

**การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศ ความหนาแน่นของบ้านเรือน
และอัตราการระบาด เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงของโรคไข้เลือดออก
ในเขตอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี**

**A correlation study between weather, density of houses and the outbreak
for determination the risk area of the Dengue Hemorrhagic fever of the
Banglamung District, Chon Buri Province**

จันทน์ย์ บุญมามีพูล, สุพรรณ กาญจนสุธรรม, แก้ว นวลจวี และ ณรงค์ พลธิรักษ์
Jantanee Boonmameepool, Supan Karnchanasutham, Kaew Nualchawee
and Narong Plerux

คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Faculty of Geoinformatics, Burapha University

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาททางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานด้านระบาดวิทยาและการควบคุมโรค โรคไข้เลือดออกก็เป็นอีกโรคหนึ่งที่สามารถใช้เทคโนโลยีนี้ในการวางแผนควบคุมและป้องกันการระบาดของโรค เนื่องจากเป็นโรคที่การระบาดผันแปรตามปัจจัยทางภูมิอากาศ งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกในอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี โดยทำการรวบรวมข้อมูลระดับตำบลระหว่างปี พ.ศ. 2552-2556 ได้แก่ จำนวนผู้ป่วย จำนวนประชากร จำนวนหลังคาเรือนจากหน่วยงานท้องถิ่น ในขณะที่ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันที่ฝนตกจากสถานีอุตุนิยมวิทยา 6 สถานีรอบพื้นที่มาทำการประมาณค่าช่วง (Interpolation) เพื่อหาค่าเฉลี่ยรายตำบล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) แล้วนำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาพื้นที่และช่วงเวลาเสี่ยงของโรคไข้เลือดออกโดยใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop 10.0 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลรายเดือน พบว่าระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคมเป็นช่วงเวลามีความเสี่ยงสูง และมีระดับความเสี่ยงมากที่สุดในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม โดยตำบลที่มีความเสี่ยงสูง คือ ตำบลหนองปรือ จากผลการวิเคราะห์สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ทำการศึกษได้

Abstract

The geospatial technology has been introduced in the field of the health science particularly the epidemiology. The Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is one of the infectious disease that could be used this technology for preventive planning because its incidence

related to the weather atmosphere. This research aims to evaluate the DHF risk area of the Banglamung district, Chon Buri province by using data from the year 2009-2013. The secondary data such as the numbers of dengue patients, the population and the number of households were collected from the sub-district officers. Whereas the temperature, the relative humidity, the rainfall, the number of rainy days of each sub-district were interpolated and averaged from six meteorological stations around the study area. After that, the data were analyzed through a correlation analysis. The correlation results were used to indicate the risk areas of dengue fever using ArcGIS Desktop 10.0. It was found that, the monthly risk areas showed the period of high risk in April to October in which the highest risk was found in July and August, and the high risk area was Nongprue sub district. Finally, the results could be used for preventive planning of DHF in the study area.

Keywords : Geoinformatic System, Dengue Hemorrhagic Fever, Risk Area

บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกิดขึ้นมากมาย เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หรือ Geoinformation Technology เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และเชื่อมโยงและผสมผสานข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการดำเนินงานในเชิงพื้นที่ร่วมกับกิจกรรมทางด้านสาธารณสุขในการป้องกันและควบคุมโรค และยังช่วยในการตัดสินใจในการป้องกันและควบคุมโรคได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม มีความชัดเจน และแม่นยำมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2556) ซึ่งโรคไข้เลือดออกเป็นโรคหนึ่งที่มีการระบาดและยากต่อการควบคุมเป็นอย่างมาก โดยที่แหล่งเพาะพันธุ์ยุงนั้นสามารถพบได้ตามแหล่งน้ำและภาชนะน้ำขังของแต่ละบ้านเรือนซึ่งยากต่อการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคทำให้ยุงลายสามารถวางไข่และแพร่พันธุ์ได้อย่าง

รวดเร็ว โดยเฉพาะปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของโรคอย่างรวดเร็วคือปริมาณน้ำฝนความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และดัชนีลูกน้ำยุงลาย (ปภานิจ สวงโท, วัชรวิ แก้วนอกเขา และสมาน สยมภูจันท์, 2556) และอีกปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการระบาดและมีการขยายพื้นที่การเกิดโรค ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร โดยเฉพาะในแหล่งที่มีชุมชนหนาแน่นหรือชุมชนเมือง และมีคนอาศัยอยู่มาก ทำให้มียุงลายมากขึ้น ตามการเพิ่มของภาชนะขังน้ำ เนื่องจากมีผลต่อแหล่งเพาะพันธุ์และพาหะนำโรคไข้เลือดออก ซึ่งจากอุบัติการณ์นั้นพบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตลอดทั้งปี และพบมากในช่วงฤดูฝน คือ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมของทุกปี (เจตน์ วันแต่ง, ปารีชาติ ภัฏญานบุญ, มัทนพร บุญเรา และวรางคณา อ่อนทรวง, 2552)

จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีประชากรอาศัยอยู่มากที่สุดในภาคตะวันออก และถือว่าเป็นแหล่งชุมชนและมีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น และมีรายงานการระบาดของโรคไข้เลือดออกสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอำเภอบางละมุง ซึ่งมีรายงานข้อมูลสถานการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ระหว่างปี

พ.ศ. 2550-2556 มีจำนวนผู้ป่วย 2,849 ราย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี โดยใช้วิธีการระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ที่ทำการศึกษานอกจากนี้ ยังอาจสามารถใช้เป็นแนวทางในการควบคุมโรคไข้เลือดออกในพื้นที่อื่น ๆ ได้ต่อไป

ข้อมูลและวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมและจัดการข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูล 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) โดยมีขั้นตอนดังนี้

ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)

แผนที่ดิจิทัลแบบโพลีกอนของอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ระดับอำเภอและตำบล แสดงขอบเขตของตำบลและขนาดของพื้นที่ โดยแปลงข้อมูลเป็นชั้นข้อมูล (Layer) นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมด บันทึกเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งใช้ในการจัดการฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์ (*.xls) นำเข้าและออกแบบฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.0 เพื่อกำหนดรูปแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) รวมทั้งกำหนดรหัสข้อมูลให้แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลทั้งสองประเภท และกำหนดมาตรฐานโครงสร้างของฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลประเภท dBase (*.dbf) หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทาง

ด้านสถิติและข้อมูลเชิงพื้นที่

ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data)

นำจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายวันที่ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานสาธารณสุขอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี มาทำการจำแนกเป็นรายเดือนและรายปีแยกเป็นรายตำบล และจำนวนหลังคาเรือนระดับตำบลจากนายทะเบียนท้องที่ของที่ว่าการอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี เพื่อใช้ในการหาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยต่อไป

นำข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน และจำนวนวันที่ฝนตก พ.ศ. 2552-2556 จากสถานีอุตุนิยมวิทยา 6 สถานี คือ สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทยา ชลบุรี เกาะสีชัง ฉะเชิงเทรา และสถานีในจังหวัดระยอง 2 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาระยองและสถานีอุตุนิยมวิทยาระยอง กลุ่มงานอากาศเกษตรห้วยโป่งมาหาค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ยรายวันของแต่ละเดือน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการ interpolate เพื่อหาข้อมูลในระดับตำบล โดยกำหนดตำแหน่งของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้งหมด 6 สถานี ในข้อมูลดิจิทัลของอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.0 เพื่อแปลงเป็นข้อมูลจุด (Point) ในรูปแบบของ Shape File จากนั้นนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดรายเดือน ปริมาณน้ำฝนรายเดือน และจำนวนวันที่ฝนตกรายเดือนจากทั้ง 6 สถานี และทำการ Interpolation เพื่อหาค่าเฉลี่ยรายตำบลโดยใช้คำสั่ง IDW ประมาณค่าช่วง โดยใช้ชั้นข้อมูลขอบเขตตำบลร่วมกับคำสั่ง Zonal Statistics as Table และนำข้อมูลในระดับตำบลไปใช้ในการหาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยต่อไป

2. การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย

ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ จำนวนหลังคาเรือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ความชื้นสัมพัทธ์

เฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย กับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก โดยใช้สถิติการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ด้วยโปรแกรมประมวลผลสำเร็จรูป จากนั้นนำค่าความสัมพันธ์ที่ได้ไปกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighting) ถ้าค่าความสัมพันธ์ที่ได้มีค่าเป็นลบให้ทำการปรับฐานค่าความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยให้เป็นบวกจากนั้นกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักโดยปรับค่าความสัมพันธ์ให้เป็นบวกโดยการบวกทุกค่าด้วยสองเท่าของค่าความสัมพันธ์ที่ต่ำที่สุด แล้วปรับอัตราส่วนให้มีผลรวมเท่ากับ 1 และนำไป

กำหนดค่าคะแนนของปัจจัยเพื่อนำไปประเมินหาพื้นที่เสี่ยงของโรคไข้เลือดออกต่อไป

3. การกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย

ทำการกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย (Rating) โดยทำการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน ปริมาณน้ำฝนรายวัน จำนวนวันที่ฝนตก รายเดือน และจำนวนหลังคาเรือน แล้วนำค่าที่ได้ของแต่ละปัจจัยมาหาค่าคะแนนเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีกำหนดค่าคะแนนของปัจจัยและประเภทข้อมูลของปัจจัย

