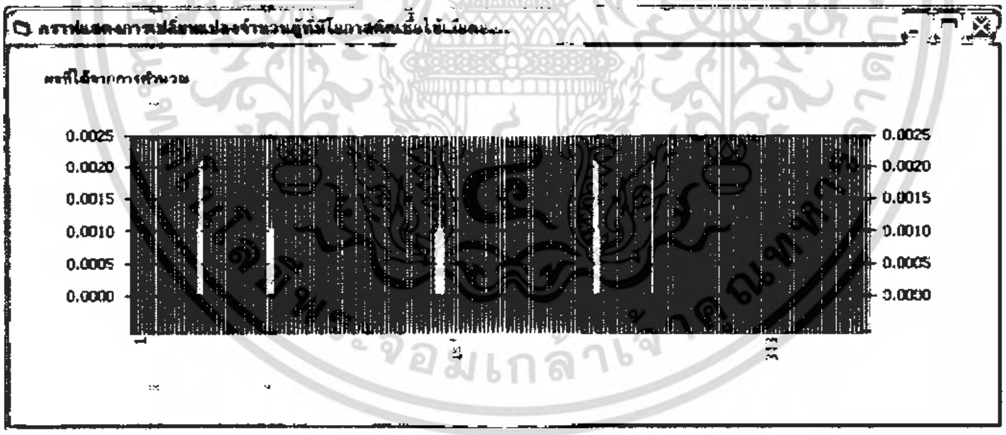
กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง = 0.00000005

กำหนดค่า จำนวนยุงที่รับเชื้อได้ = 100

ผลลัพธ์ที่ได้ในการคำนวณแบบจำนวนผู้ป่วยตลอดทั้งปี



ภาพที่ 4.21 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ

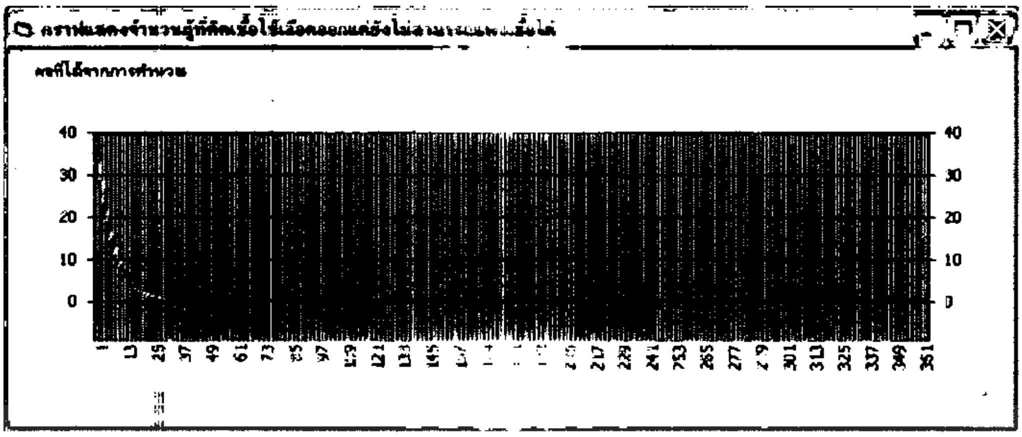


ภาพที่ 4.22 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก

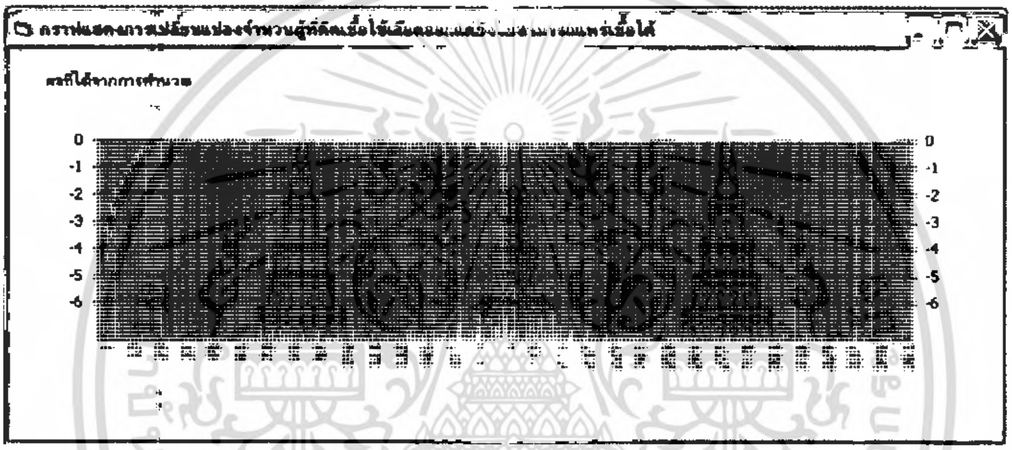
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.21 และ ภาพที่ 4.22 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.21 จะเปลี่ยนไปเล็กน้อย ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.22

โดยค่าของภาพที่ 4.22 มีค่าเป็นบวก สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.21 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

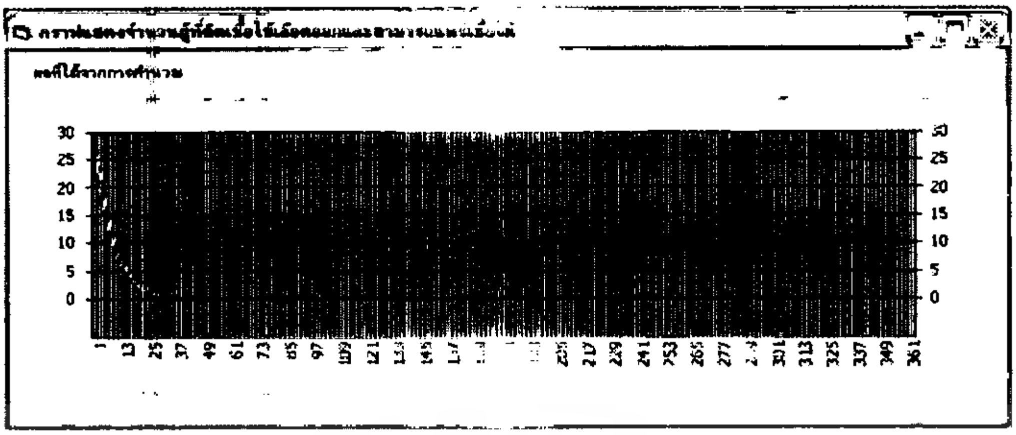


ภาพที่ 4.24 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออก แต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

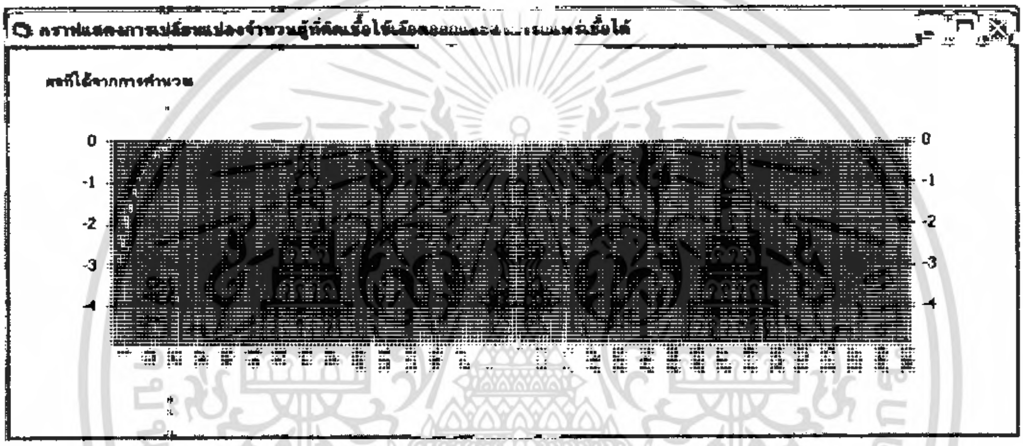
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.23 และ ภาพที่ 4.24 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.23 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.24

โดยค่าของภาพที่ 4.24 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.23 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.25 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

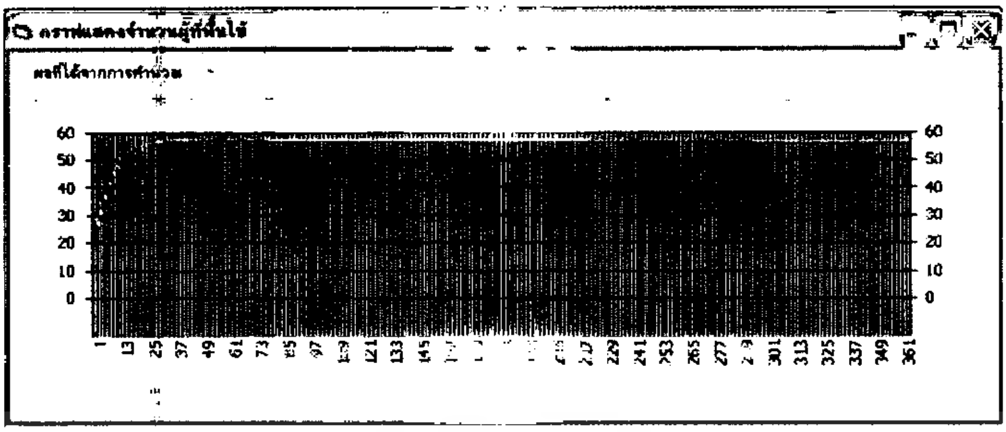


ภาพที่ 4.26 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.25 และ ภาพที่ 4.26 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.25 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.26

โดยค่าของภาพที่ 4.26 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.25 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



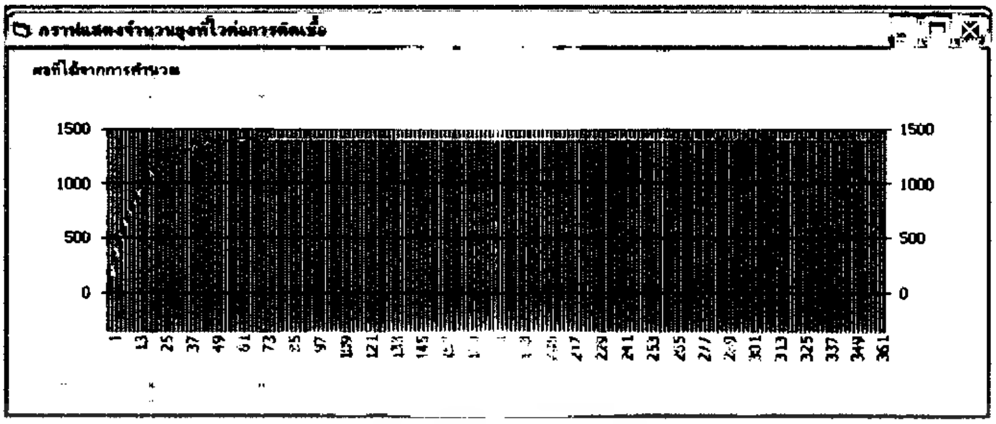
ภาพที่ 4.27 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

ภาพที่ 4.28 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.27 และ ภาพที่ 4.28 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.27 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแล้วคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.28

โดยค่าของภาพที่ 4.28มีค่าเป็นบวกและลดลงขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.27 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



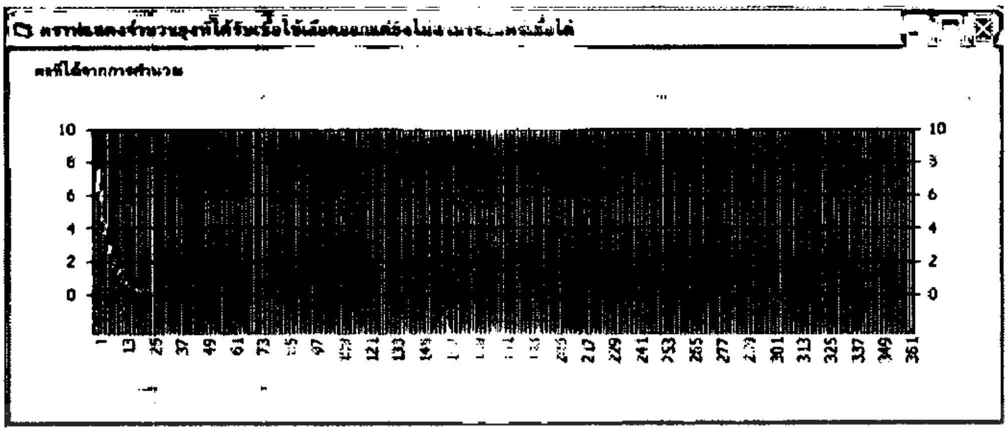
ภาพที่ 4.29 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

ภาพที่ 4.30 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

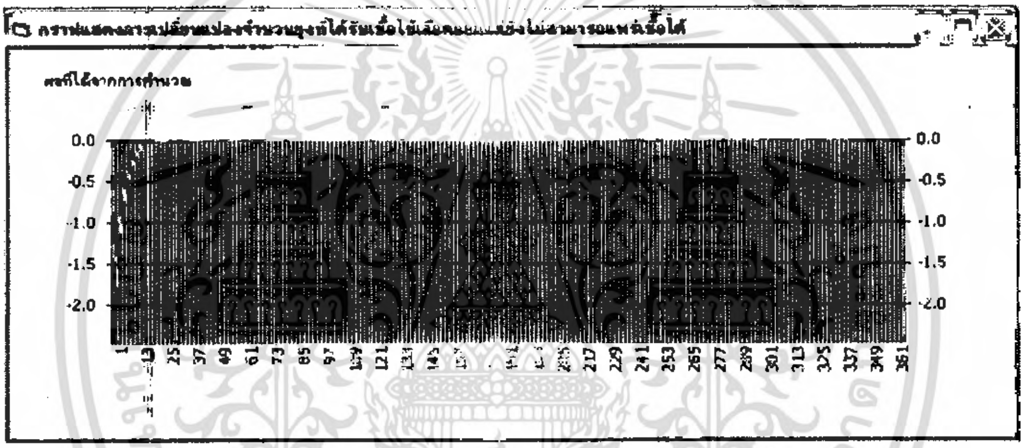
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.29 และ ภาพที่ 4.30 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.29 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.30

โดยค่าของภาพที่ 4.30 มีค่าเป็นลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.29 นั้นมีลักษณะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.31 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

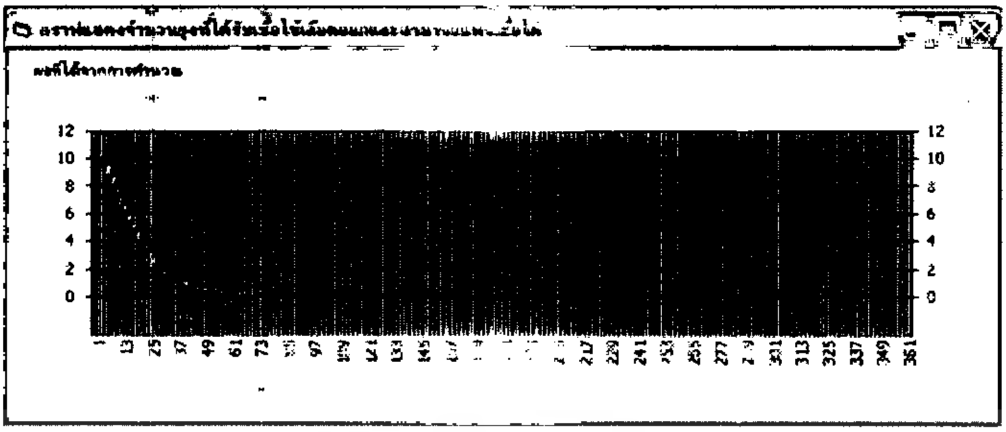


ภาพที่ 4.32 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

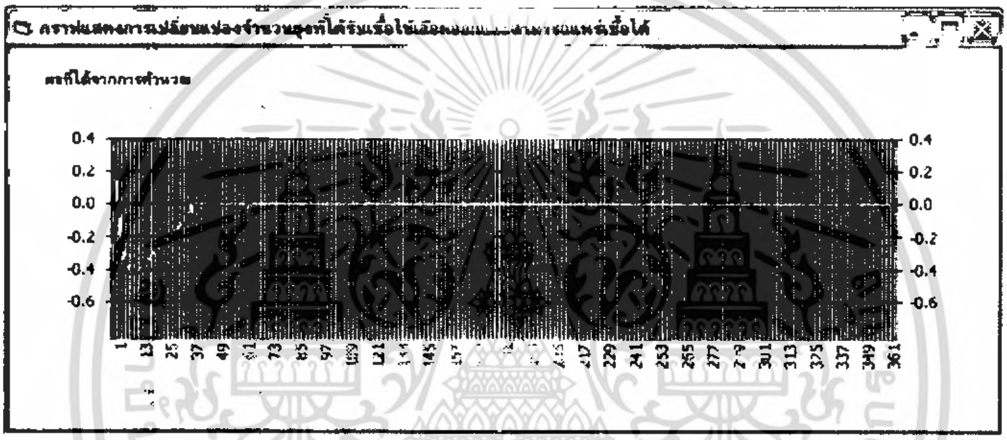
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.31 และ ภาพที่ 4.32 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.31 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.32

โดยค่าของภาพที่ 4.32 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.31 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.33 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้



ภาพที่ 4.34 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.33 และ ภาพที่ 4.34 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.33 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.34

โดยค่าของภาพที่ 4.34 มีค่าเป็นลดลงและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.33 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

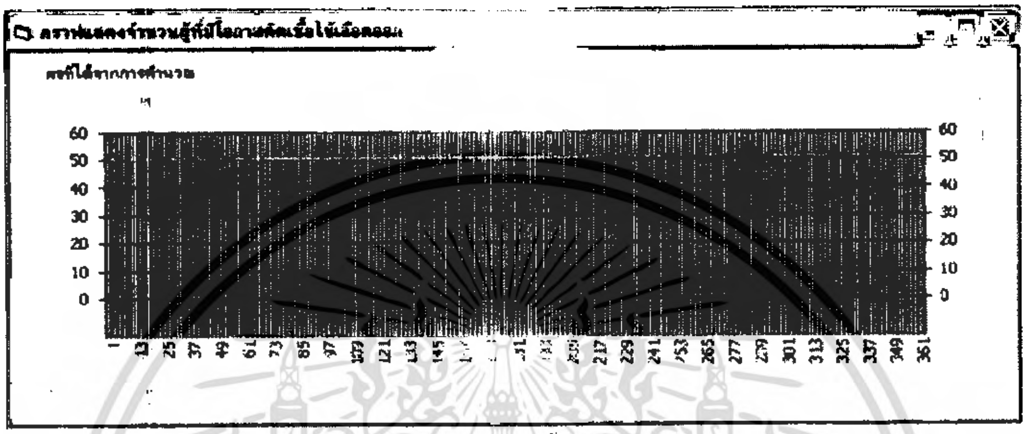
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 รูปแบบที่ 2

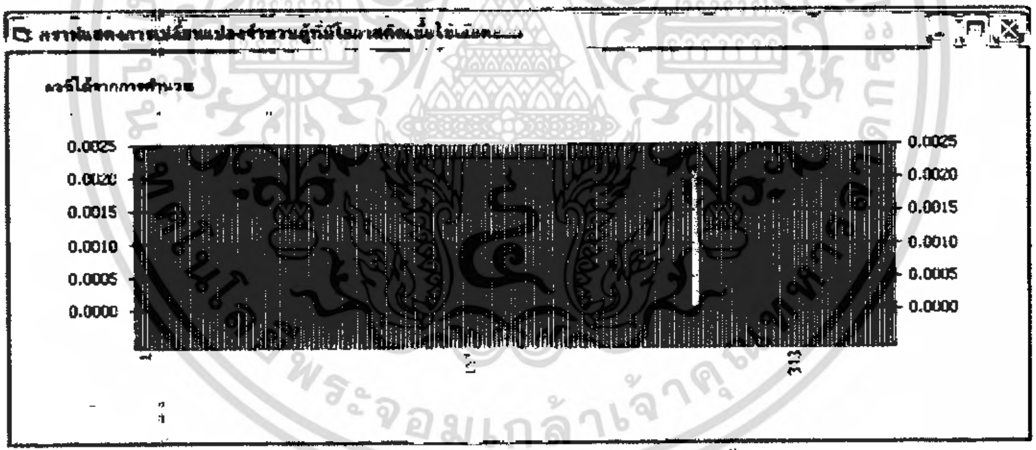
กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน = 0.00000005

กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง = 0.0001

กำหนดค่าจำนวนยุงที่รับเชื้อได้ = 100



ภาพที่ 4.35 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ

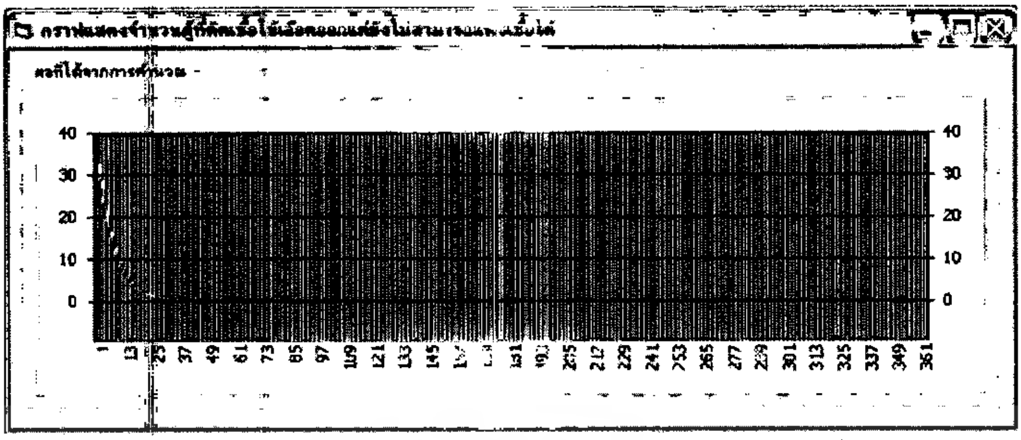


ภาพที่ 4.36 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก

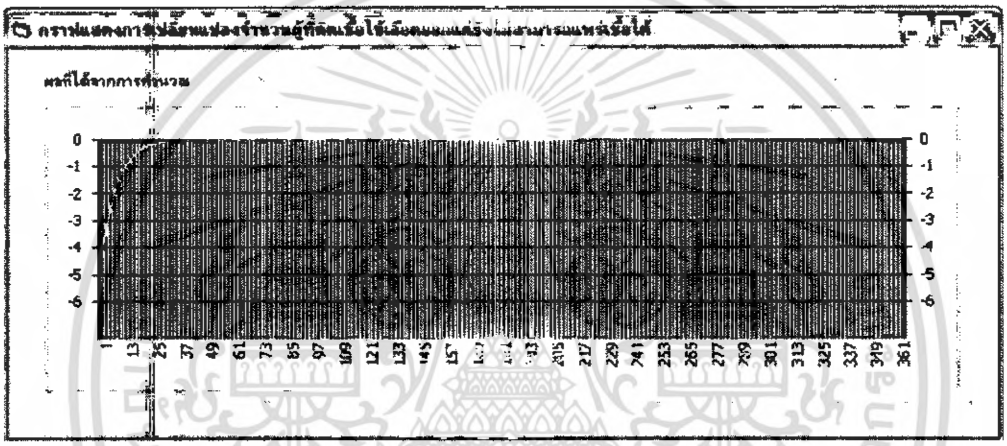
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.35 และ ภาพที่ 4.36 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.35 จะเปลี่ยนไปเล็กน้อย ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.36

โดยค่าของภาพที่ 4.36 มีค่าเป็นบวก สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.35 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.37 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

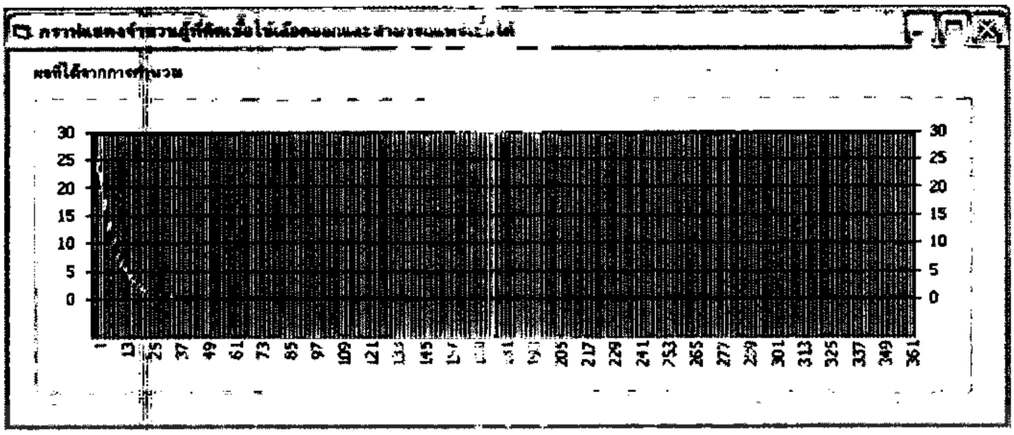


ภาพที่ 4.38 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

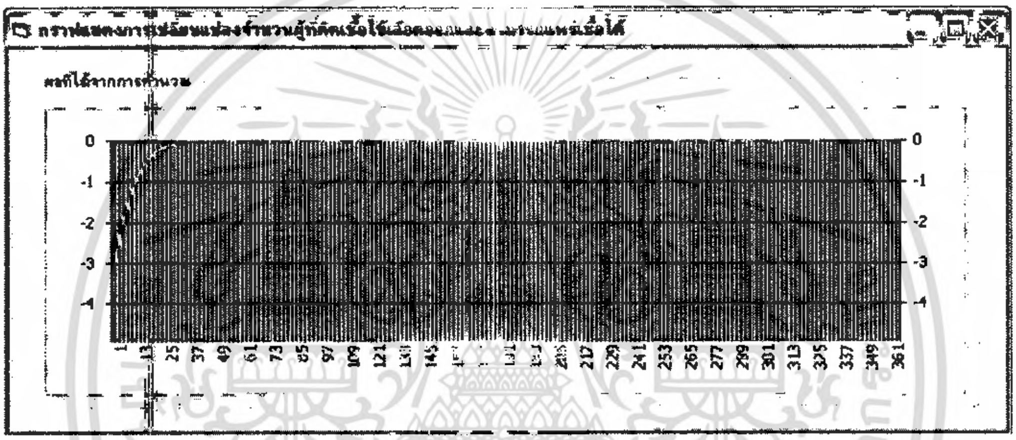
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.37 และ ภาพที่ 4.38 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.37 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.38

โดยค่าของภาพที่ 4.38 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.37 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.39 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

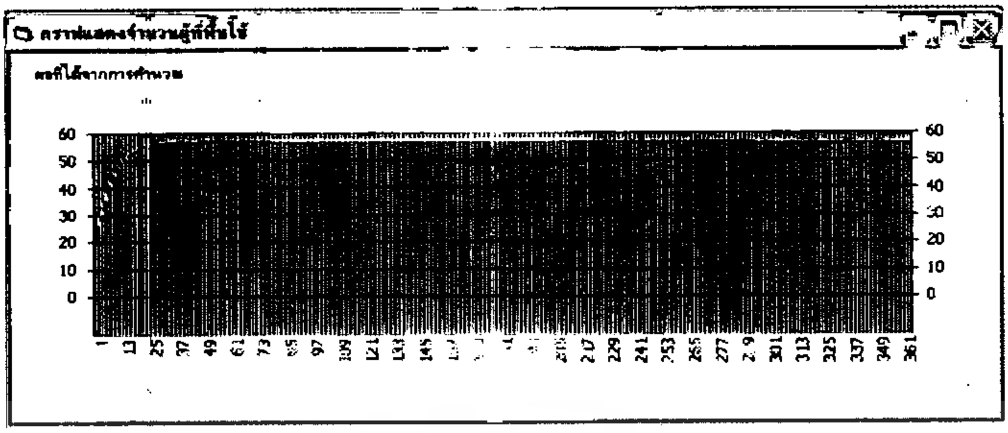


ภาพที่ 4.40 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

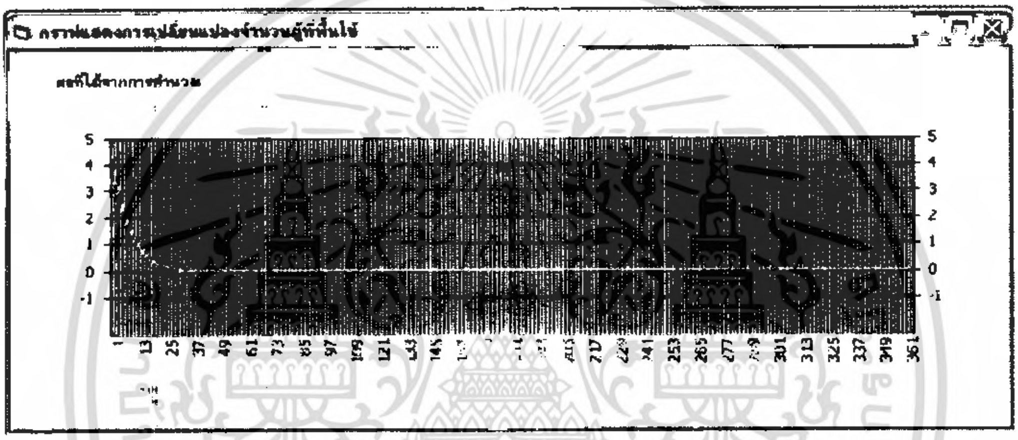
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.39 และ ภาพที่ 4.40 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.39 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.40

โดยค่าของภาพที่ 4.40 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.39 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.41 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

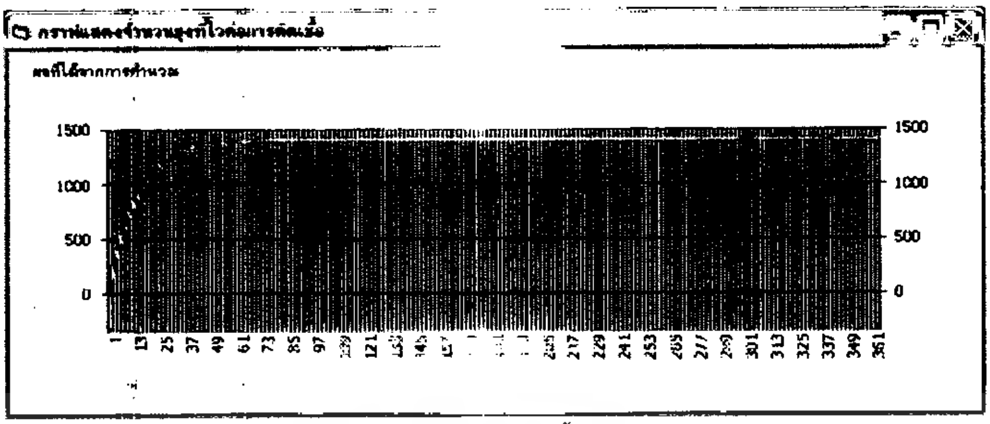


ภาพที่ 4.42 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

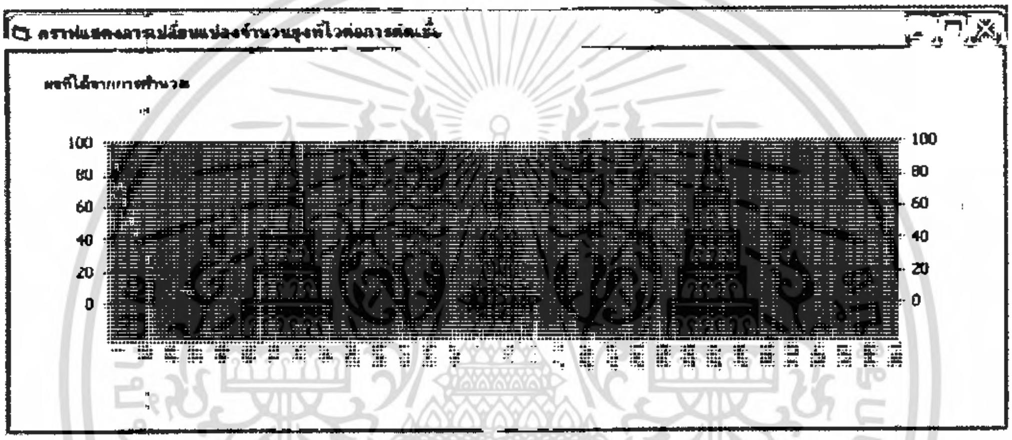
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.41 และ ภาพที่ 4.42 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.41 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแล้วคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.42

โดยค่าของภาพที่ 4.42 มีค่าเป็นบวกและลดลงขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.41 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.43 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

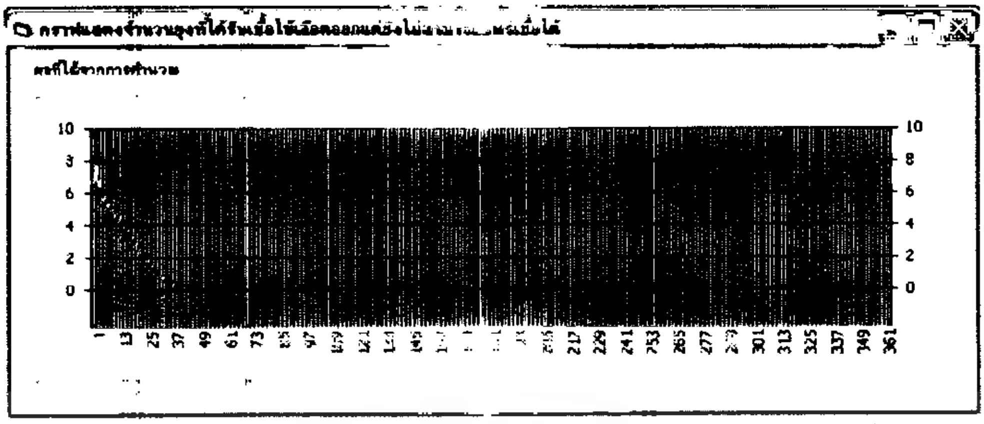


ภาพที่ 4.44 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

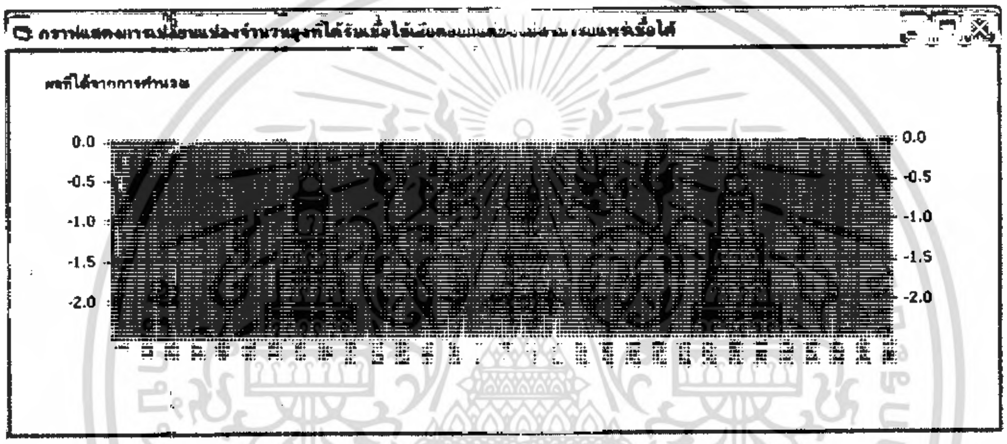
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.43 และ ภาพที่ 4.44 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.43 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.44

โดยค่าของภาพที่ 4.44 มีค่าเป็นลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.43 นั้นมีลักษณะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.45 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

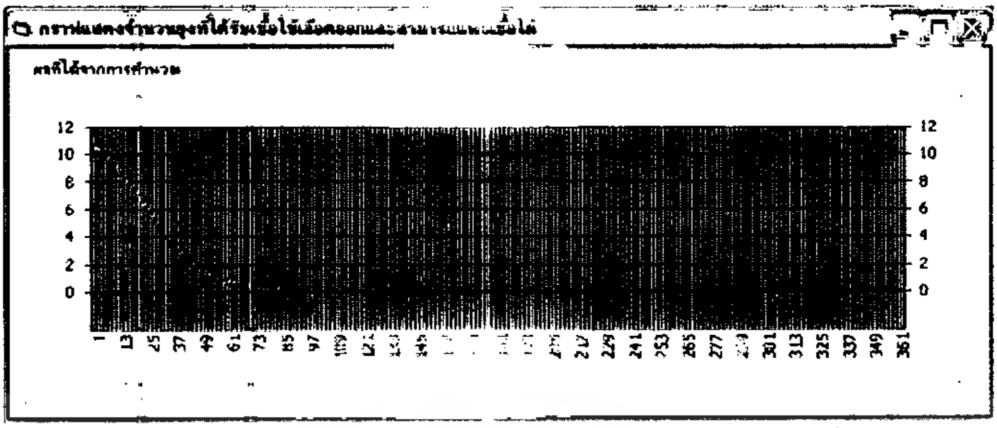


ภาพที่ 4.46 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.45 และ ภาพที่ 4.46 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.45 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.46

โดยค่าของภาพที่ 4.46 มีค่าเป็นเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.45 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.47 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.48 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.47 และ ภาพที่ 4.48 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.47 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.48

โดยค่าของภาพที่ 4.48 มีค่าลดลงและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่4.47 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

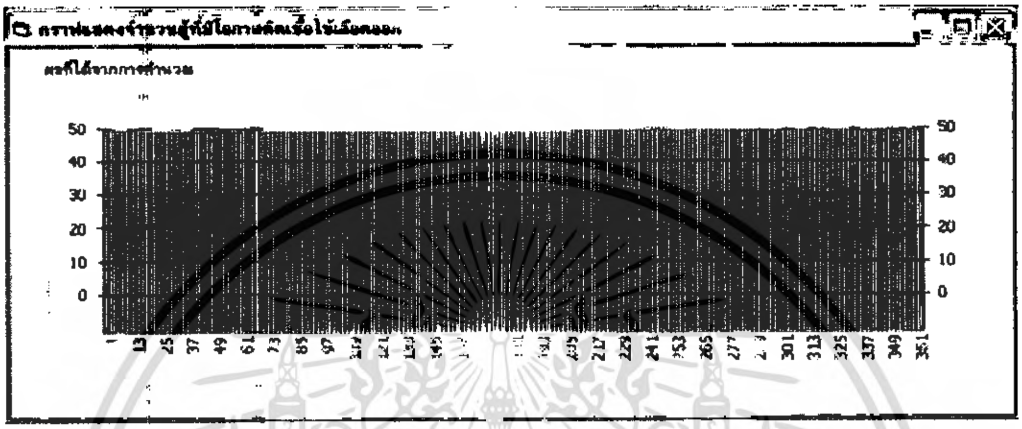
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 รูปแบบที่ 3

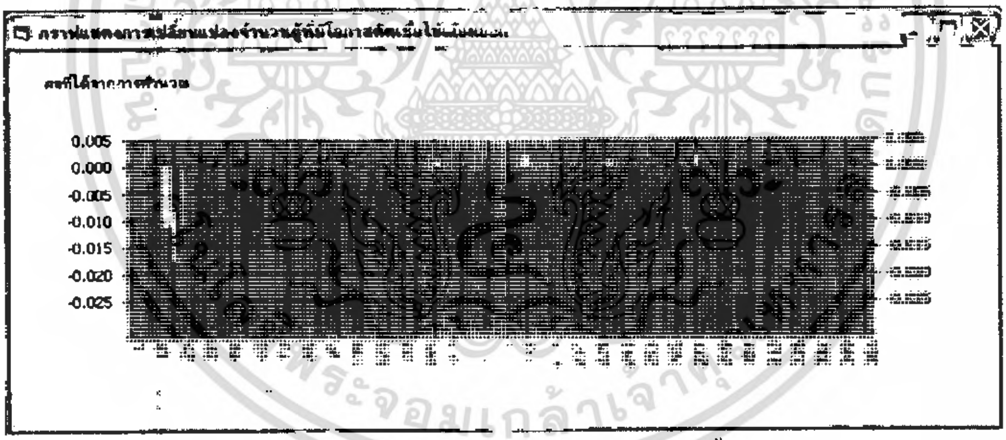
กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน = 0.0001

กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง = 0. 00000005

กำหนดค่าจำนวนยุงที่รับเชื้อได้ = 100



ภาพที่ 4.49 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ

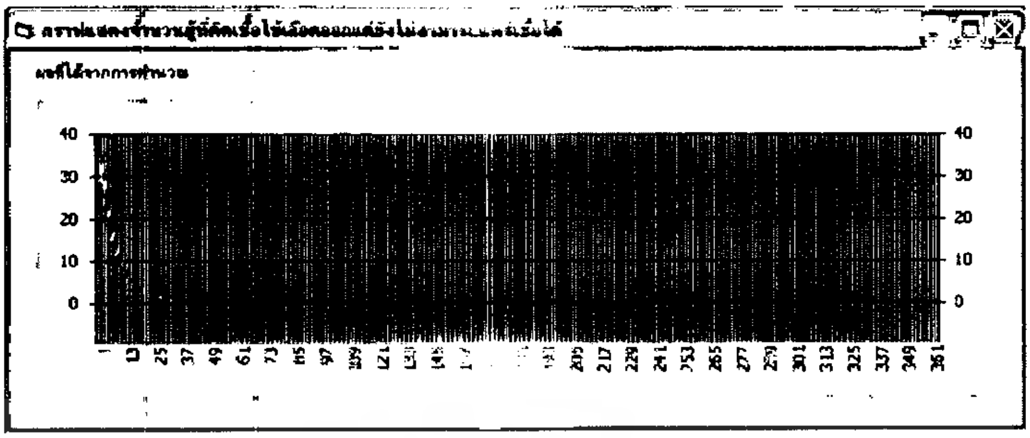


ภาพที่ 4.50 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.49 และ ภาพที่ 4.50 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.49 จะเปลี่ยนไปเล็กน้อย ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.50

โดยค่าของภาพที่ 4.50 มีค่าเป็นลบและเข้าใกล้ 0 มีบางช่วงที่เป็นบวก สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.49 นั้นมีลักษณะลดลงแล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



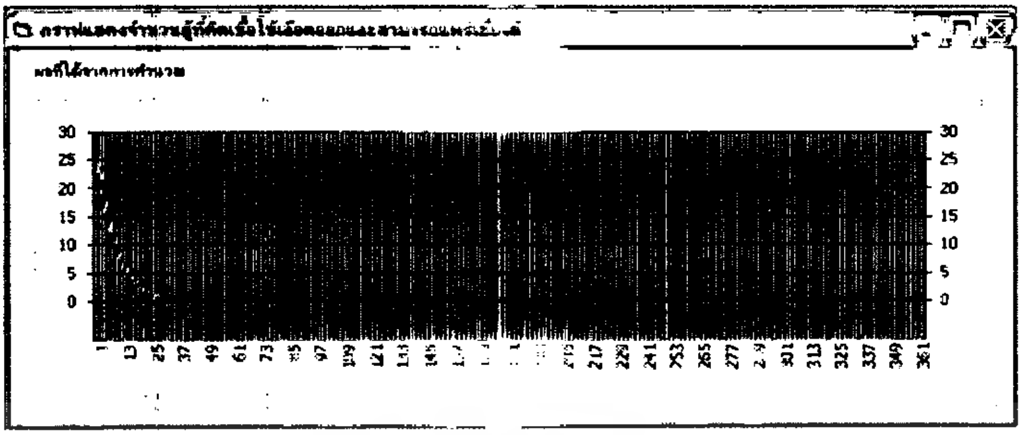
ภาพที่ 4.51 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.52 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

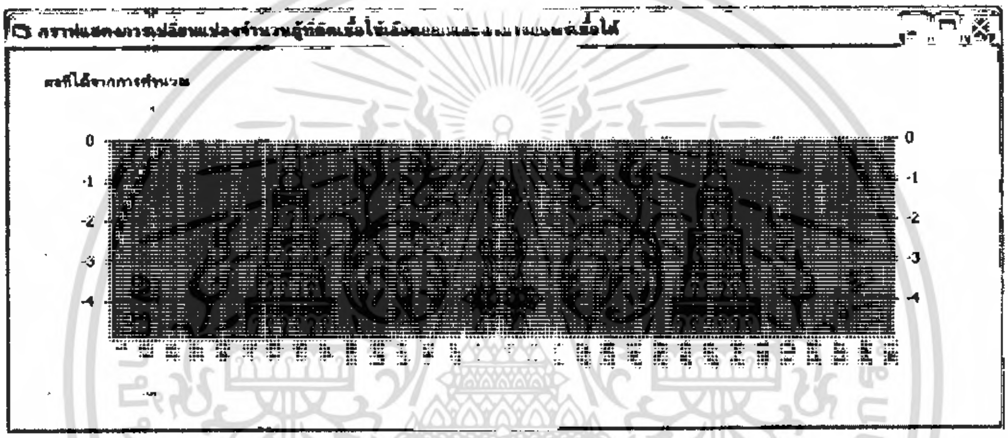
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.51 และ ภาพที่ 4.52 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.53 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.54

โดยค่าของภาพที่ 4.54 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.53 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.53 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

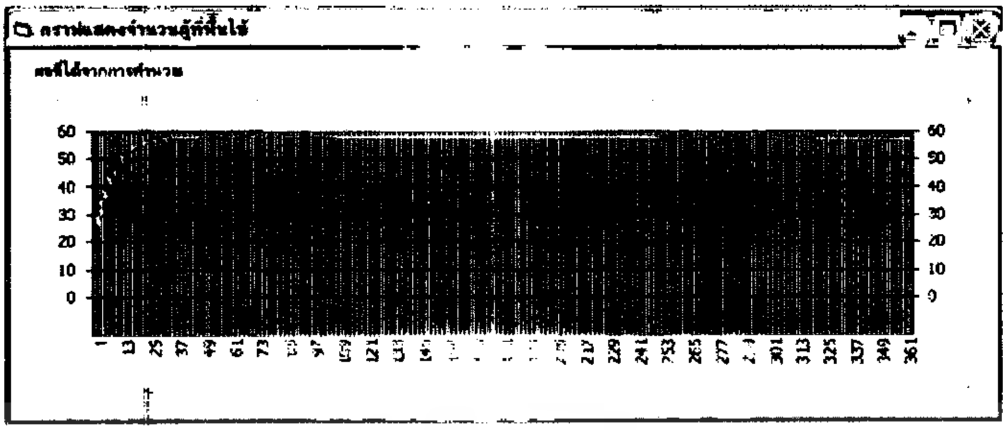


ภาพที่ 4.54 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

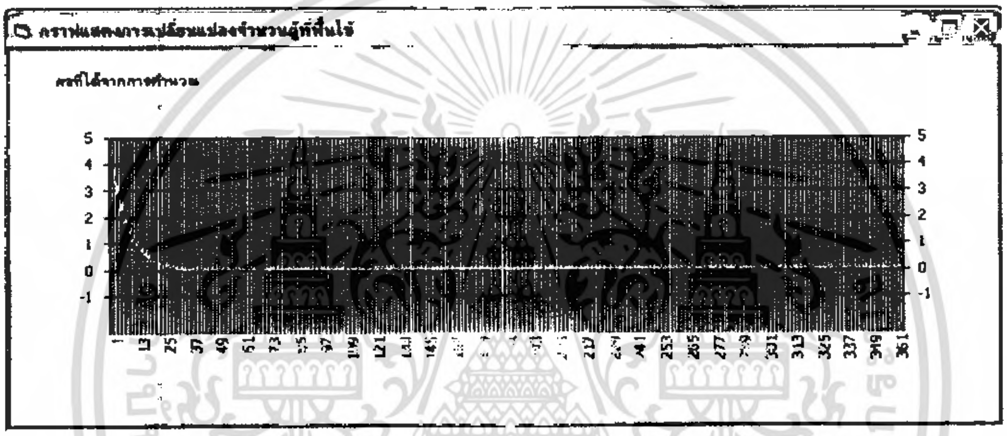
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.53 และ ภาพที่ 4.54 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.53 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.54

โดยค่าของภาพที่ 4.54 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.53 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.55 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

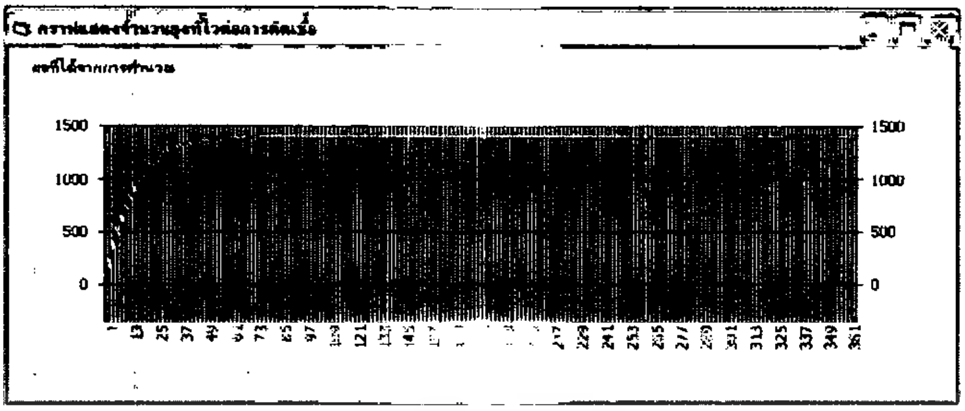


ภาพที่ 4.56 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

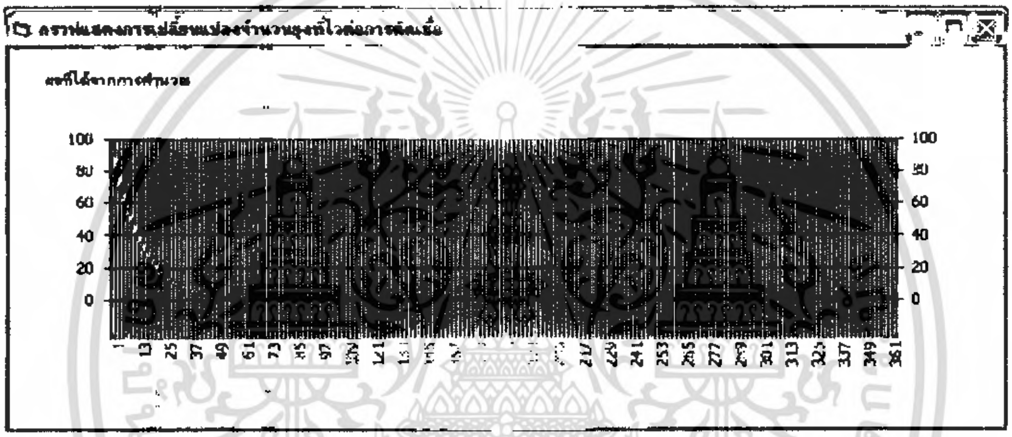
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.55 และ ภาพที่ 4.56 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.55 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแล้วคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.56

โดยค่าของภาพที่ 4.56 มีค่าเป็นบวกและลดลงขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.55 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.57 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

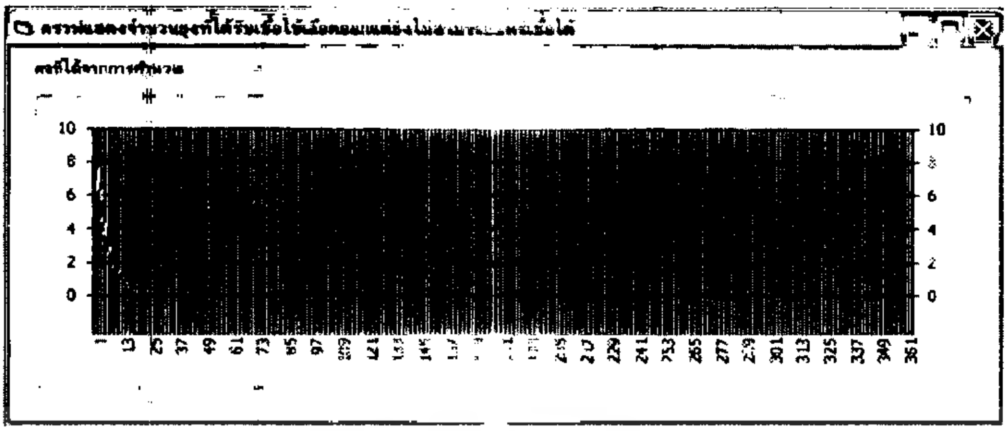


ภาพที่ 4.58 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

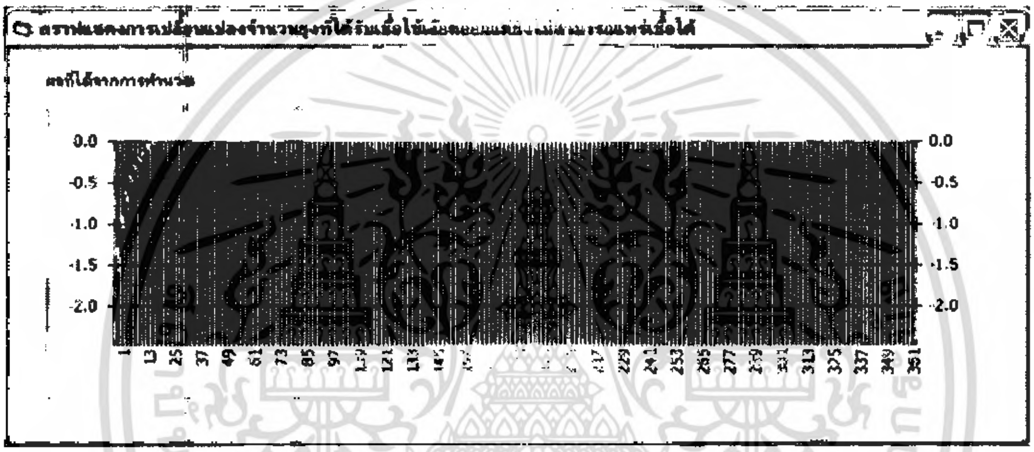
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.57 และ ภาพที่ 4.58 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.57 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.58

โดยค่าของภาพที่ 4.57 มีค่าเป็นลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.58 นั้นมีลักษณะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.59 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

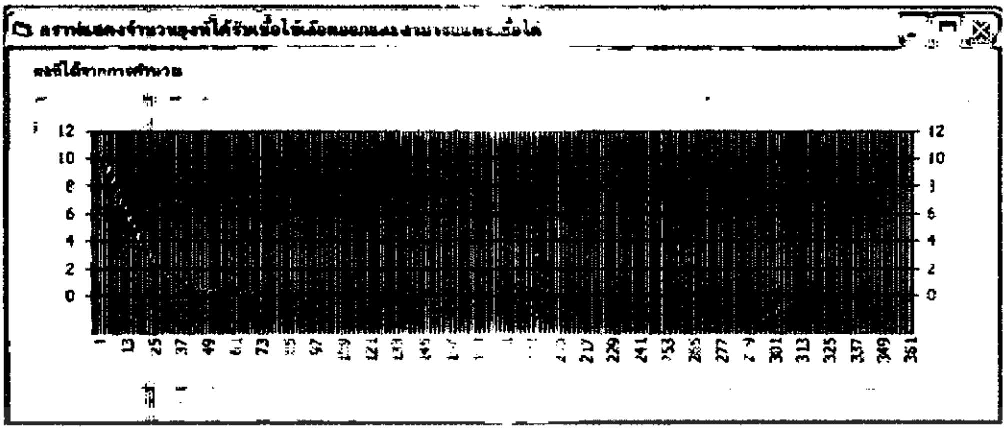


ภาพที่ 4.60 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

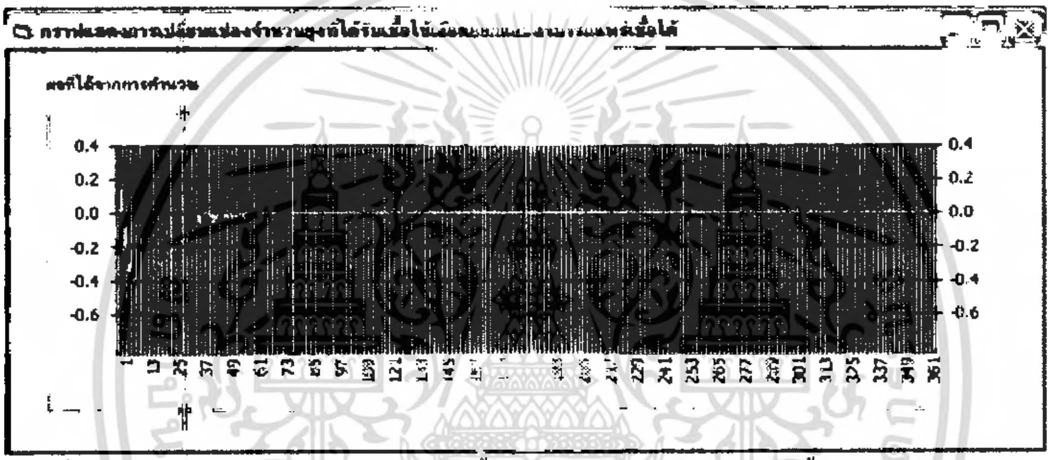
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.59 และ ภาพที่ 4.60 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.59 จะมีการเปลี่ยนแปลงทีลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.60

โดยค่าของภาพที่ 4.60 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.59 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.61 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้



ภาพที่ 4.62 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.61 และ ภาพที่ 4.62 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.61 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.62

โดยค่าของภาพที่ 4.62 มีค่าเป็นลดลงและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.61 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

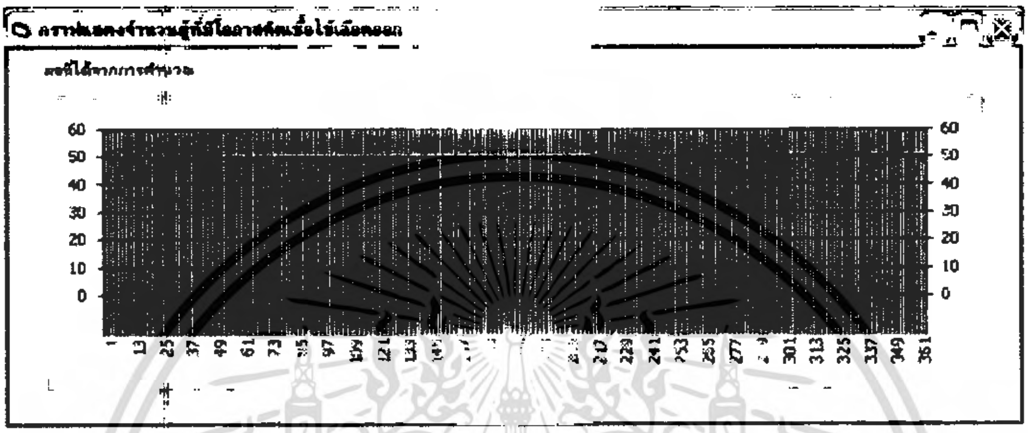
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 รูปแบบที่ 4