การกำหนดประเภทของข้อมูล	ค่าคะแนนของปัจจัย (Rating)
คะแนนมากกว่าค่า $\bar{X} + 1 \text{ S.D.}$	4
คะแนนระหว่างค่า \bar{X} ถึง $\bar{X} + 1 \text{ S.D.}$	3
คะแนนระหว่างค่า $\bar{X} - 1 \text{ S.D.}$ ถึง \bar{X}	2
คะแนนน้อยกว่าค่า $\bar{X} - 1 \text{ S.D.}$	1

4. การวิเคราะห์และประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก

ทำการวิเคราะห์พื้นที่การระบาดของโรคไข้เลือดออกเชิงพื้นที่ โดยค่าดัชนีปัจจัยร่วม ซึ่งกำหนดได้จากผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักคูณกับคะแนนของแต่ละปัจจัย จากนั้นนำผลรวมของคะแนนค่าความสำคัญของปัจจัยร่วมมาแบ่งช่วงตามระดับพื้นที่เสี่ยงของการเกิดโรคไข้เลือดออก ซึ่งทำการคำนวณหาผลรวมของคะแนนค่าความสำคัญของปัจจัยร่วมสูงสุด (max) และต่ำสุด (min) โดยคำนวณจากสมการที่ 1

$$S = (R_1 \times W_1) + (R_2 \times W_2) + \dots + (R_n \times W_n) \quad (1)$$

โดยที่ S = ผลรวมของคะแนนค่าความสำคัญของปัจจัยร่วม

R = ค่าคะแนนของปัจจัยต่าง ๆ

W = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ

n = ปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์

หาช่วงระดับความเสี่ยงในการกำหนดระดับความเสี่ยงของพื้นที่ โดยการคำนวณหาค่าอันตรายภาคชั้น (สมการที่ 2) โดยนำคะแนนสูงสุดและต่ำสุดมาจัดชั้นข้อมูลใหม่ให้มีความกว้างของอันตรายภาคชั้นที่เท่ากัน 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงสูง พื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงปานกลาง และพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงน้อย จากนั้นนำอันตรายภาคชั้นมากำหนดพื้นที่เสี่ยง โดยกำหนดสีที่แสดงในแผนที่

ในแต่ละพื้นที่ และจัดทำชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่

$$\text{อันตรายภาคชั้น} = \frac{S_{\text{สูงสุด}} - S_{\text{ต่ำสุด}}}{\text{จำนวนชั้นที่ต้องการ}} \quad (2)$$

ทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่การระบาดของโรคไข้เลือดออกแยกรายเดือน โดยนำค่าของแต่ละปัจจัยที่ได้จากการ interpolation มาเทียบค่ากับประเภทข้อมูลของปัจจัยเพื่อกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย จากนั้นคำนวณผลรวมของคะแนนค่าความสำคัญของปัจจัยร่วมในแต่ละตำบล ดังสมการที่ 1 โดยนำค่าถ่วงน้ำหนักคูณกับค่าคะแนนของปัจจัยร่วมแต่ละปัจจัย แยกรายตำบล รายเดือน และวิเคราะห์ผลรวม แบ่งช่วงตามระดับความเสี่ยง 3 ระดับ เพื่อจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกรายเดือน

ผลการศึกษา

1. การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนหลังคาเรือนจากนายทะเบียนท้องที่ จำนวนผู้ป่วยรายเดือนจากสำนักงานสาธารณสุขอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี แยกเป็นรายตำบล ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2556 พบดังแสดงใน ตารางที่ 2

จากการนำค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน จำนวนวันที่ฝนตก ที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 6 สถานี คือ สถานีอุตุนิยมวิทยาพัทยา ชลบุรี เกาะสีชัง ฉะเชิงเทรา และสถานีระยอง 2 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาระยองและสถานีอุตุนิยมวิทยาระยอง กลุ่มงานอากาศเกษตร ห้วยโป่ง มาทำการ interpolation เพื่อหาค่าเฉลี่ยของทั้ง 4 ปัจจัยแยกเป็นรายตำบล ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

2. การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วย จำนวนหลังคาเรือน และปัจจัยด้านภูมิอากาศ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกจำนวน 2 ปัจจัย คือ จำนวนหลังคาเรือน (0.891) ความชื้นสัมพัทธ์ (0.079) มีความสัมพันธ์เชิงลบจำนวน 3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ (-0.035) ปริมาณน้ำฝน (-0.334) และจำนวนวันที่ฝนตก (-0.199) หลังจากปรับค่าความสัมพันธ์ให้เป็นบวกและปรับอัตราส่วนให้มีผลรวมเท่ากับ 1 แล้วกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยได้ดังนี้ คือ จำนวนหลังคาเรือน (0.417) ความชื้นสัมพัทธ์ (0.200) อุณหภูมิ (0.169) ปริมาณน้ำฝน (0.089) และจำนวนวันที่ฝนตก (0.125)

3. การประเมินหาพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออกระดับตำบล

จากการศึกษา พบว่า การระบาดของโรคไข้เลือดออกมีมากระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม และน้อยระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม (ภาพที่ 1) เมื่อพิจารณาความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกแยกเป็นรายตำบล พบว่า ตำบลบางละมุงมีความเสี่ยงมากในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีความเสี่ยงปานกลางในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายน และตุลาคม มีความเสี่ยงน้อยในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ตำบลหนองปรือมีความเสี่ยงมากในเดือนเมษายน ถึงตุลาคม มีความเสี่ยงปานกลางในเดือนมีนาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีความเสี่ยงน้อยในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ ตำบลหนองปลาไหลมีความเสี่ยงมากในเดือนสิงหาคม มีความเสี่ยงปานกลางในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน

กรกฎาคม กันยายน และตุลาคม มีความเสี่ยงน้อย ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ตำบลโป่งมีความเสี่ยงมากในเดือน กรกฎาคมและสิงหาคม มีความเสี่ยงปานกลาง ในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายน และตุลาคม มีความเสี่ยงน้อยในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ตำบลเขาไม้แก้วมีความเสี่ยงมากในเดือน กรกฎาคมและสิงหาคม มีความเสี่ยงปานกลาง ในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายน และตุลาคม มีความเสี่ยงน้อยในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤษภาคม และธันวาคม ตำบลห้วยใหญ่มีความเสี่ยงมากในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม มีความเสี่ยงปานกลางในเดือน

มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายน และตุลาคม มีความเสี่ยงน้อยในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ พฤษภาคม และธันวาคม ตำบล ตะเคียนเตี้ยมีความเสี่ยงมากในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม มีความเสี่ยงปานกลางในเดือน เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายน และ ตุลาคม มีความเสี่ยงน้อยในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤษภาคม และธันวาคม ตำบลนาเกลือมีความเสี่ยงมากในเดือนสิงหาคม มีความเสี่ยงปานกลางในเดือนเมษายน มิถุนายน กรกฎาคม กันยายน และตุลาคม มีความเสี่ยงน้อย ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤษภาคม พฤศจิกายน และธันวาคม

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนหลังคาเรือนรายปี และจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกระหว่างปี พ.ศ. 2552-2556 ในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