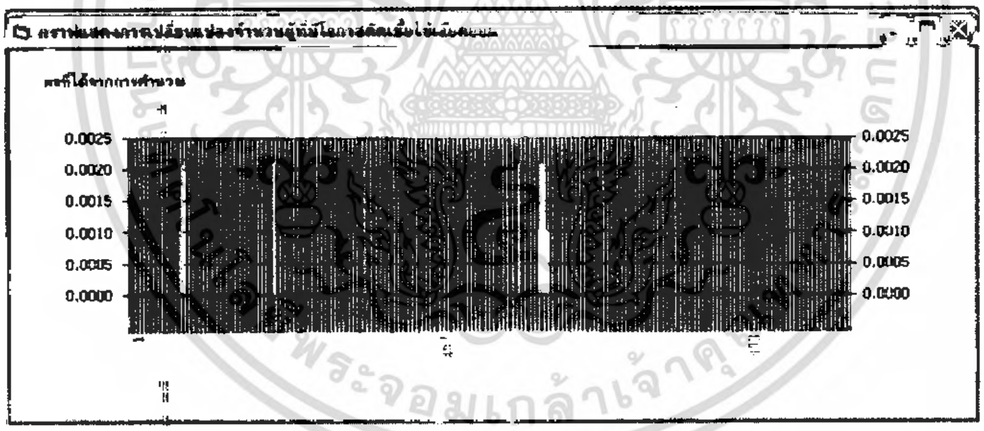
กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน = 0.00000005

กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง = 0. 00000005

กำหนดค่าจำนวนยุงที่รับเชื้อได้ = 1000



ภาพที่ 4.63 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ

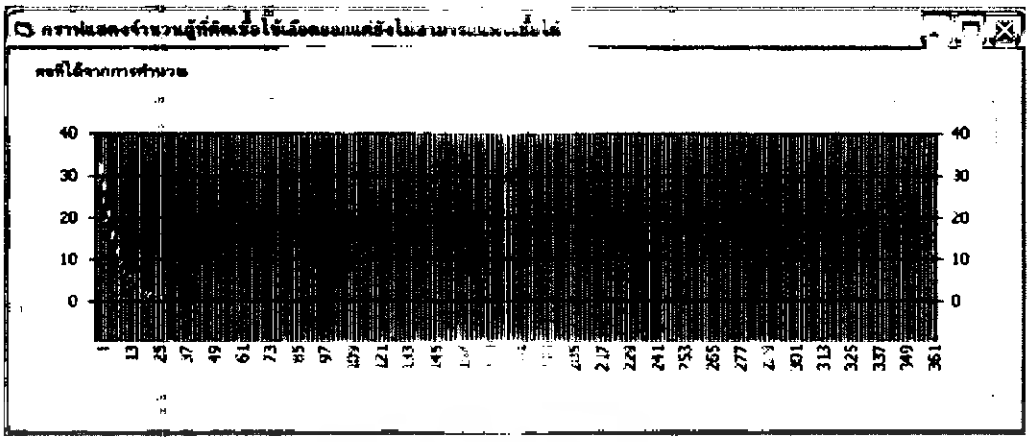


ภาพที่ 4.64 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.63 และ ภาพที่ 4.64 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.63จะเปลี่ยนไปเล็กน้อย ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.64

โดยค่าของภาพที่ 4.64 มีค่าเป็นบวก สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.63 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



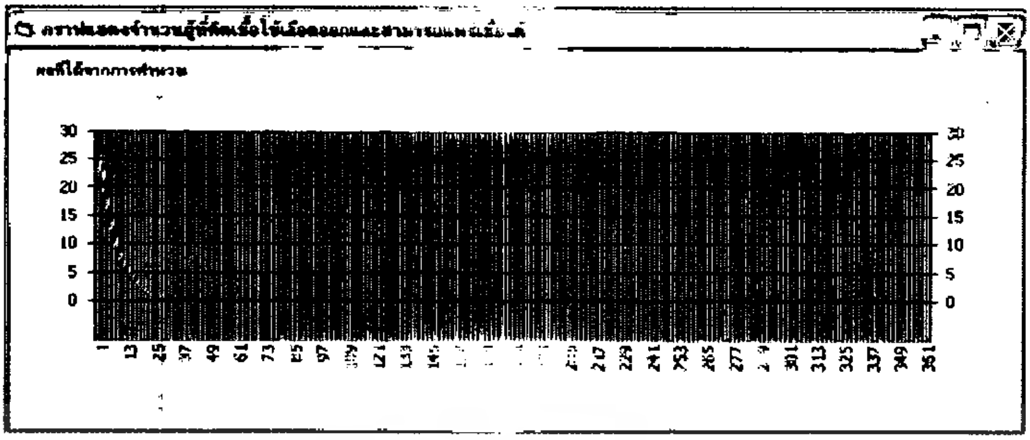
ภาพที่ 4.65 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.66 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.65 และ ภาพที่ 4.66 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.65 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.66

โดยค่าของภาพที่ 4.66 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.65 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



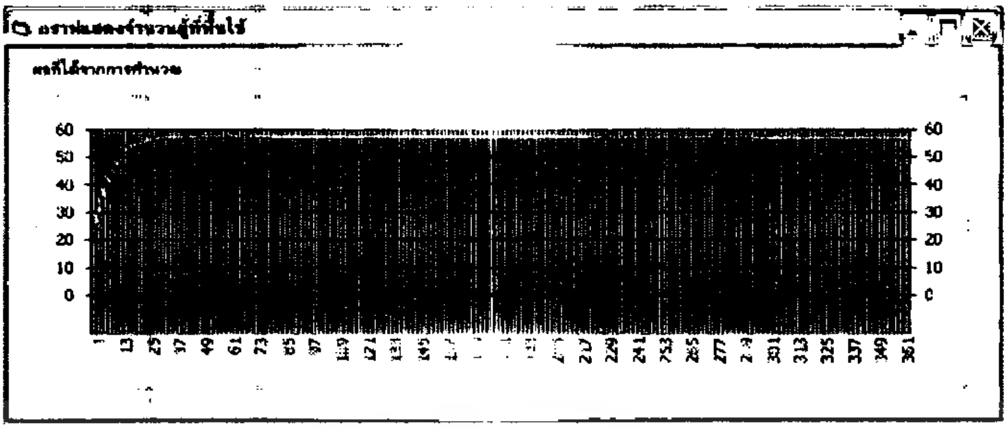
ภาพที่ 4.67 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.68 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

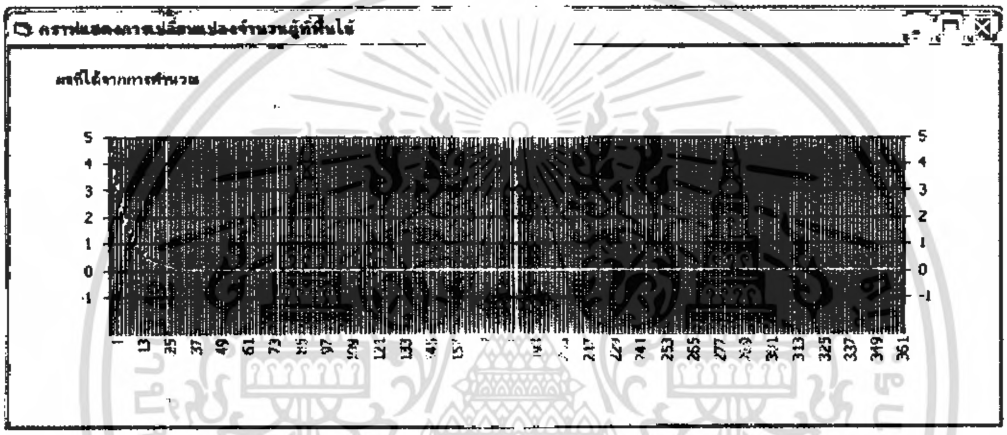
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.67 และ ภาพที่ 4.68 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.67 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.68

โดยค่าของภาพที่ 4.68 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.67 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.69 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

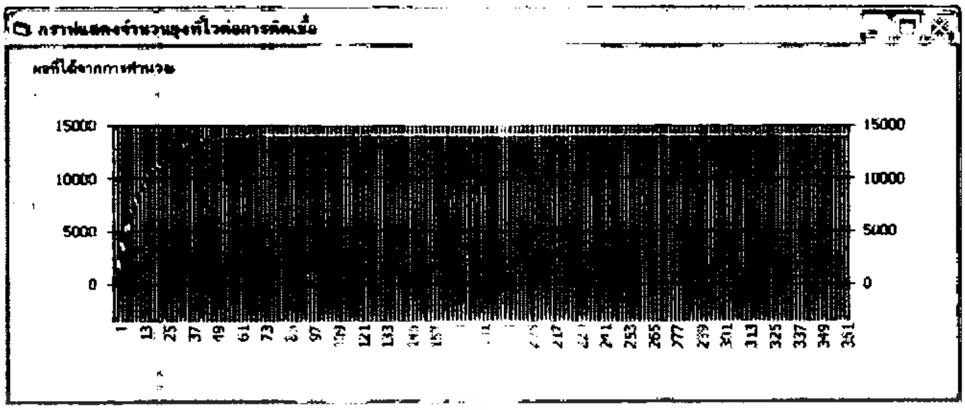


ภาพที่ 4.70 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

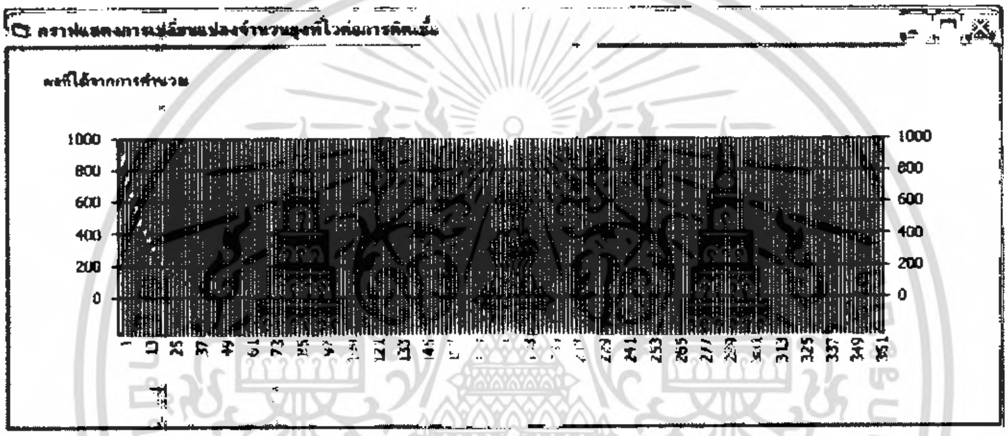
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.69 และ ภาพที่ 4.70 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.69 มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแล้วคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.70

โดยค่าของภาพที่ 4.70 มีค่าเป็นบวกและลดลงขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.69 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.71 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

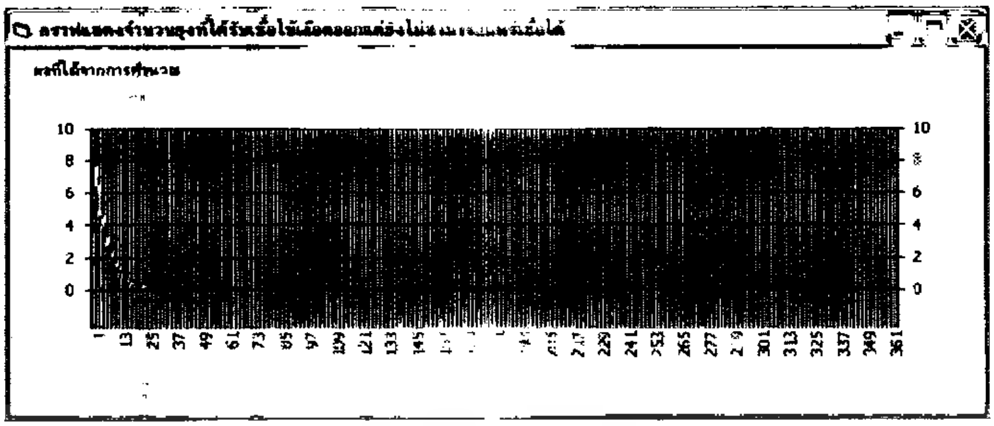


ภาพที่ 4.72 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.71 และ ภาพที่ 4.72 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.71 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.72

โดยค่าของภาพที่ 4.72 มีค่าเป็นลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.71 นั้นมีลักษณะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



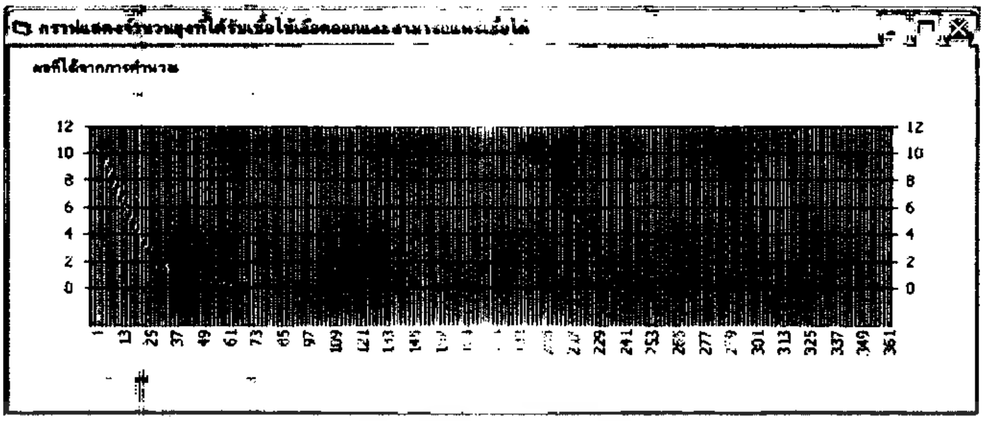
ภาพที่ 4.73 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.74 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

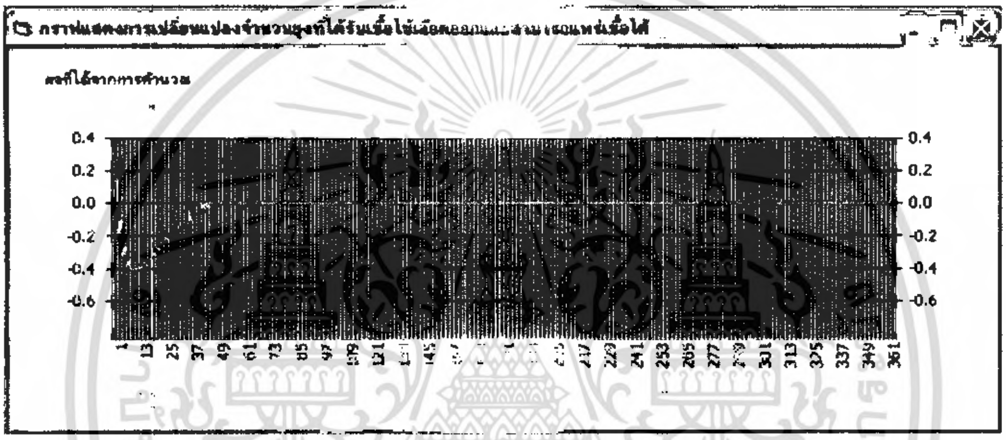
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.73 และ ภาพที่ 4.74 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.73 จะมีการเปลี่ยนแปลงทีลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.74

โดยค่าของภาพที่ 4.74 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.73 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.75 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้



ภาพที่ 4.76 หน้าจอแสดงการเปลี่ยนแปลงกราฟจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.75 และ ภาพที่ 4.76 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.75 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.76

โดยค่าของภาพที่ 4.76 มีค่าเป็นลดลงและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.75 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

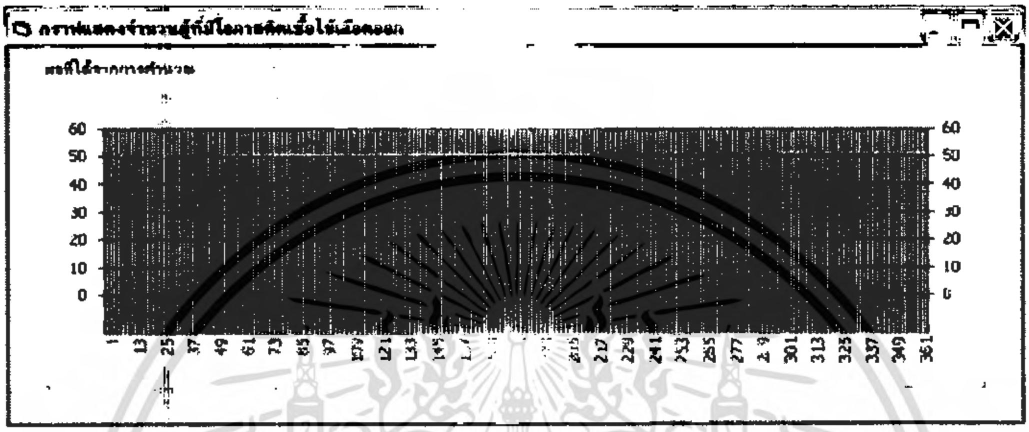
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 รูปแบบที่ 5

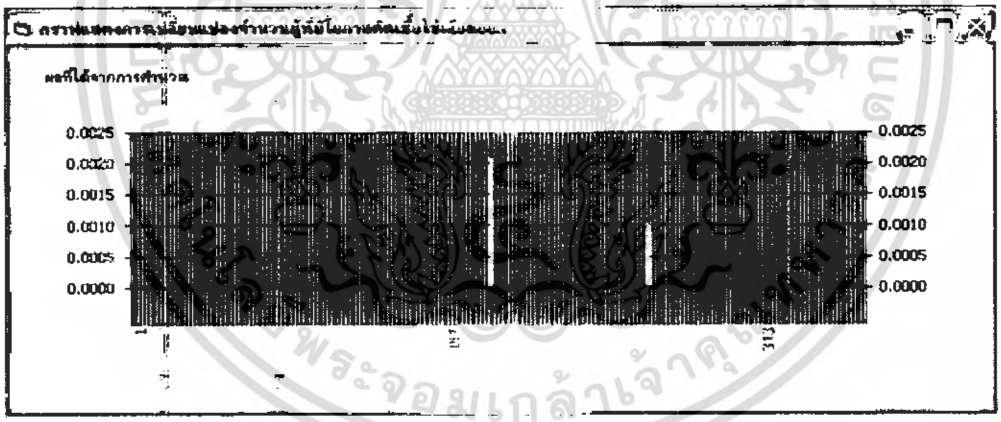
กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน = 0.00000005

กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง = 0. 0001

กำหนดค่าจำนวนยุงที่รับเชื้อได้ = 1000



ภาพที่ 4.77 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ

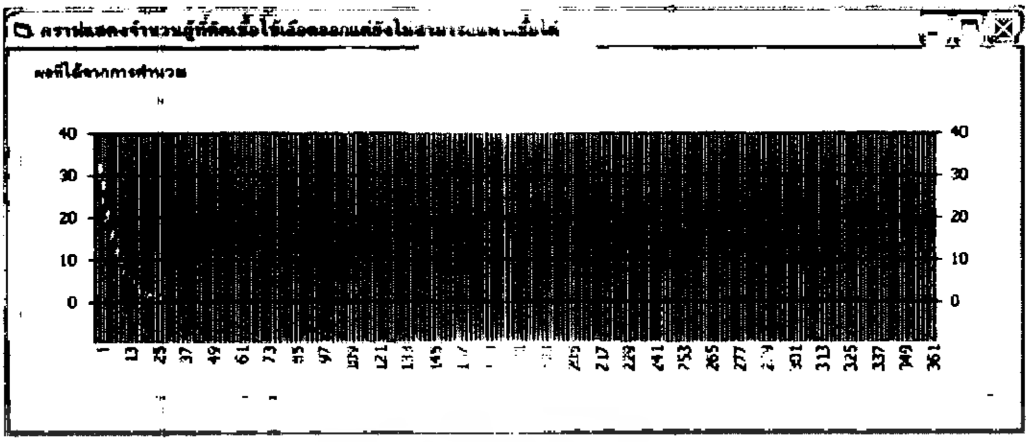


ภาพที่ 4.78 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ที่มี โอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก

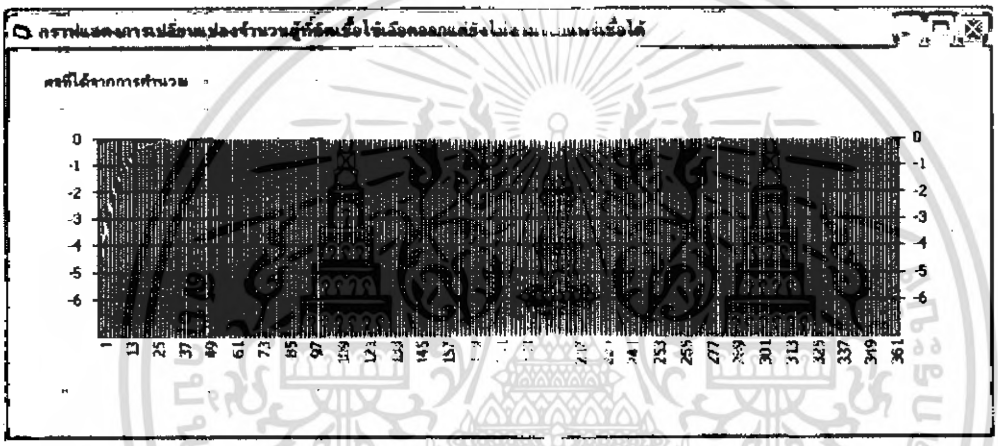
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.77 และ ภาพที่ 4.78 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.77 จะเปลี่ยนไปเล็กน้อย ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.78

โดยค่าของภาพที่ 4.78 มีค่าเป็นบวก สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.77 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.79 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

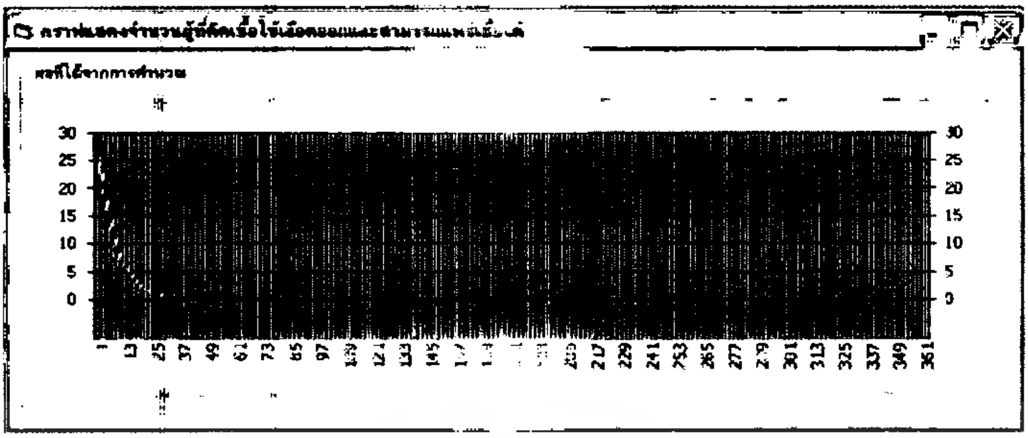


ภาพที่ 4.80 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.79 และ ภาพที่ 4.80 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.79 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.80

โดยค่าของภาพที่ 4.80 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.79 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



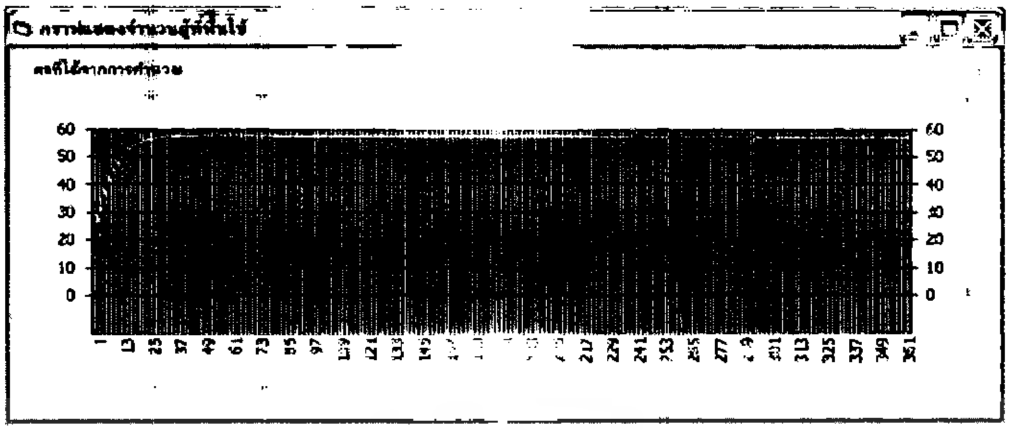
ภาพที่ 4.81 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.82 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

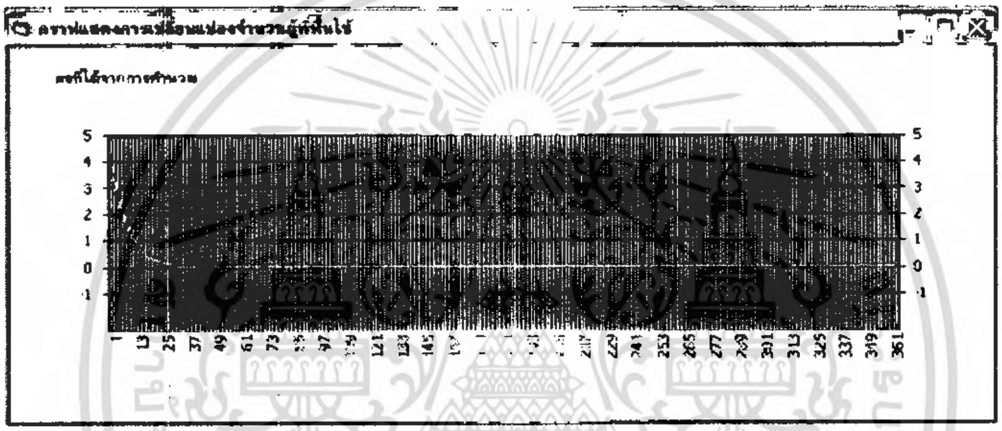
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.81 และ ภาพที่ 4.82 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.81 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.82

โดยค่าของภาพที่ 4.82 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.81 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.83 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

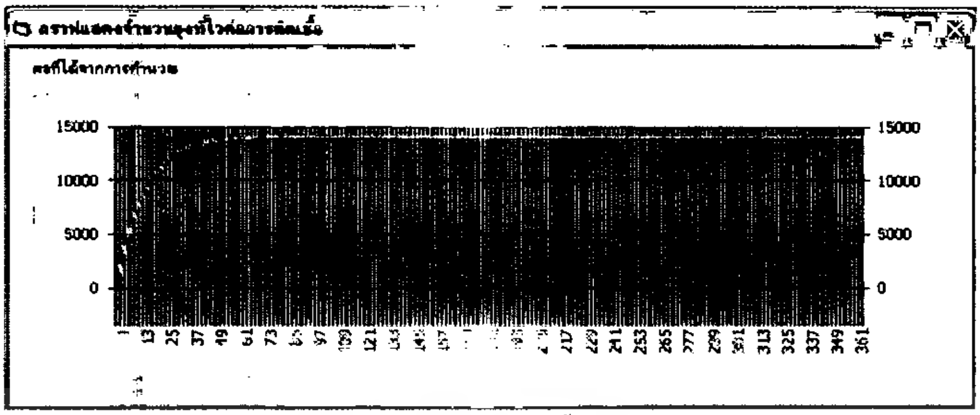


ภาพที่ 4.84 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.83 และ ภาพที่ 4.84 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.83 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแล้วคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.84

โดยค่าของภาพที่ 4.84 มีค่าเป็นบวกและลดลงชื้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.83 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



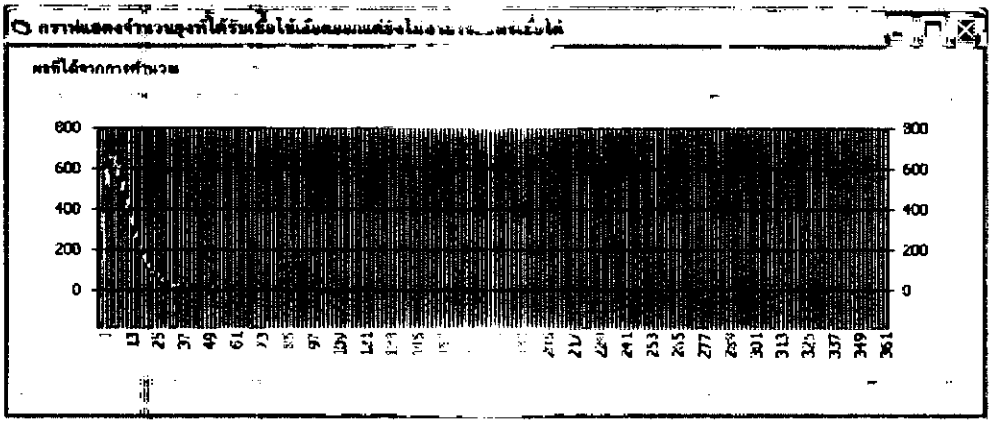
ภาพที่ 4.85 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

ภาพที่ 4.86 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

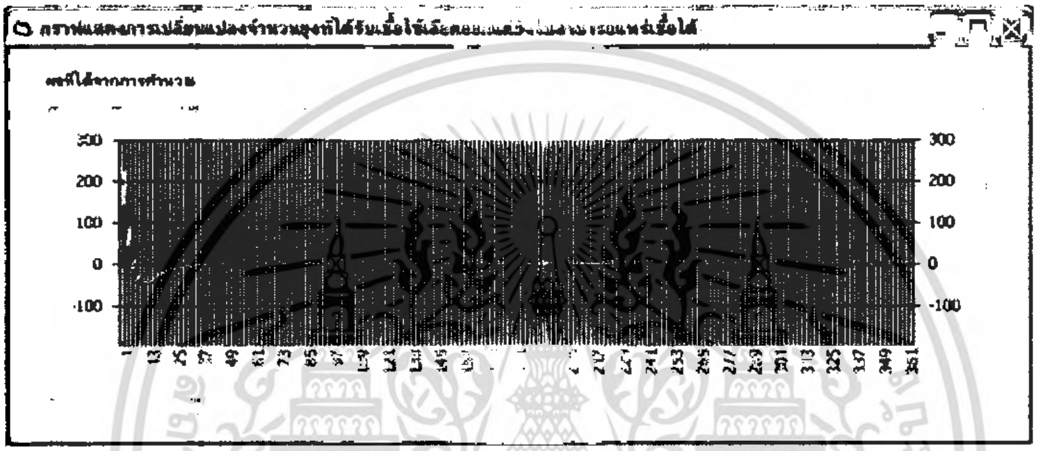
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.85 และ ภาพที่ 4.86 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.85 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.86

โดยค่าของภาพที่ 4.86 มีค่าเป็นลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.85 นั้นมีลักษณะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.87 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

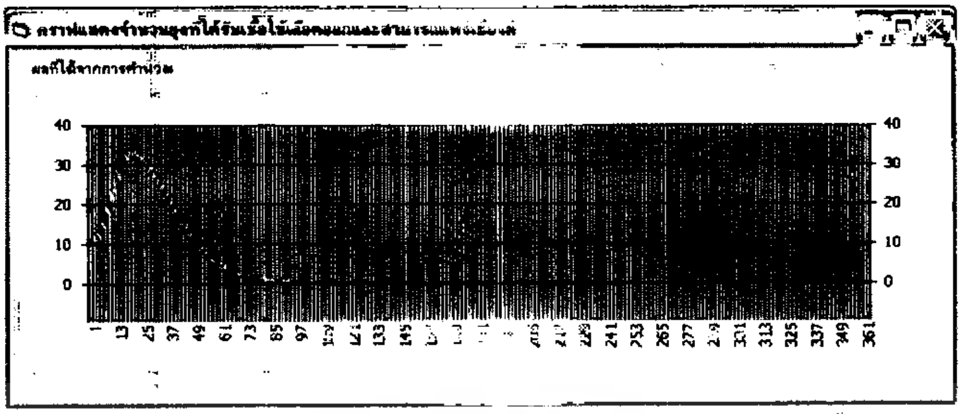


ภาพที่ 4.88 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.87 และ ภาพที่ 4.88 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.87 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.88

โดยค่าของภาพที่ 4.88 มีค่าเป็นเพิ่มขึ้น ลดลงและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.87 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.89 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.90 หน้าจอแสดงการเปลี่ยนแปลงกราฟจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.89 และ ภาพที่ 4.90 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.89 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.90

โดยค่าของภาพที่ 4.90 มีค่าเพิ่มขึ้น ลดลงและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.89 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

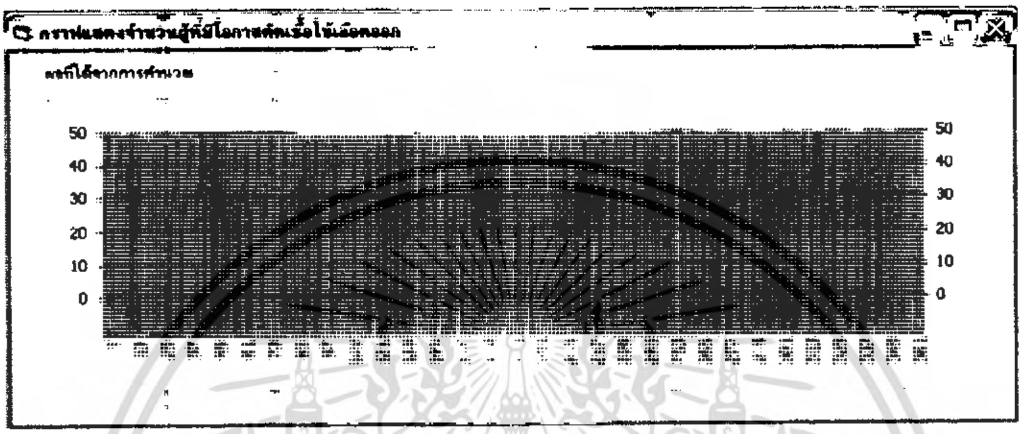
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 รูปแบบที่ 6

กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน = 0.0001

กำหนดค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง = 0. 00000005

กำหนดค่าจำนวนยุงที่รับเชื้อได้ = 1000



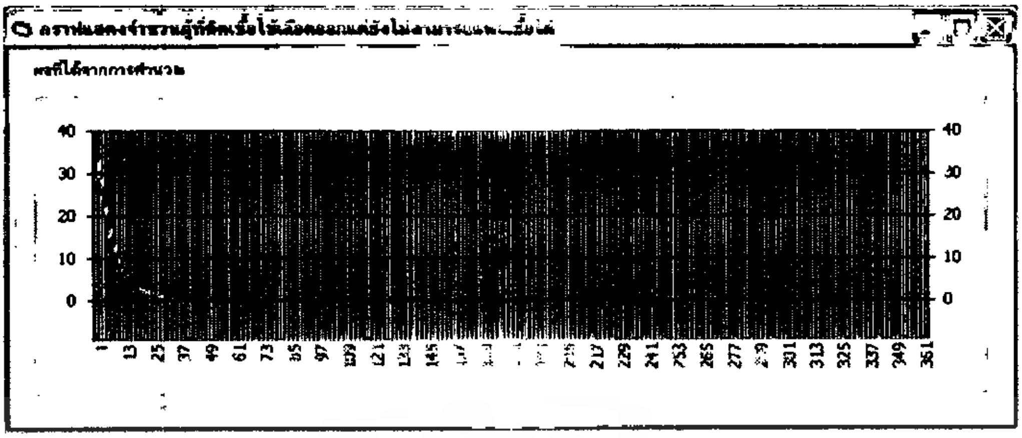
ภาพที่ 4.91 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออกจากการคำนวณ

ภาพที่ 4.92 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ที่มีโอกาสติดเชื้อไข้เลือดออก

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.91 และ ภาพที่ 4.92 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.91 จะเปลี่ยนไปเล็กน้อย ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.92

โดยค่าของภาพที่ 4.92 มีค่าเป็นลบและเป็นบวกในบางช่วง สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.91 นั้นมีลักษณะลดลงและเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



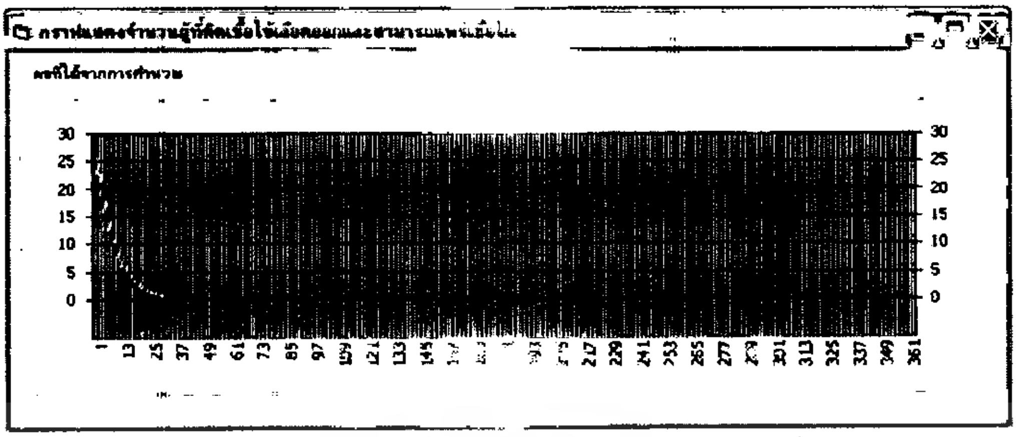
ภาพที่ 4.93 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.94 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.93 และ ภาพที่ 4.94 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.93 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.94

โดยค่าของภาพที่ 4.94 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.93 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



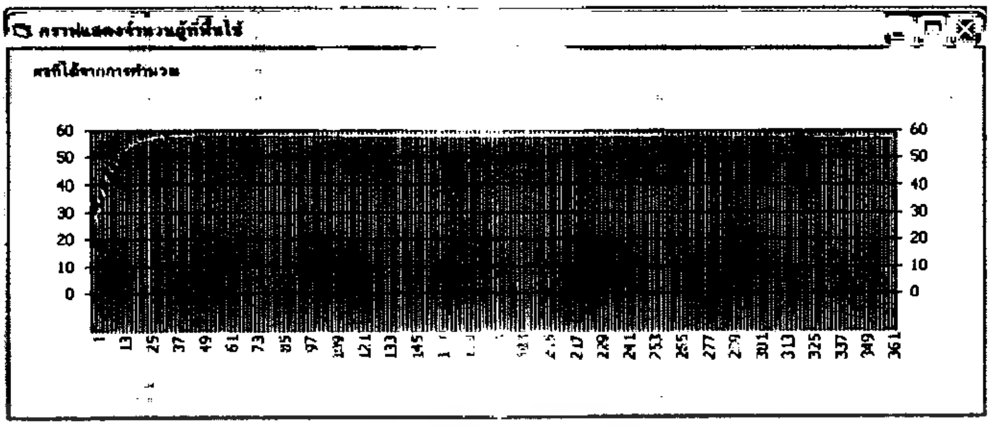
ภาพที่ 4.95 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.96 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

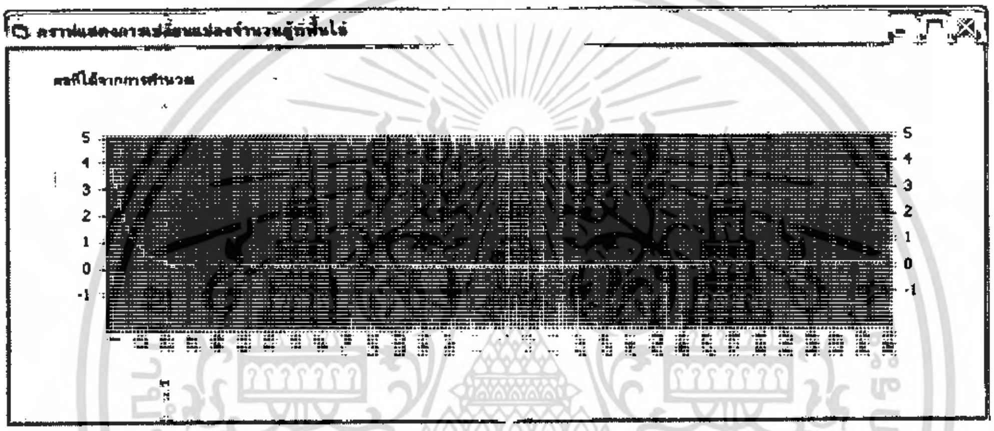
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.95 และ ภาพที่ 4.96 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.95 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.96