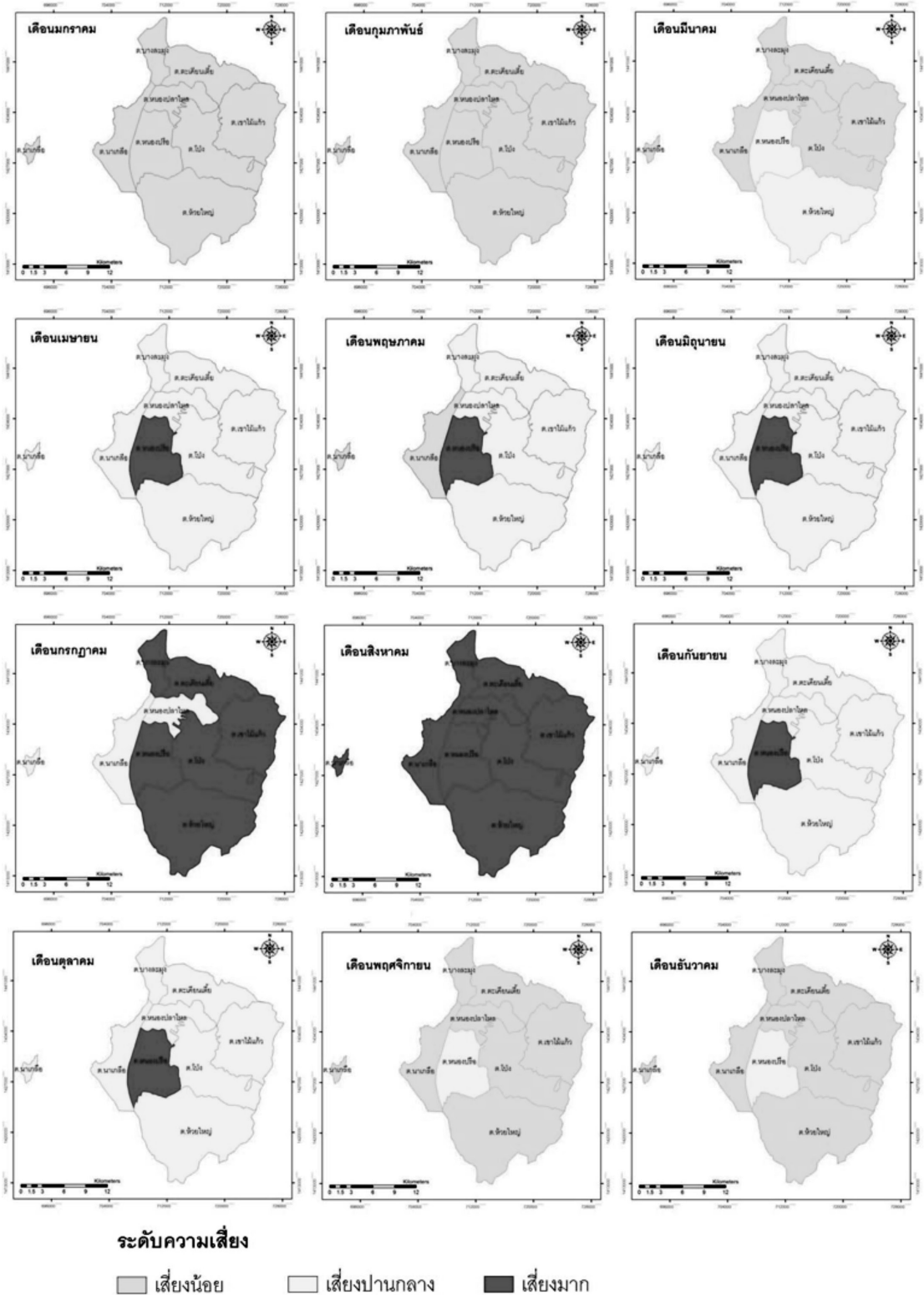
ชื่อตำบล	ปี	จำนวน หลังคาเรือน	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเฉลี่ย (คน)												
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
บางละมุง	2552	5,744	1	0	0	1	0	2	0	0	2	3	2	0	11
	2553	6,042	0	0	0	1	0	0	9	3	0	2	0	1	16
	2554	6,146	0	0	1	1	1	3	1	0	2	0	3	1	13
	2555	6,235	1	0	1	2	0	2	2	1	0	0	0	1	10
	2556	6,441	1	0	0	2	3	1	2	0	0	0	0	0	9
หนองปรือ	2552	32,223	7	11	15	5	31	77	57	33	42	37	42	19	376
	2553	34,805	20	16	13	11	15	24	55	61	68	51	34	23	391
	2554	36,453	11	13	18	17	24	18	14	6	5	8	23	6	163
	2555	38,610	10	13	27	24	12	27	31	33	27	21	31	26	282
	2556	40,289	20	9	14	14	11	18	20	33	10	11	20	10	190
หนองปลาไหล	2552	7,208	0	1	4	1	2	4	3	1	2	1	4	3	26
	2553	8,036	1	1	2	2	5	6	16	8	5	3	6	1	56
	2554	8,579	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	7
	2555	9,015	0	2	2	4	3	3	0	3	3	8	1	3	32
	2556	9,645	1	1	2	1	1	0	4	2	0	0	4	1	17

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อตำบล	ปี	จำนวน หลังคาเรือน	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเฉลี่ย (คน)												
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
โป่ง	2552	3,650	2	0	0	0	0	4	2	0	1	0	1	1	11
	2553	3,773	0	0	1	2	1	2	2	4	0	1	1	0	14
	2554	3,945	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1	0	5
	2555	4,126	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	6
	2556	4,437	0	0	0	2	0	0	0	2	3	1	1	0	9
	เขาไม้แก้ว	2552	2,282	1	0	2	0	4	3	1	0	0	0	0	0
2553		2,310	0	0	0	0	3	1	2	2	0	1	0	0	9
2554		2,363	0	0	1	3	0	1	1	0	1	0	0	0	7
2555		2,489	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3
2556		2,627	1	0	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	6
ห้วยใหญ่	2552	9,190	2	1	0	3	3	0	6	4	5	10	6	4	44
	2553	10,429	7	1	2	6	4	12	17	7	7	1	1	3	68
	2554	10,350	0	1	0	2	3	4	2	1	3	1	0	1	18
	2555	10,912	1	1	0	1	4	4	4	10	12	10	11	9	67
	2556	11,952	3	2	2	2	0	4	4	1	3	0	2	0	23
ตะเคียนเตี้ย	2552	6,303	0	1	0	0	2	4	1	0	3	7	2	2	22
	2553	6,660	2	4	2	4	0	4	10	7	0	1	2	3	39
	2554	7,235	0	0	2	1	4	2	2	2	0	2	2	0	17
	2555	7,762	1	0	2	0	0	6	2	2	4	0	3	2	22
	2556	8,205	0	0	1	0	3	0	1	2	2	1	0	1	11
นาเกลือ	2552	6,132	1	0	0	1	0	2	0	0	2	3	2	0	11
	2553	6,240	0	0	0	1	0	0	9	3	0	2	0	1	16
	2554	6,318	0	0	1	1	1	3	1	0	2	0	3	1	13
	2555	6,406	1	0	1	2	0	2	2	1	0	0	0	1	10
	2556	6,677	2	3	5	4	1	6	4	1	1	1	4	1	33

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันที่ฝนตก เฉลี่ยรายเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2556 ที่ได้จากการทำ interpolation จากข้อมูลตรวจวัดจากศูนย์อุตุนิยมวิทยา 6 สถานีรอบพื้นที่ ของพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

ชื่อตำบล		ข้อมูลเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2552-2556											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
บางละมุง	อุณหภูมิ (C°)	28.16	29.27	30.03	31.11	31.20	30.45	30.10	29.89	29.42	29.10	28.99	28.46
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	84.89	86.30	85.84	88.34	87.18	86.66	88.96	89.01	91.40	93.51	88.12	83.18
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	28.72	26.73	47.20	79.70	124.88	131.48	124.17	149.13	244.10	267.30	64.67	5.82
	จำนวนวันที่ฝนตก	3.36	2.94	5.99	7.10	11.52	15.38	16.26	15.51	17.35	17.39	5.94	1.63
หนองปรือ	อุณหภูมิ (C°)	27.95	29.06	29.82	30.90	30.92	30.27	29.91	29.75	29.35	28.94	28.82	28.30
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	85.29	87.01	85.80	89.00	86.84	87.41	89.44	89.57	91.79	94.01	88.38	83.21
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	19.81	33.20	45.55	80.47	111.00	129.46	98.60	125.55	234.64	266.93	72.48	6.33
	จำนวนวันที่ฝนตก	3.07	2.81	5.81	7.16	10.44	14.83	14.94	14.52	17.37	16.91	6.38	1.63
หนองปลาไหล	อุณหภูมิ (C°)	28.05	29.18	29.92	31.01	31.06	30.36	29.99	29.81	29.39	29.00	28.90	28.37
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	85.10	86.68	85.81	88.69	87.06	87.08	89.20	89.25	91.55	93.74	88.11	83.04
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	26.30	31.52	47.70	83.22	121.09	132.76	116.00	139.39	241.45	267.66	68.29	6.22
	จำนวนวันที่ฝนตก	3.33	2.99	6.01	7.27	11.28	15.26	15.78	15.13	14.86	17.39	6.26	1.66
โป่ง	อุณหภูมิ (C°)	28.05	29.22	29.93	31.03	31.05	30.39	29.97	29.78	29.39	28.93	28.86	28.33
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	85.12	86.75	85.78	88.71	87.42	87.17	89.18	89.14	91.33	93.67	87.84	82.64
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	35.44	35.48	51.01	94.10	133.46	139.51	133.76	148.13	246.06	271.46	66.58	6.59
	จำนวนวันที่ฝนตก	3.75	3.40	6.37	7.67	12.44	15.87	16.54	15.60	16.40	18.24	6.50	1.74
เขาไม้แก้ว	อุณหภูมิ (C°)	28.13	29.31	30.00	31.12	31.14	30.46	30.03	29.82	29.43	28.97	28.91	28.39
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	84.99	86.52	85.78	88.49	87.58	86.96	88.99	88.87	91.14	93.46	87.53	82.41
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	41.07	35.20	53.65	97.71	142.73	143.60	149.54	159.67	253.14	271.71	63.20	6.57
	จำนวนวันที่ฝนตก	4.01	3.59	6.60	7.84	13.24	16.27	17.25	16.13	17.89	18.72	6.49	1.77
ห้วยใหญ่	อุณหภูมิ (C°)	28.03	29.22	29.90	31.02	31.02	30.38	29.93	29.75	29.38	28.87	28.81	28.29
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	85.16	86.85	85.75	88.78	87.65	87.30	89.22	89.16	91.24	93.69	87.77	82.44
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	40.35	38.29	52.42	100.87	139.35	142.75	141.26	150.82	246.74	274.46	66.47	6.86
	จำนวนวันที่ฝนตก	3.97	3.64	6.55	7.89	13.01	16.18	16.86	15.77	17.10	18.70	6.65	1.79
ตะเคียนเตี้ย	อุณหภูมิ (C°)	28.15	29.29	30.03	31.12	31.18	30.45	30.08	29.87	29.43	29.07	28.98	28.45
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	84.90	86.35	85.80	88.40	87.23	86.76	88.95	88.93	91.33	93.48	87.80	82.84
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	31.89	29.96	50.04	85.62	130.27	135.90	132.07	152.64	248.71	267.93	64.35	6.13
	จำนวนวันที่ฝนตก	3.57	3.14	6.21	7.38	12.05	15.62	16.54	15.71	15.31	17.81	6.16	1.67
นาเกลือ	อุณหภูมิ (C°)	27.92	29.02	29.80	30.86	30.89	30.24	29.89	29.74	29.33	28.94	28.80	28.28
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	85.34	87.09	85.81	89.09	86.71	87.48	89.51	89.68	91.90	94.10	88.51	83.34
	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	16.14	32.88	44.25	77.53	105.61	127.12	90.01	119.82	231.69	266.02	74.04	6.29
	จำนวนวันที่ฝนตก	2.91	2.68	5.68	7.05	9.96	14.59	14.55	14.25	17.39	16.61	6.36	1.61