โดยค่าของภาพที่ 4.96 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.95 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.97 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

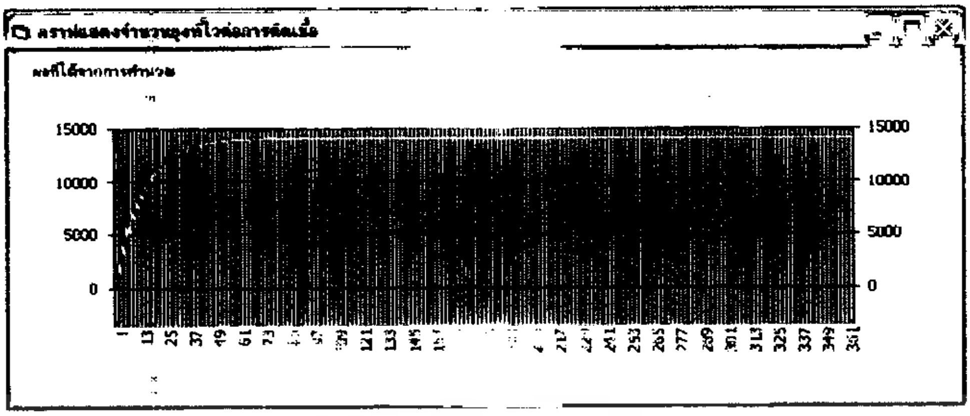


ภาพที่ 4.98 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้

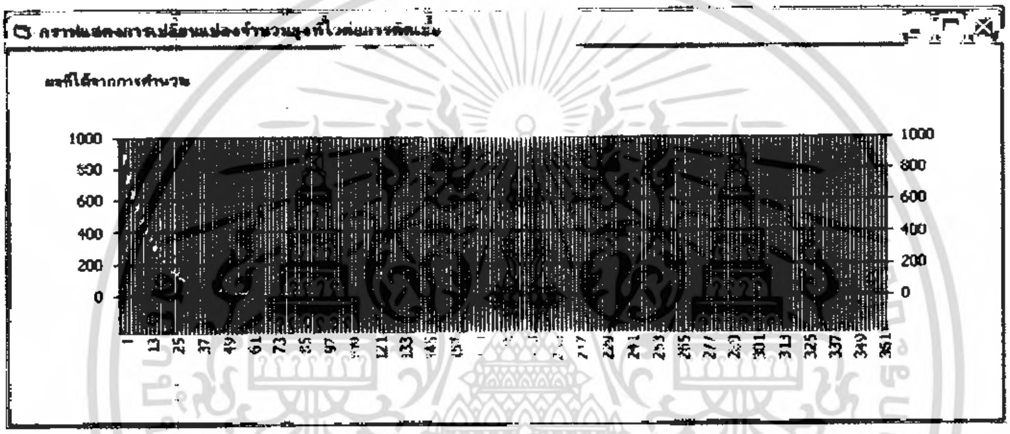
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.97 และ ภาพที่ 4.98 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.97 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแล้วคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.98

โดยค่าของภาพที่ 4.98 มีค่าเป็นบวกและลดลงขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.97 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.99 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

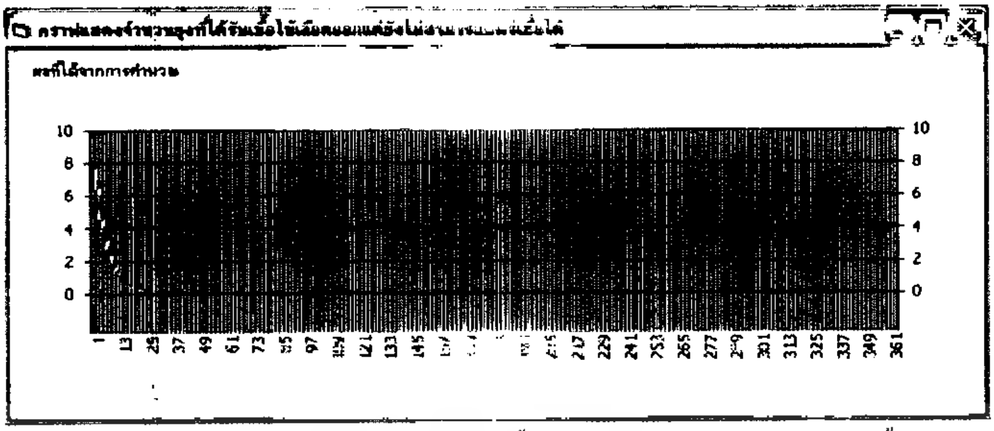


ภาพที่ 4.100 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.99 และ ภาพที่ 4.100 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.99 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกจนคงที่ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.100

โดยค่าของภาพที่ 4.100 มีค่าเป็นลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.99 นั้นมีลักษณะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



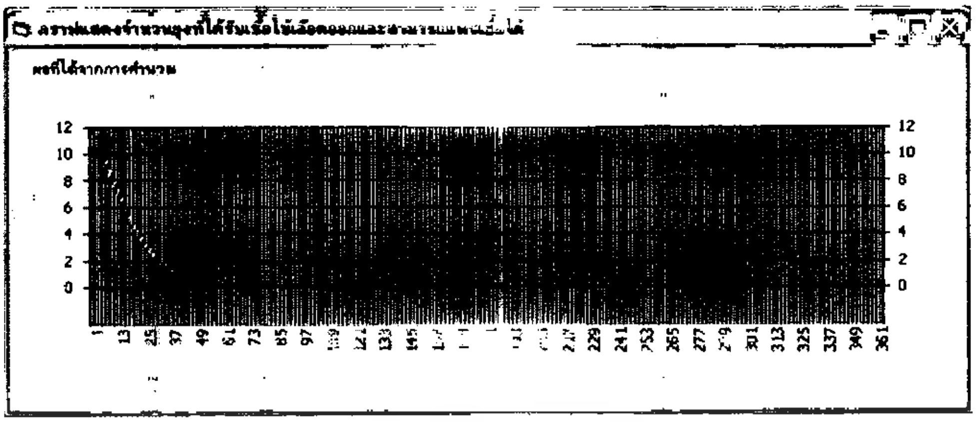
ภาพที่ 4.101 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

ภาพที่ 4.102 หน้าจอแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้

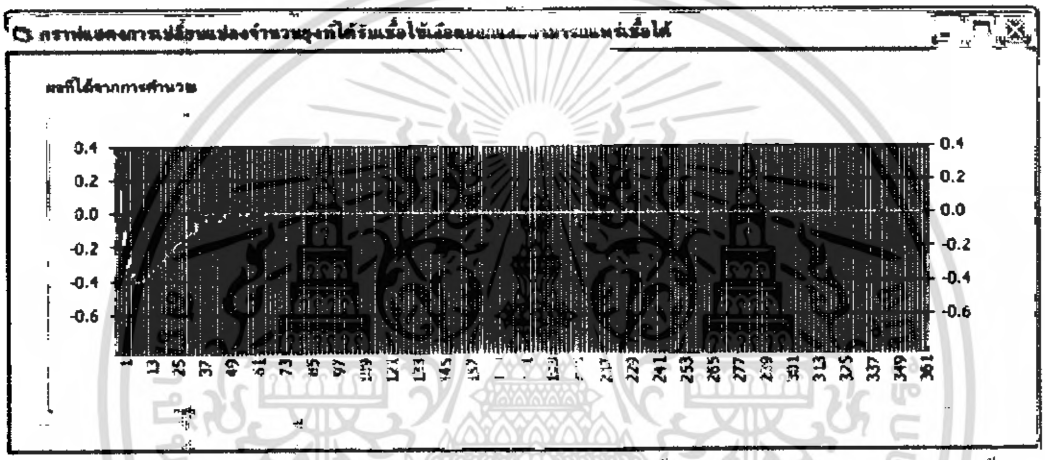
เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.101 และ ภาพที่ 4.102 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.101 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงและคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.102

โดยค่าของภาพที่ 4.102 มีค่าเป็นลบและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.101 นั้นมีลักษณะลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.103 หน้าจอแสดงกราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้



ภาพที่ 4.104 หน้าจอแสดงการเปลี่ยนแปลงกราฟจำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบภาพที่ 4.103 และ ภาพที่ 4.104 แล้วจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.103 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรกและลดลงจนคงที่เมื่อเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งความเปลี่ยนแปลงนี้จะสามารถแสดงให้เห็นได้ในภาพที่ 4.104

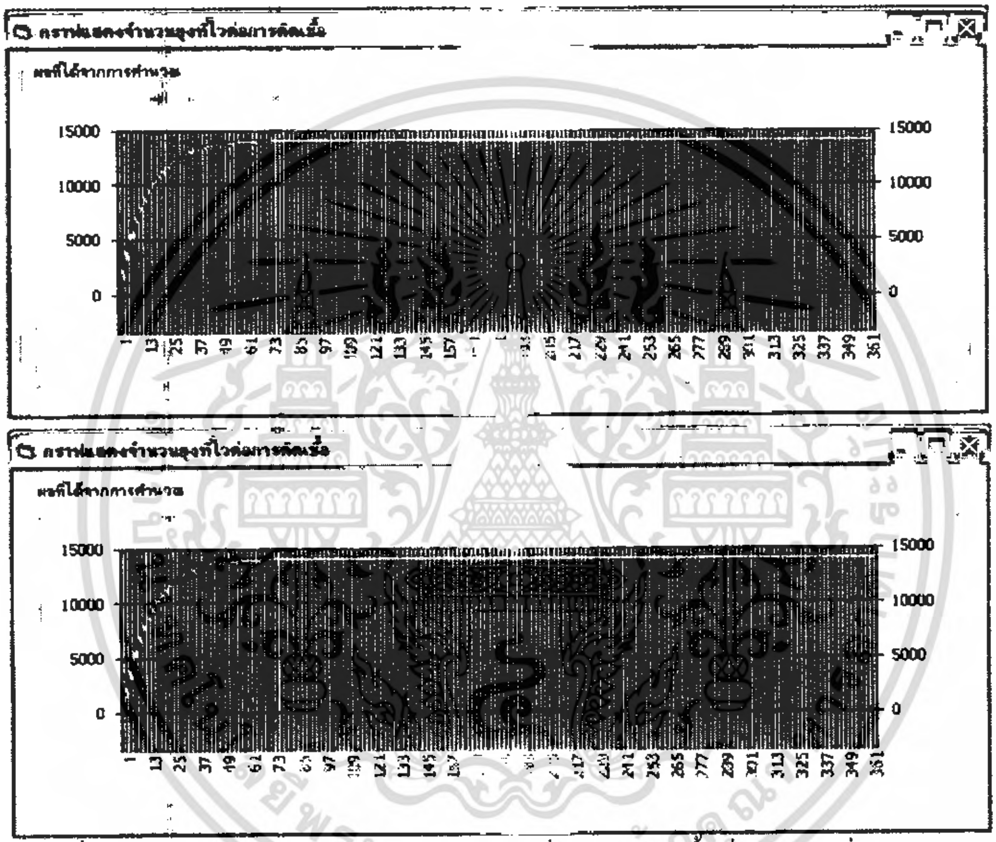
โดยค่าของภาพที่ 4.104 มีค่าเป็นลดลงและเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ศูนย์ สามารถทำให้เราสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในภาพที่ 4.103 นั้นมีลักษณะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแล้วจึงค่อยลดลงจนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปผลจากการคำนวณ

จากหัวข้อที่ 4.2 เมื่อทำการคำนวณ โดยกำหนดให้มีตัวแปร 3 ตัวที่เปลี่ยนไปคือ อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง และ ค่า Constant recruitment rate จะทำให้กราฟมีการเปลี่ยนแปลงไป

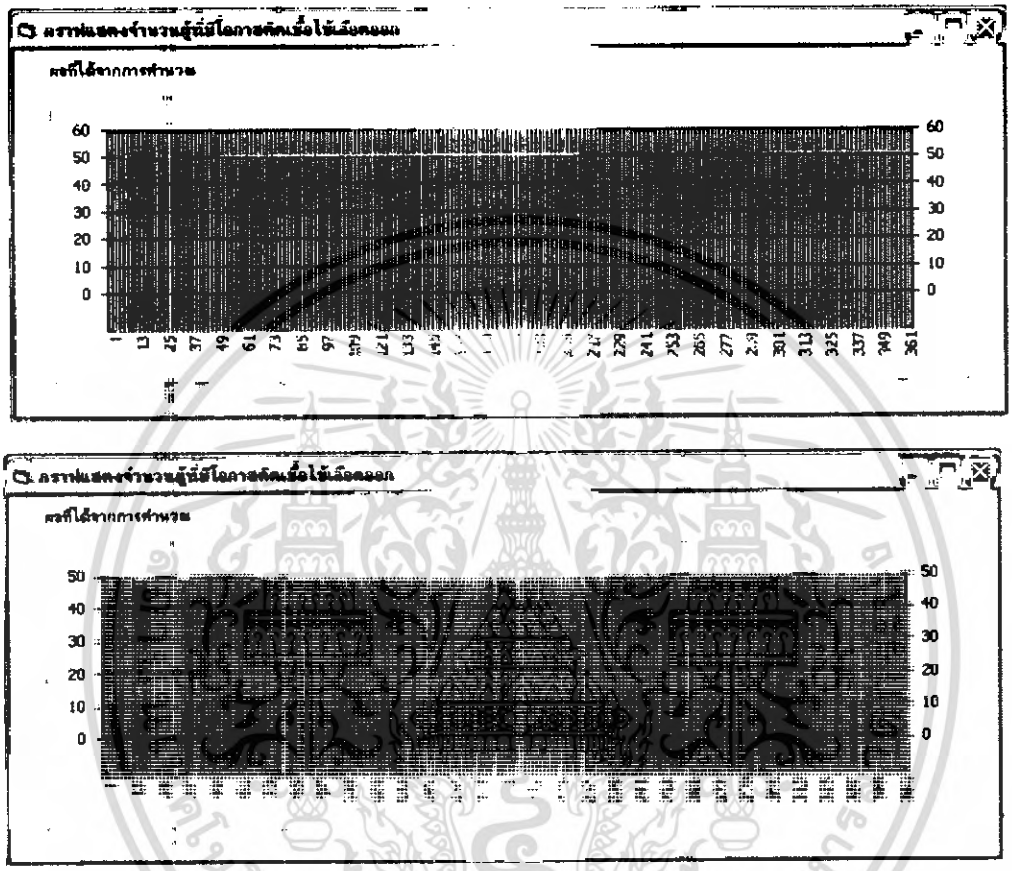
โดยถ้าให้ค่าของ Constant recruitment rate มีการเปลี่ยนไป จากตัวอย่าง ได้กำหนดไว้ 2 ค่า คือ 100 และ 1,000 จะทำให้กราฟ จำนวนของยุงที่ไวต่อการติดเชื้อมีการเปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 4.105 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟ ของยุงที่ไวต่อการติดเชื้อเมื่อทำการเปลี่ยนค่า Constant recruitment rate โดยกราฟบนมีค่า เป็น 100 และกราฟล่างมีค่าเป็น 1,000

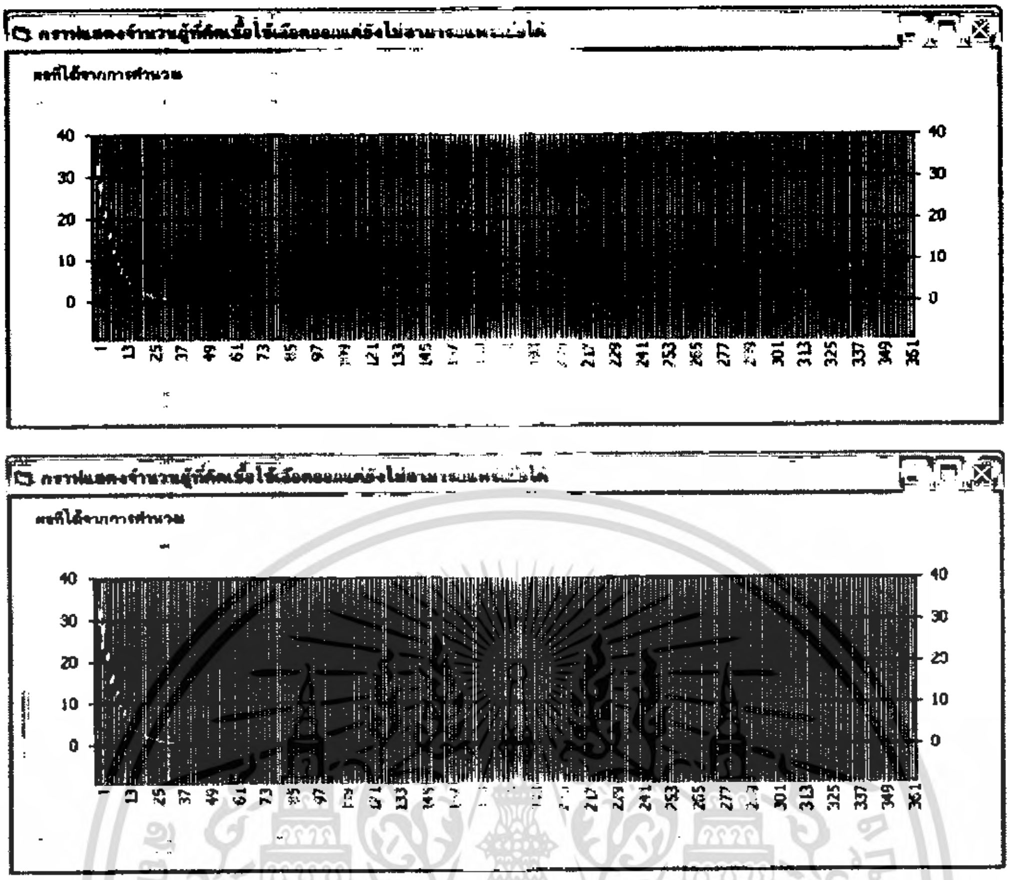
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าให้ค่าของอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน มีการเปลี่ยนไป จากตัวอย่าง ได้กำหนดไว้ 2 ค่า คือ 0.0001 และ 0.00000005 โดยค่าอื่นยังคงเดิม จะทำให้กราฟจำนวนประชากรที่ไวต่อการติดเชื้อ และ กราฟจำนวนประชากรที่ได้รับเชื้อแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ มีการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.106 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟ ของจำนวนผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อเมื่อทำการเปลี่ยน ค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คนโดยกราฟบนมีค่าเป็น 0.00000005 และกราฟล่างมีค่าเป็น 0.0001

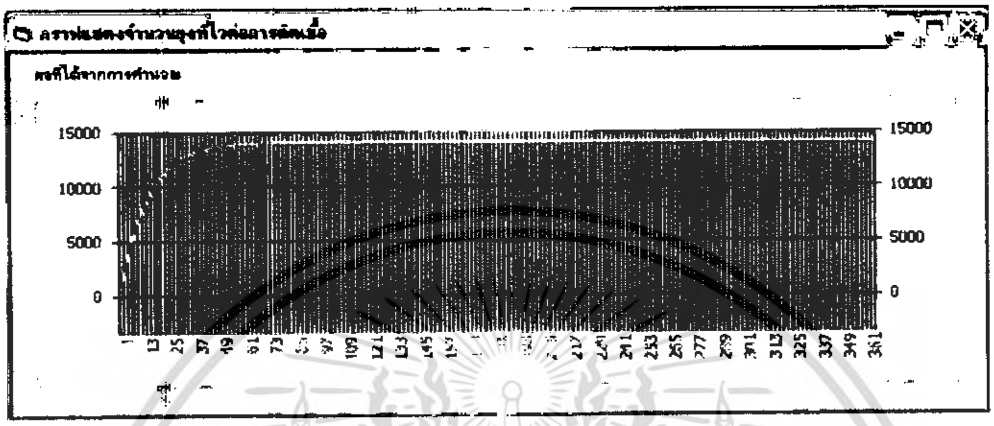
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