ภาพที่ 1 แสดงแผนที่พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกของอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม พบว่าปัจจัยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย และจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จึงอธิบายได้ว่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนวันที่ฝนตกไม่ส่งผลต่อการแพร่กระจายหรือการระบาดของโรคไข้เลือดออก ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออกที่จังหวัดตราด พบว่าปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศไม่มีความสัมพันธ์ต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก แต่อัตราป่วยโรคไข้เลือดออกมีความสัมพันธ์กับร้อยละของจำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำยุงลาย (BI) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ราเชษฐ์ เหมือนสน และ นาฏสุดา ภูมิจำนงค์, 2555) เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีขนาดเล็กจึงทำให้ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปฏิบัติการโรคไข้เลือดออกจึงไม่มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนหลังคาเรือน (0.891) ซึ่งในแต่ละพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งชุมชนจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อมีแหล่งชุมชน บ้านเรือนเพิ่มขึ้นจะเกิดแหล่งขยะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้แหล่งเพาะพันธุ์ยุงมีจำนวนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากรในแต่ละตำบลแตกต่างกัน อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่มีประชากรแฝงมาก เนื่องจากเป็นแหล่งท่องเที่ยว และส่วนใหญ่เป็นแหล่งชุมชนเมืองทำให้มีจำนวนประชากรและจำนวนหลังคาเรือนสูง เมื่อจำนวนหลังคาเรือนมากส่งผลให้มีแหล่งน้ำขังมากขึ้น ยุงลายชอบอาศัยอยู่

ในบ้านหรือบริเวณรอบๆ บ้าน แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย เช่น ตุ่มน้ำ ถึงซีเมนต์ใส่น้ำ บ่อคอนกรีตในห้องน้ำ จานรองขาตู้กันมด ยางรถยนต์เก่าๆ กระป๋อง แจกัน รางน้ำฝนที่มีน้ำขัง หรือในภาชนะที่มีน้ำขังทุกขนาดทั้งในและนอกบ้าน (อุษาวดี ถาวรระ, อภิวิทย์ รัชชสิน, จักรวาล ชมพุดศรี และพายุ ภัคดีนวน, 2553) ซึ่งปริมาณน้ำฝนหรือจำนวนวันที่ฝนตกมาก จะเป็นลักษณะของน้ำไหล แต่การเจริญเติบโตของยุงลายจะเติบโตและเพิ่มจำนวนในน้ำนิ่งตามแหล่งกักเก็บน้ำที่อยู่ตามที่อยู่อาศัยหรือแหล่งขยะต่าง ๆ

ในสภาวะอากาศที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของยุงลาย โดยอุณหภูมิ 32-34 องศาเซลเซียส ยุงลายจะโตเต็มวัยภายใน 1 วัน (ปริตตา หวังเกียรติ, 2559) ทำให้มีการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกสูง ซึ่งจากข้อมูลของอำเภอบางละมุง มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 29.16-29.95 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการศึกษาพบว่าคนที่อาศัยอยู่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีโอกาสเสี่ยงต่อการติดเชื้อ dengue เป็น 4 เท่าของคนที่ไม่อาศัยอยู่ที่อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส (Koopman. et al., 1991) เมื่อโลกร้อนจะเกิดสภาวะร้อนขึ้น และฝนตกตามลำดับ ซึ่งความชื้นที่สูงจะทำให้ยุงลายมีชีวิตยืนยาว และอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ยุงเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้เร็วขึ้น ยุงลายตัวเต็มวัยจะต้องการกินอาหารบ่อยขึ้นเพื่อให้มีโปรตีนเพียงพอในการวางไข่ ทำให้คนมีโอกาสถูกยุงกัดมากขึ้น แสดงว่าอุณหภูมิสูงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของยุงลาย (Gubler, D.J. and Kuno, G., eds, 1997) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันทางสถิติ ผู้ศึกษานำปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมมาทำการวิเคราะห์ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

ในการวิเคราะห์และประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกรายปีอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังเฉลี่ย 5 ปี

พบว่า พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดโรค ไข้เลือดออกปานกลาง ได้แก่ ตำบลห้วยใหญ่ ตำบลหนองปรือ ตำบลเขาไม้แก้ว ตำบลหนองปลาไหล ตำบลตะเคียนเตี้ย และตำบลบางละมุง ตามลำดับ และพื้นที่ความเสี่ยงต่อการระบาดของโรค ไข้เลือดออกน้อย คือ ตำบลโป่ง และตำบลนาเกลือ ตามลำดับ ไม่พบพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมาก โดยพื้นที่ความเสี่ยงสูงและปานกลางนั้นควรถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ควบคุมและเฝ้าระวัง ส่วนการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรค ไข้เลือดออกรายเดือน เพื่อให้ทราบว่าพื้นที่ศึกษาควรได้รับการควบคุม และเฝ้าระวังการระบาดของโรคเมื่อใด จากการศึกษาเชิงพื้นที่ร่วมกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรค ไข้เลือดออก พบว่า เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม เป็นช่วงที่ควรเฝ้าระวัง โดยเฉพาะในเดือนสิงหาคม และกรกฎาคมของทุกปี เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่มีระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค ไข้เลือดออกมาก ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนและสอดคล้องกับฤดูฝนของประเทศไทยอยู่ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยเป็นช่วงฤดูกลางที่ยุงลายเติบโตได้ดี (WHO, 1997) จากการศึกษาประเมินพื้นที่เสี่ยง ดังกล่าว จึงอธิบายได้ว่าพื้นที่ใดและช่วงเวลาใดควรได้รับการควบคุมและเฝ้าระวังการเกิดโรค ไข้เลือดออกในอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ดังนั้น ในการแก้ไขปัญหาโรค ไข้เลือดออกเชิงรุก ควรจัดการกับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงและปานกลาง ก่อน เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดไปสู่พื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์รายเดือนและสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับเฝ้าระวัง และเพื่อป้องกันและควบคุมพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรค ไข้เลือดออกในอนาคต
2. อาจจะใช้การวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น แหล่งชุมชน บ้านเรือน ห้างสรรพสินค้า เพื่อที่หน่วยงานจะได้เข้าถึงพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาดในระดับหมู่บ้านได้
3. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ไปใช้ในการทำนายการแพร่ระบาดของโรค ไข้เลือดออกในแต่ละพื้นที่โดยสามารถวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน
4. ควรจัดทำข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเป็นข้อมูลให้ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูล และหาวิธีป้องกันการแพร่ระบาดของโรค ไข้เลือดออกได้

เอกสารอ้างอิง

- เจตน์ วันแต่ง, ปารีชาติ กัญญาบุญ, มัทนพร บุญเรา และวรางคณา อ่อนทรวง. (2552). ระบาดวิทยาของซีโรทัยปีเชื้อไวรัสเดงกีในพื้นที่ เขต 3. ใน *การประชุมวิชาการ 90 สาธารณสุขไทย*. ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ นครสวรรค์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- ปภาณีจ สวงโท, วัชรวิ แก้วนอกเขา และสมาน สยมภูจันท์. (2556). *สถานการณ์ไข้เลือดออก ไข้เลือดออกช็อก และไข้เดงกี ประเทศไทย พ.ศ. 2556 จากรายงาน 506 ณ วันที่ 18 เมษายน 2556*. ศูนย์สารสนเทศทางระบาดวิทยาและการพยากรณ์โรค และทีมเฝ้าระวังสอบสวนโรคประจำสัปดาห์สำนักระบาดวิทยา. ปีที่ 44 ฉบับที่ 15: เมษายน.

- ปรีตดา หวังเกียรติ. (2559). งานวิจัยพฤติกรรม “ยุ่งลาย” โยงอุณหภูมียิ่งร้อน “โตเร็ว ภัยดี อายุยืน” ไข่เลือดออกพุ่ง. เข้าถึงได้จาก www.greennewstv.com
- ราเชษฐ์ เหมือนสน และ นาฏสุดา ภูมิจำนงค์. (2555). การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศศาสตร์ ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของ โรคไข้เลือดออก จังหวัดตราด ประเทศไทย. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9. 1974-1981. นครปฐม: คณะ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และกระทรวง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสมาคม สสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศ ภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. (2556). *ตำรา เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- อุษาวดี ถาวรระ, อภิวิภู รัชชสิน, จักรวาล ชมพูศรี และพายุ ภัคดีนวน. (2553). *ชีววิทยานิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด.
- Gubler, D.J. and Kuno, G., eds (1997). Dengue and dengue hemorrhagic fever; its history and resurgence as a global public health problem. *In Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*, 1-22.
- Koopman JS, Prevots DR, Marin MAV, Fantes HG, Aquino MLZ, Longini IM Jr, et al. (1991). Determinants and predictor of dengue infection in Mexico. *Am J Epidemiol*; 133:1168-78.
- World Health Organization (WHO). (1997). *Dengue Haemorrhagic Fever: Diagnosis, Treatment, Prevention and Control*, 2nd ed.; Geneva, Switzerland.