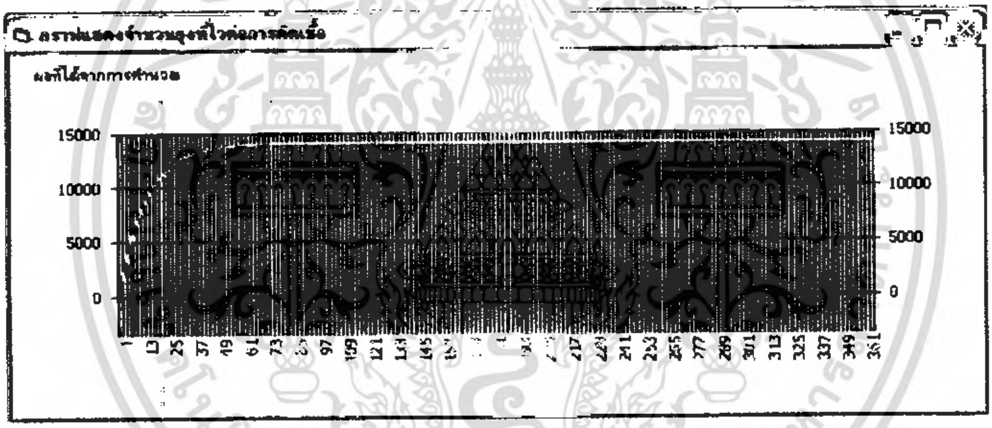


ภาพที่ 4.107 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟ ของจำนวนผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้เมื่อทำการเปลี่ยนค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คนโดยกราฟบนมีค่าเป็น 0.00000005 และกราฟล่างมีค่าเป็น 0.0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

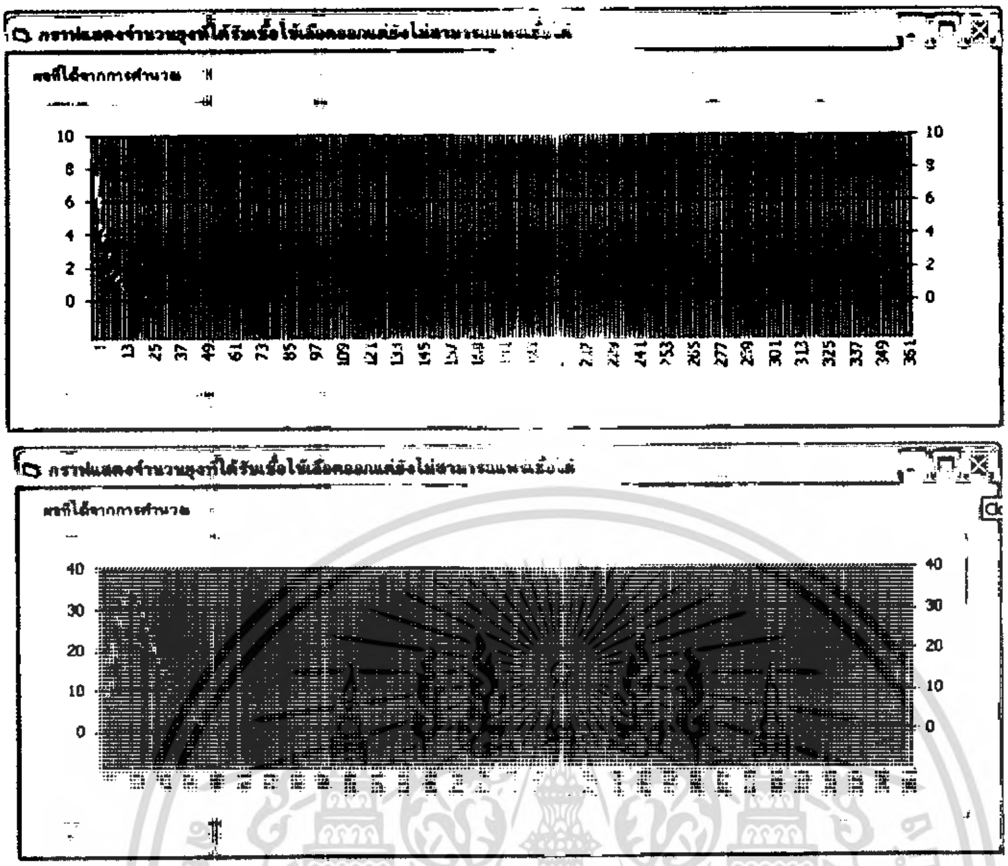
ถ้าให้ค่าของอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุง มีการเปลี่ยนไป จากตัวอย่าง ได้กำหนดไว้ 2 ค่า คือ 0.0001 และ 0.00000005 โดยค่าอื่นยังคงเดิม จะทำให้กราฟจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ และ กราฟจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ มีการเปลี่ยนแปลง





ภาพที่ 4.108 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟ ของจำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อเมื่อทำการเปลี่ยน ค่าอัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุงโดยกราฟบนมีค่าเป็น 0.00000005 และกราฟล่างมีค่าเป็น 0.0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.109 แสดงหน้าจอเปรียบเทียบกราฟของจำนวนยุงที่ได้รับเชื้อแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้เมื่อทำการเปลี่ยน ค่า อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากคนสู่ยุงโดยกราฟบนมีค่า เป็น 0.00000005 และกราฟล่างมีค่าเป็น 0.0001

จากการคำนวณในหัวข้อ 4.2 จะเห็นได้ว่า จำนวนผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อไข้เลือดออกจะมีค่าค่อนข้างคงที่ คือเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากได้กำหนดให้อัตราการเกิดมีค่าเท่ากับการเสียชีวิตของประชากรมีค่าคงที่ (ในที่นี้กำหนดให้ประชากรมีอายุเฉลี่ย 65 ปี) แต่กราฟเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก็เพราะจากสมการการคำนวณในหัวข้อที่ 2.3 การคำนวนหาผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อ จะมีพารามิเตอร์ อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คนมาเกี่ยวข้อง แต่ในที่นี้มีค่าน้อยมาก การเพิ่มขึ้นของผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อจึงมีค่าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เมื่อพิจารณากราฟจำนวนประชากรที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ และกราฟจำนวนประชากรที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและแพร่เชื้อได้ จะเห็นว่ามีค่าลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งนั่นหมายถึงว่าสามารถควบคุมการระบาดของโรคได้ ซึ่งเราสามารถดูจากกราฟจำนวนผู้ที่ฟื้นไข้ จะมีค่าเพิ่มขึ้นแล้วคงที่ แต่ในขณะที่ผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนประชากรที่ได้รับเชื้อแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้ และ จำนวนประชากรที่ได้รับเชื้อและแพร่เชื้อได้ จึงมีค่าลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปการทำงานและแนวทางในการพัฒนา

ระบบการทำนายหาผู้ป่วยไข้เลือดออกแบบระบุเวลานี้ จะมีความยืดหยุ่น พอสมควร เนื่องจากสามารถหาได้ว่า

- ตลอดทั้งปี จะมีผู้ป่วยในแต่ละวันเป็นจำนวนเท่าใด
- ตลอดทั้งปี การเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยในแต่ละวันว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- สามารถระบุได้ว่าต้องการดูค่าผลลัพธ์ใด ณ วันที่เท่าใด

และยังสามารถเลือกดูผลลัพธ์ที่คำนวณได้ถึง 7 ค่า ได้แก่

- จำนวนผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อ
- จำนวนผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้
- จำนวนผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อและสามารถแพร่เชื้อได้
- จำนวนผู้ที่หายจากการติดเชื้อ
- จำนวนยุงที่ไวต่อการติดเชื้อ
- จำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกแต่ยังไม่สามารถแพร่เชื้อได้
- จำนวนยุงที่ได้รับเชื้อไข้เลือดออกและสามารถแพร่เชื้อได้

ซึ่งในการนำไปใช้คำนวณจริงยังคงต้องการความแม่นยำของข้อมูลจริงเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ค่าของอัตราต่างๆ ที่ยังไม่ทราบว่าในความเป็นจริงมีค่าเท่ากับเท่าใด ซึ่งจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ยังมีค่าไม่เหมือนกับข้อมูลจริง

นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของโปรแกรมที่ใช้เขียนเอง ซึ่งถ้าหากค่าที่ทำการคำนวณ มีผลลัพธ์มากๆ จะทำให้เกิดการ Overflow ได้ จึงยังต้องมีการพัฒนาในส่วนนี้ต่อไปในอนาคต

แนวทางการพัฒนาในอนาคต

- ต้องพัฒนาโปรแกรมให้สามารถเก็บค่าผลลัพธ์ที่ขนาดมากๆได้ เพื่อป้องกันการเกิดปัญหา Overflow
- ควรมีการคำนวณหาค่าของอัตราต่างๆให้มีค่าที่สามารถระบุได้แน่นอน ตัวอย่างเช่น อัตราการถ่ายทอดเชื้อจากยุงสู่คน เป็นต้น
- ขยายขอบเขตของโปรแกรมให้สามารถหาได้มากกว่า 1 ปี และ สามารถหาในลักษณะอื่นๆได้เช่น หาจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแบบระบุช่วงอายุได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กลุ่มงานกีฏวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข ฝ่ายประชาสัมพันธ์ สำนักงานเลขานุการกรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2549. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคติดเชื้อและพาหะนำโรค** . [online]. Available : http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nih_1_001c.asp?info_id=123

- พญ.สมศรี ประยูรวิวัฒน์. 2549. **ไข้เลือดออกเดงกี่**. [online]. Available : http://women.sanook.com/health/healthcare/sick_14036.php

- ดร. น.พ. วินัย วุฒิวิโรจน์. 2549. **โรคนอกสายตา : โรคติดต่อท้าทาย**. [online]. Available : http://www3.easywebtime.com/ddc_kmo/small_pox.html

- สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณะสุข. 2549. **สถิติการแพร่ระบาดโรคไข้เลือดออก.** [CD-ROM]. กรุงเทพมหานคร.กระทรวงสาธารณะสุข

- กรมการปกครอง. 2545. **จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักร แยกเป็นกรุงเทพมหานครและจังหวัดต่างๆ ตามหลักฐานทางทะเบียนราษฎร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2544.** [online]. Available : http://www.dopa.go.th/stat/y_stat44.htm

- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2549. **ประชากรจากการทะเบียนของประเทศไทยปีพ.ศ. 2518-2548 สถิติประชากรและเคหะ.** [online]. Available : http://service.nso.go.th/nso/data/data23/stat_23/toc_1/1.1.1-1n.xls

- **พื้นที่จังหวัดในประเทศไทย.** 2549. **ประเทศไทย.** [online]. Available : http://th.wikipedia.org

- ทัศนีย์ ชังเทศ และ สมภพ ถาวรยิ่ง. ม.ป.ป. **การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์** . **พิมพ์ครั้งที่** 3. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พญ.ศิริเพ็ญ กัลยาณรุจ.2541. **ไข้เลือดออก: การดูแลรักษา**. กรุงเทพมหานคร. สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี (โรงพยาบาลเด็ก)

- Lourdes Esteva and Cristobal Vargas. 1998. **Analysis of a dengue disease transmission model.** [online]. Available : http://www.sciencedirect.com

- อภิชาติ ภู่พลับ. ม.ป.ป. **สนุกกับการประยุกต์ใช้** Visual Basic. กรุงเทพมหานคร : Dev book

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

- เกล็ดเลือด

เกล็ดเลือดเป็นส่วนประกอบของเลือด สร้างจากไขกระดูก มีหน้าที่ทำให้เลือดแข็งตัวและหยุดเลือดเวลามีบาดแผล การตรวจนับเกล็ดเลือดทางห้องปฏิบัติการโดยป้ายเลือดบนแผ่นสไลด์แล้วย้อมสีส่องดูด้วย กล้องจุลทรรศน์ ใช้เลนส์ objective กำลังขยาย 900-1000 เท่า (oil field) ในคนปกติจะมีเกล็ดเลือดประมาณ 200,000 - 500,000 เซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์ มม. (ประมาณ 4-10 เซลล์ต่อหนึ่ง oil field) หากพบเกล็ดเลือด 2-3 เซลล์ต่อหนึ่ง oil field แสดงว่าปริมาณเกล็ดเลือดต่ำกว่าปกติ คือมีเกล็ดเลือดน้อยกว่า 100,000 เซลล์ ต่อ 1 ลูกบาศก์ มม.

- การทดสอบทูร์นิเกต์

การทดสอบทูร์นิเกต์ (Tourniquet Test) ใช้แถบรัดแขนของเครื่องวัดความดันโลหิต รัดที่ต้นแขน แล้วบีบลมเข้าแถบรัดให้ความดันขึ้นมีค่ากึ่งกลางระหว่างความดันโลหิตค่าบนและค่าล่าง (ซีสโตลิคและไดแอสโตลิค) เป็นเวลานาน 5 นาที แล้วปล่อยลมคลายแถบรัดออก ตรวจดูที่ผิวหนังส่วนล่างต่อจากบริเวณที่แถบรัด หากเห็นมีจุดเลือดออกที่ผิวหนังมากกว่า 10 จุด ต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว ถือว่าตรวจได้ผลบวก หากไม่มีจุดเลือดออกหรือมีน้อยกว่า 10 จุดต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว ถือว่าได้ผลลบ

- PMN

เป็นค่าที่แสดงถึงการแยกชนิดของเม็ดเลือดขาว ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปของร้อยละของเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ ซึ่งค่า PMN หรือ N หรือ Neu (Polymorphonuclear cell หรือ Neutrophil) ตัวนี้ ค่าปกติจะอยู่ ประมาณ 50-60% ถ้าสูงมาก (เช่นมากกว่า 80% ขึ้นไป) จะทำให้นึกถึงสภาวะที่มีการติดเชื้อแบคทีเรีย

- Lymphocyte

Lymp หรือ L (Lymphocyte) หรือเม็ดน้ำเหลือง พวกนี้ปกติ จะพบน้อยกว่า PMN เล็กน้อย (สองตัวนี้รวมกัน จะได้เกือบ 100 % ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด) ถ้าพบ Lymp ในปริมาณ สัดส่วนสูงขึ้นมามากๆ โดยเฉพาะร่วมกับภาวะเม็ดเลือดขาว(WBC)โดยรวมต่ำลง อาจจะเกิดจากการติดเชื้อไวรัส โดยเฉพาะถ้ามี Lymp ที่รูปร่างแปลกๆและตัวโตผิดปกติ ที่เรียกกันว่า Atypical Lymphocyte จำนวนมากร่วมกับ เกล็ดเลือดต่ำ และ Hct สูง จะพบได้บ่อยในคนไข้ ไข้เลือดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hematocrit

Hematocrit (HCT) วัดความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงในเลือด ปกติเท่ากับ 45 % โดยทั่วไปผู้หญิงจะต่ำกว่าผู้ชาย ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น เมื่อปั่นในอัตราเร็ว และเวลาที่ กำหนดให้เป็นการหา%ของส่วนปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นต่อปริมาตรเลือดทั้งหมด มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "Packed cell volume (PCV) หรือ Volume Packed red cell"

- ESR

จาก Erythrocyte Sedimentation Rate หมายถึง อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ค่าปกติต่ำกว่า 20 มิลลิเมตรใน 1 ชั่วโมง

- Reye Syndrome

เป็นกลุ่มอาการที่มีระดับความรู้สติเสียไป ร่วมกับการเปลี่ยนของการทำงานของตับ มักจะได้พบในเด็กและมีอัตราตายสูง ผู้ป่วยที่รอดชีวิตก็อาจจะมีความพิการทางสมองตามมา มักจะได้ประวัติว่าผู้ป่วยได้รับยาแอสไพรินในช่วงการติดเชื้อไวรัส

- Septic shock

การติดเชื้อเป็นเรื่องที่พบมากทางสัตวแพทย์ และมักทำให้เกิดปัญหาตามมามากมาย การอักเสบตามที่ต่างๆ ในปริมาณมาก หรือแม้กระทั่งแผลที่ติดเชื้อหลังการผ่าตัด เชื้อที่เข้ามาหลายๆชนิดจะปล่อยสารพิษเข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งสารพิษนี้จะเข้าไปทำลาย กระบวนการต่างๆในเซลล์ และที่สำคัญอย่างหนึ่งที่พบมากคือ สารพิษเหล่านี้จะทำให้เส้นเลือดที่อยู่ตามอวัยวะภายในต่างๆ เกิดการหดตัวลดลง ทำให้เกิดเลือดเข้ามาคั่งค้างในบริเวณนี้มาก ทำให้เกิดภาวะช็อคตามมา อาการที่สำคัญคือ จะพบว่ามีการเพิ่ม cardiac output, หายใจถี่, และเกิดปัญหา alkalosis เนื่องจากภาวะหายใจที่ไม่สามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้ จึงเป็นผลต่อเนื่องให้เซลล์ขาดออกซิเจน และลดปริมาณการผลิต ATP ลง

- Nursing care

การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น

- Ringer acetate

น้ำเกลือชนิดหนึ่ง ใช้กรณีการสูญเสียเลือด

- **โลหิตรวม** (Whole Blood)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กับผู้ป่วยที่เกิดภาวะเสียโลหิต เชนอุบัทวเหตุ โลหิตออกในกระเพาะอาหารและลำไส้ การผ่าตัดหัวใจ เป็นต้น ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่า การใช้โลหิตรวม (Whole Blood) ไม่ใช่เป็นการรักษาที่ดีที่สุดการให้โลหิตในสมัยนี้เชื่อว่าควรให้ส่วนประกอบของโลหิตเฉพาะที่ผู้ป่วยขาดส่วนนั้นๆ

- สเตียรอยด์

เป็นชื่อเรียกของกลุ่มฮอร์โมนที่ถูกสร้างจากต่อมหมวกไต ซึ่งที่ต่อมนี้จะสร้างฮอร์โมนแอนโดรเจน (ฮอร์โมนชาย) ด้วย

- acidosis

ภาวะที่โลหิตมีปริมาณไบคาร์โบเนตมากกว่าปกติ

- fluid

ของเหลว, ของไหล, สิ่งที่ไหลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

1. การแบ่งขอบเขตการศึกษา

จะแบ่งพื้นในประเทศไทยออกเป็นทั้งสิ้น 5 ภูมิภาคได้แก่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ภาคเหนือ** ประกอบด้วย 17 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ นครสวรรค์ ตาก น่าน พะเยา พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน สุโขทัย อุตรดิตถ์ และ อุทัยธานี

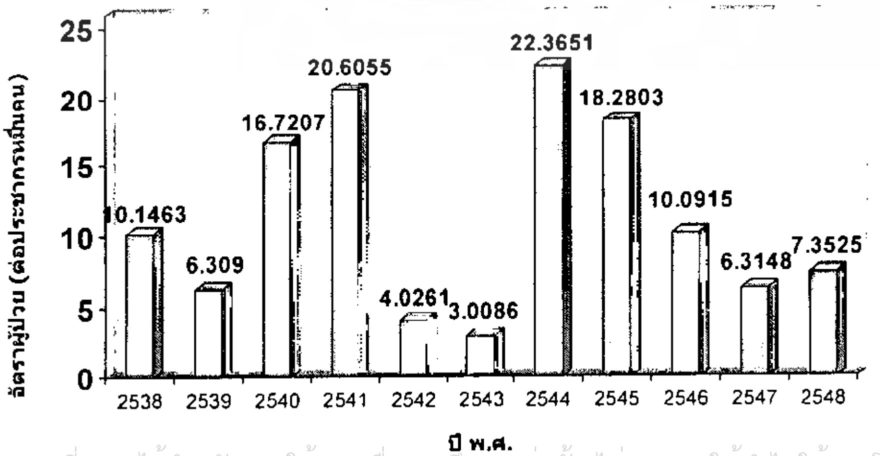
- **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** หรือภาคอีสาน ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู อำนาจเจริญ อุดรธานี และ อุบลราชธานี

- **ภาคตะวันออก** ประกอบด้วย 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด จันทบุรี ชลบุรี ตราด และ ระยอง

- **ภาคกลาง** ประกอบด้วย 21 จังหวัด และ 1 เขตการปกครองพิเศษ ได้แก่ จังหวัด กาญจนบุรี ฉะเชิงเทรา ชัยนาท นครนายก นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี ประจวบคีรีขันธ์ ปราจีนบุรี พระนครศรีอยุธยา เพชรบุรี ราชบุรี ลพบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สระแก้ว สระบุรี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี และ อ่างทอง ส่วน กรุงเทพมหานคร ไม่นับว่าเป็นจังหวัด เนื่องจากเป็นเขตการปกครองพิเศษ

- **ภาคใต้** ประกอบด้วย 14 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปัตตานี พังงา พัทลุง ภูเก็ต ยะลา ระนอง สงขลา สตูล และ สุราษฎร์ธานี

2. **อัตราผู้ป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกระหว่างปีพ.ศ.2538 ถึงปีพ.ศ. 2548**
ถ้าหากนำข้อมูลของผู้ป่วยระหว่างปี พ.ศ.2538 ถึงปี พ.ศ. 2548 มาสร้างเป็นกราฟ โดยใช้อัตราส่วนต่อ 1 หมื่นคน[สามารถคำนวณได้จากสูตร=>(จำนวนผู้ป่วย/จำนวนประชากรทั้งหมด) x 10,000] จะได้กราฟดังภาพที่ 1



ภาพที่1 แผนภูมิแสดงอัตราอัตราผู้ป่วย(ต่อประชากรหมื่นคน)
เป็นโรคไข้เลือดออกระหว่างปี พ.ศ.2538-พ.ศ 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ... อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อัตราผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละภูมิภาคในปีพ.ศ.2544

จากภาพที่1 จะเห็นได้ว่า ในปีพ.ศ.2544 จะมีจำนวนผู้ป่วยเป็นโรคมากที่สุดคือทุกๆ 1 หมื่นคนจะมีจำนวนผู้ป่วย 22.3651 ราย และถ้าจะแบ่งจำนวนผู้ป่วยในปี พ.ศ.2544 ออกเป็นภูมิภาค 5 ภูมิภาคตามที่ทำการกำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ จะทำให้ได้จำนวนผู้ป่วยและจำนวนประชากรของแต่ละภูมิภาคดังนี้

1. ภาคเหนือ จะมีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 27,562 รายจากจำนวนประชากรทั้งสิ้น 12,124,425 คน คิดเป็น 22.7326 คน ต่อประชากร 1 หมื่นคน

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 27,668 รายจากประชากรทั้งสิ้น 21,493,681 คน คิดเป็น 12.8726 คนต่อประชากร 1 หมื่นคน

3. ภาคตะวันออก จะมีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 9,134 ราย จากจำนวนประชากรทั้งสิ้น 2,364,756 คน คิดเป็น 38.6255 คนต่อประชากร 1 หมื่นคน

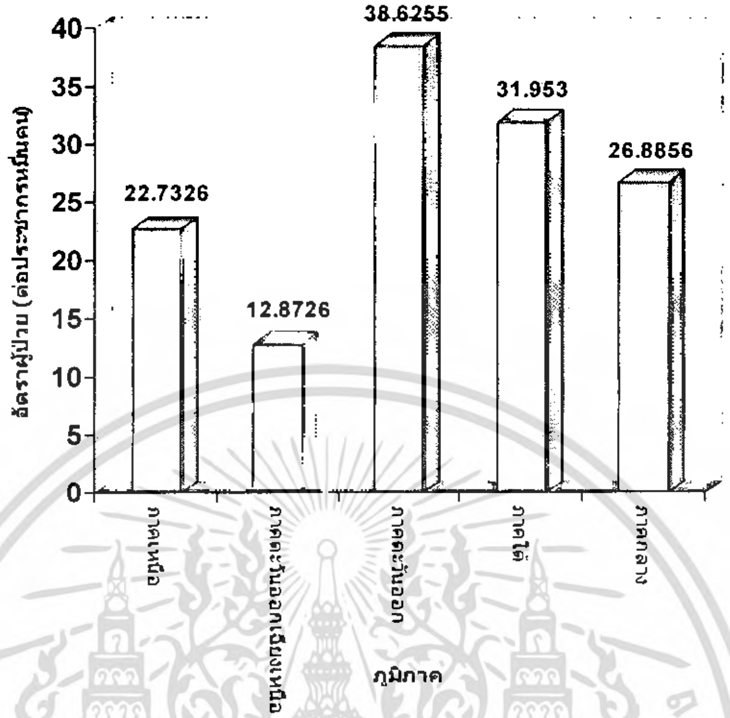
4. ภาคกลาง จะมีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 48,433 รายจากจำนวนประชากรทั้งสิ้น 18,014458 คน คิดเป็น 26.8856 คนต่อประชากร 1 หมื่นคน

5. ภาคใต้ จะมีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 26,558 ราย จากจำนวนประชากรทั้งสิ้น 8,311,567 คน คิดเป็น 31.953 คนต่อประชากร 1 หมื่นคน

หากนำมาทำเป็นกราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยในอัตราส่วนต่อ 1 หมื่นคน

[สามารถคำนวณได้จากสูตร = > (จำนวนผู้ป่วย/จำนวนประชากรทั้งหมด)x10,000] จะได้ดังภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2 แผนภูมิแสดงอัตราผู้ป่วย (ต่อประชากรหมื่นคน)
จากการเป็นไข้เลือดออกในปี พ.ศ 2544 แบ่งเป็นภูมิภาค

4. **อัตราผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกรายจังหวัดในปีพ.ศ.2544**

ถ้าหากแบ่งข้อมูลของแต่ละจังหวัดในแต่ละภูมิภาค (แบ่งเป็น 5 ภูมิภาค)แล้ว จะสามารถหาอัตราผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัด

[สามารถคำนวณได้จากสูตร = > (จำนวนผู้ป่วย/จำนวนประชากรทั้งหมด) x 10,000] จะได้ข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคเหนือในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน

จังหวัด	**อัตราผู้ป่วย (ต่อหนึ่งหมื่นคน)**
นครสวรรค์	47.3577
พิษณุโลก	42.2165
กำแพงเพชร	39.7391
อุทัยธานี	35.8481
พิจิตร	35.0686
ตาก	34.0756
เพชรบูรณ์	31.4184
อุตรดิตถ์	27.5792
สุโขทัย	24.2123
ลำปาง	12.7175
แพร่	11.2641
ลำพูน	10.6150
พะเยา	9.3503
เชียงใหม่	7.3711
แม่ฮ่องสอน	4.2195
เชียงราย	3.9979
น่าน	3.4482

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเหนือในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน

จังหวัด	**อัตราผู้ป่วย (ต่อหนึ่งหมื่นคน)**
บุรีรัมย์	23.5873
นครราชสีมา	23.2647
สุรินทร์	21.3183
ศรีสะเกษ	18.1544
ชัยภูมิ	14.2451
มหาสารคาม	12.5436
กาฬสินธุ์	11.5175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเหนือในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน (ต่อ)

ขอนแก่น	11.0131
อุบลราชธานี	10.6363
ยโสธร	9.7881
เลย	8.4925
อุดรธานี	7.0352
ร้อยเอ็ด	6.3580
หนองบัวลำภู	5.6997
สกลนคร	4.7295
หนองคาย	4.6861
อำนาจเจริญ	3.7205
นครพนม	3.5321
มุกดาหาร	3.4234

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน

จังหวัด	อัตราผู้ป่วย (ต่อหนึ่งหมื่นคน)
ชลบุรี	44.6012
ระยอง	42.3429
จันทบุรี	31.8696
ตราด	15.3784

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคกลางในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน

จังหวัด	อัตราผู้ป่วย (ต่อหนึ่งหมื่นคน)
ปราจีนบุรี	38.9764
นครปฐม	37.8198
ปทุมธานี	35.6335
ลพบุรี	33.6281
นนทบุรี	32.3049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคกลางในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน (ต่อ)

สระแก้ว	31.0058
ราชบุรี	29.6993
กรุงเทพมหานคร	28.1216
สมุทรสาคร	27.7785
สมุทรสงคราม	26.1734
นครนายก	25.3193
อ่างทอง	24.5990
ประจวบคีรีขันธ์	24.2791
กาญจนบุรี	23.9179
สมุทรปราการ	22.8726
สระบุรี	22.4495
เพชรบุรี	20.3032
ฉะเชิงเทรา	19.1771
พระนครศรีอยุธยา	17.8760
สุพรรณบุรี	17.6647
สิงห์บุรี	15.1011
ชัยนาท	12.2246

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคใต้ในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน

จังหวัด	อัตราผู้ป่วย (ต่อหนึ่งหมื่นคน)
สงขลา	60.6210
ยะลา	38.4539
ปัตตานี	36.4405
พัทลุง	35.8742
กระบี่	32.5163
ตรัง	30.0667
นครศรีธรรมราช	28.9274
สุราษฎร์ธานี	25.9031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัดในภาคใต้ในอัตราส่วนต่อหนึ่งหมื่นคน (ต่อ)

นราธิวาส	20.6811
ชุมพร	19.1148
สตูล	17.2598
พังงา	15.4096
ภูเก็ต	6.5038
ระนอง	6.1834

5. **จังหวัดที่มีอัตราผู้ป่วยเป็นโรคไข้เลือดมากที่สุดของแต่ละภูมิภาคในปีพ.ศ.2544**

จากตารางที่ 3.1-3.5 ถ้าแบ่งตามภูมิภาค (ทั้ง 5 ภาค) จังหวัดที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกมากที่สุดของแต่ละภาค ในจังหวัดดังต่อไปนี้

1. ภาคเหนือ ได้แก่จังหวัด นครสวรรค์ คือมีผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกทั้งสิ้น 47.3577 คน ต่อประชากร 1 หมื่นคน

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่จังหวัด บุรีรัมย์ คือมีผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกทั้งสิ้น 23.5873 คน ต่อประชากร 1 หมื่นคน

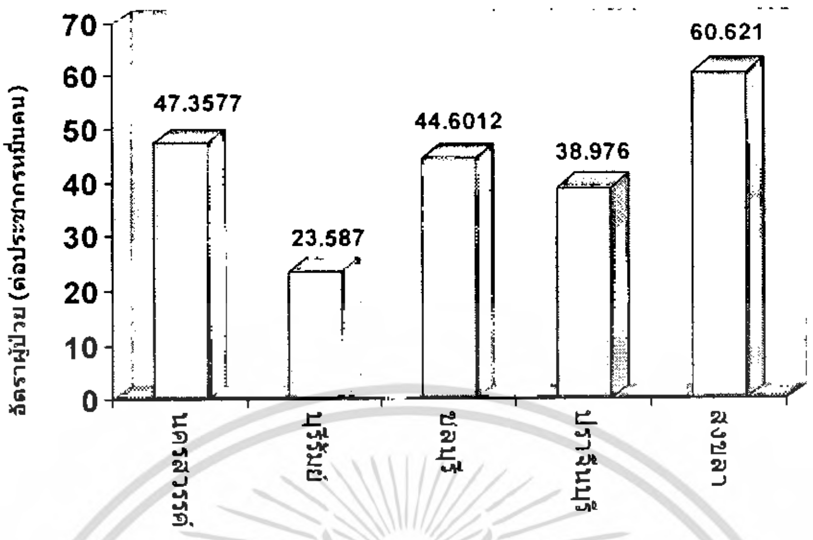
3. ภาคตะวันออก ได้แก่จังหวัด ชลบุรี คือมีผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกทั้งสิ้น 44.6012 คน ต่อประชากร 1 หมื่นคน

4. ภาคกลาง ได้แก่จังหวัด ปราจีนบุรี คือมีผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกทั้งสิ้น 38.9764 คน ต่อประชากร 1 หมื่นคน

5. ภาคใต้ ได้แก่จังหวัด สงขลา คือมีผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกทั้งสิ้น 60.6210 คน ต่อประชากร 1 หมื่นคน

และถ้าหากนำมาทำเป็นกราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยในอัตราส่วนต่อ 1 หมื่นคน [สามารถคำนวณได้จากสูตร = > (จำนวนผู้ป่วย/จำนวนประชากรทั้งหมด) x 10,000] จะได้ดังภาพที่ 3

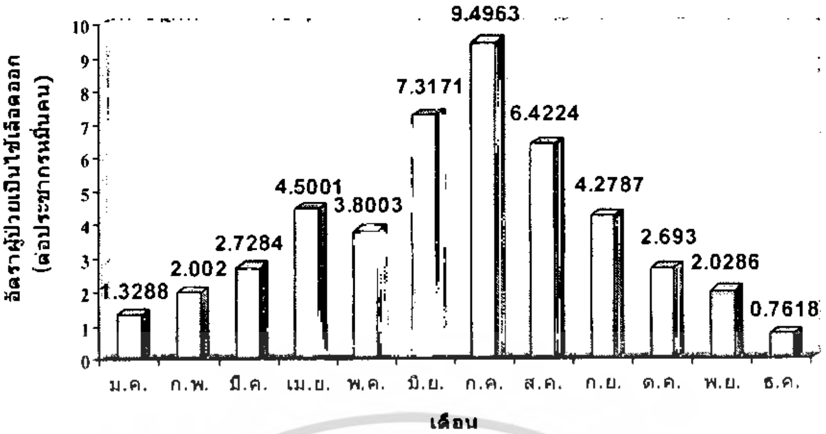
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



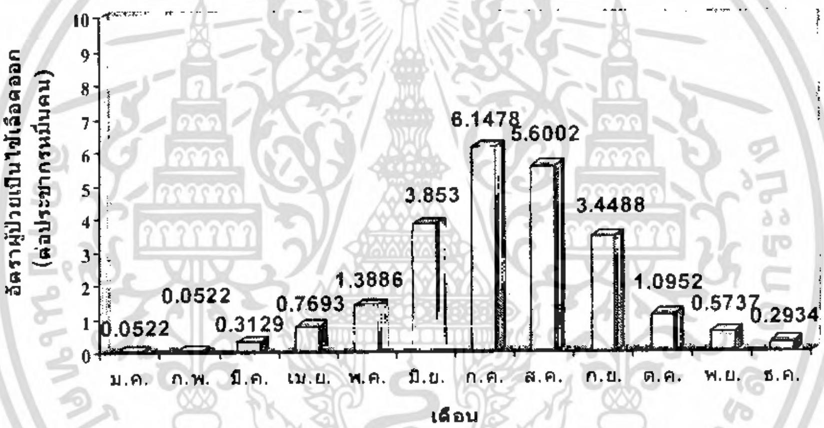
ภาพที่3 แผนภูมิแสดงอัตราผู้ป่วย(ต่อประชากรหมื่นคน)
ที่มากที่สุดของแต่ละจังหวัดในแต่ละภูมิภาค ในปี พ.ศ.2544

เมื่อนำข้อมูลของผู้ป่วยในแต่ละจังหวัดที่สนใจ มาทำการสร้างเป็นแผนภูมิแยกเป็นแบบรายเดือนจะได้ดังภาพที่ 4-8

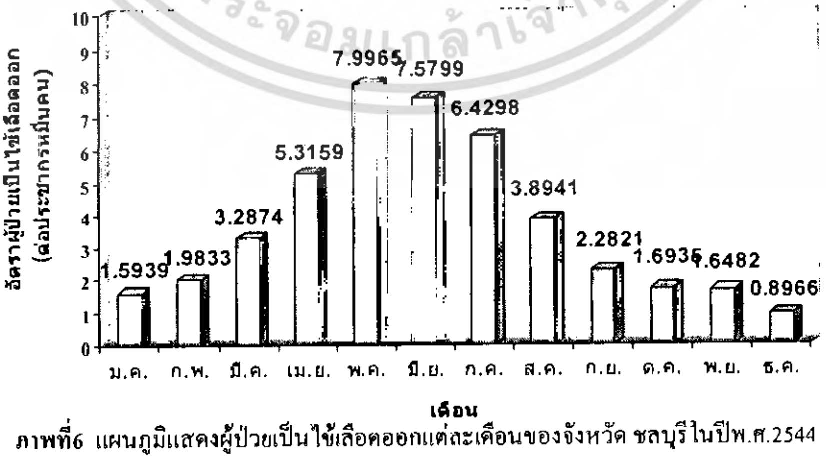
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัด นครสวรรค์ในปีพ.ศ.2544

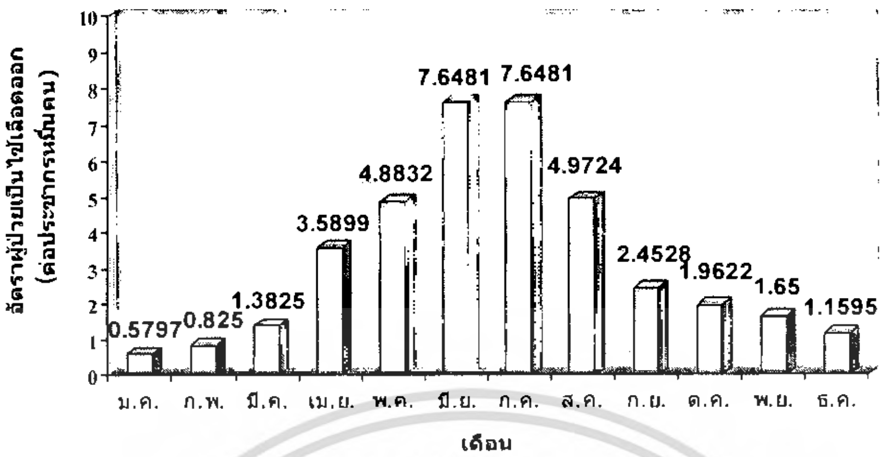


ภาพที่5 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัด บุรีรัมย์ในปีพ.ศ.2544

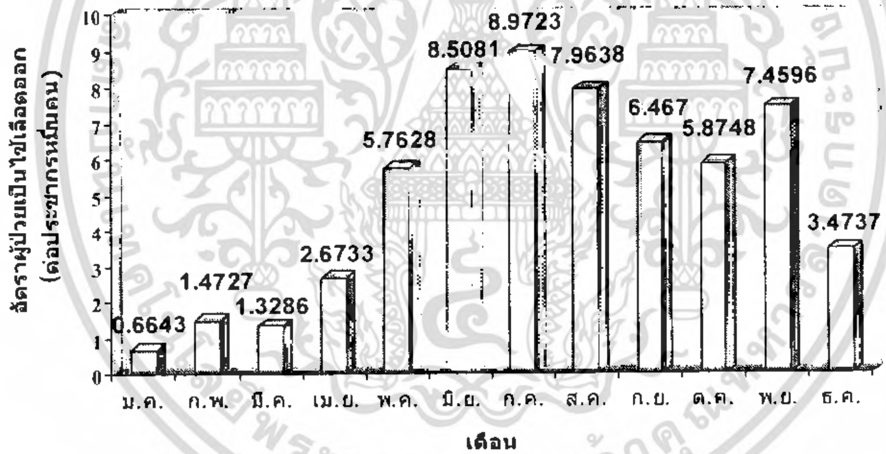


ภาพที่6 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัด ชลบุรีในปีพ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่7 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัด ปราจีนบุรีในปีพ.ศ.2544



ภาพที่8 แผนภูมิแสดงผู้ป่วยเป็นไข้เลือดออกแต่ละเดือนของจังหวัด สงขลาในปีพ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้