

การเตือนภัยการระบาดล่วงหน้าของโรคไข้เลือดออก ในประเทศไทยโดยใช้ปัจจัยด้านกีฏวิทยา ระบาดวิทยา และอุตุนิยมิวิทยา โดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติขั้นสูง และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จิตติ จันทร์แสง¹ อัญญภัทษณ์ มากรื่น¹ จริยา คุรุบุตร¹ วรณิศา สืบสอาด¹ เอกรัฐ เต๋นชลชัย¹ ปิติ มงคลางกูร²
และอรุณกร จันทร์แสง¹

¹สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

²กองโรคติดต่อทางแมลง กรมควบคุมโรค ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ การระบาดของโรคไข้เลือดออกมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยที่โรคนี้อยู่ยังเป็นปัญหาสาธารณสุข การเตือนภัยล่วงหน้าเป็นมาตรการหนึ่งสำหรับการควบคุมโรค งานวิจัยนี้ใช้ปัจจัยด้านกีฏวิทยา ระบาดวิทยา และอุตุนิยมิวิทยา นำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติขั้นสูงและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเตือนภัยโรคไข้เลือดออก ในการศึกษาเลือกจังหวัดตัวแทนภาคละ 8 จังหวัดรวม 32 จังหวัด และใช้ข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม-พฤษภาคมของปี พ.ศ. 2555-2562 โดยนำปัจจัยผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (X_1) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (X_2) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (X_4) และค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ต่อกับดักไข่ยุงลาย (X_5) มาวิเคราะห์หาแบบจำลองตามช่วงที่กำหนดสำหรับแต่ละภาค ผลการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) โดยวิธีวิเคราะห์ถดถอยหลายตัวแปร มีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.616-0.647 และการคาดการณ์โอกาสการระบาดโรคไข้เลือดออก [logist(y)] ด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกทุกกลุ่ม มีค่า Overall Correct อยู่ในช่วง 73.750-79.200 เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดของ 77 จังหวัด สร้างเป็นแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เปรียบเทียบผลการคาดการณ์ที่ได้กับค่าจริง พบร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์โรคไข้เลือดออกในปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 มีค่าอยู่ในช่วง 67.408-84.793 ดังนั้นแบบจำลองและวิธีการที่ได้สามารถนำไปใช้คาดการณ์การระบาดของโรคในแต่ละจังหวัดของปีที่ต้องการ เพียงใส่ข้อมูลปัจจัยช่วงต้นปี ก็จะทราบแนวโน้มการระบาดล่วงหน้า 2-3 เดือน มีประโยชน์ในการช่วยเตือนภัย ทำให้มีเวลาเตรียมการและดำเนินการควบคุมยุงลาย รวมทั้งช่วยในการวางแผนการควบคุมโรคไข้เลือดออกล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย

คำสำคัญ: โรคไข้เลือดออก, กีฏวิทยา, ระบาดวิทยา, อุตุนิยมิวิทยา, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Corresponding author E-mail: chitti.c@dmsc.mail.go.th

Received: 3 April 2021

Revised: 14 May 2021

Accepted: 28 May 2021

บทนำ

โรคไข้เลือดออกยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศไทยและทั่วโลก ถึงแม้จะมีอัตราการเสียชีวิตต่ำ แต่ยังคงมีปัญหาด้านการจัดสรรทรัพยากรด้านสาธารณสุขสำหรับการควบคุมโรค ส่งผลด้านเศรษฐกิจ⁽¹⁾ และจิตใจของผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยเฉพาะครอบครัวที่มีบุตรป่วยเป็นไข้เลือดออก มีการพัฒนาวัคซีนสำหรับโรคไข้เลือดออก แต่วัคซีนก็ยังมีข้อกังวลด้านประสิทธิภาพการป้องกันโรคและอาการที่ไม่พึงประสงค์ อาจก่อให้เกิดอาการรุนแรงของโรคเพิ่มขึ้น⁽²⁾ การระบาดของโรคไข้เลือดออกมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล พบระบาดมากในฤดูฝน และมีรูปแบบการระบาดแตกต่างกันในแต่ละภาค⁽³⁾ ในปัจจุบันยังคงเน้นการควบคุมยุงลายซึ่งเป็นพาหะ เพื่อป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ การปรับสภาพสิ่งแวดล้อม การบังคับใช้กฎหมาย การให้ความรู้และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการควบคุม และการใช้สารเคมีกำจัดแมลงซึ่งก่อให้เกิดปัญหาภัยแล้งที่ต่อเนื่องตามมา วิธีการเหล่านี้ได้นำมาใช้เป็นระยะเวลานาน⁽⁴⁾ ได้ผลในการควบคุมยุงลายในระดับหนึ่งซึ่งต้องดำเนินการอย่างเข้มข้นต่อเนื่อง แต่โรคไข้เลือดออกก็ยังคงเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขถึงปัจจุบัน มีการหาแบบจำลองเพื่อการคาดการณ์การระบาดของโรคล่วงหน้าเพื่อการเตือนภัยโรคไข้เลือดออก⁽⁵⁾ ที่จะช่วยการป้องกันการระบาดของโรคที่จะขยายในวงกว้างออกไป⁽⁶⁾ โดยทั่วไปการเตือนภัยโรค ประกอบด้วย ข้อมูลที่จัดเก็บอย่างเป็นระบบสำหรับการเฝ้าระวังโรค แบบจำลองการคาดการณ์ของโรคบนพื้นฐานของข้อมูลที่จัดเก็บ และการคาดการณ์เหตุการณ์โดยใช้แบบจำลองการพยากรณ์จากข้อมูลที่จัดเก็บ⁽⁷⁾ มีการคาดการณ์การเกิดโรคไข้เลือดออกที่ใช้ปัจจัยเดียว คือ จำนวนผู้ป่วยด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา^(8,9) ซึ่งมีความถูกต้องในระดับหนึ่ง แต่การเกิดโรคไข้เลือดออกมีปัจจัย ประกอบด้วย ผู้ป่วย (Host) พาหะนำโรค (Vector) ไวรัส (Agent) และสิ่งแวดล้อม (Environment)⁽¹⁰⁾ มีรายงานการนำปัจจัยภูมิวิทยา⁽¹¹⁾ และอุตุนิยมวิทยา^(12, 13, 14) มาใช้ในการเตือนภัยโรคไข้เลือดออก ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดเก็บ รวบรวม วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ และได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับการเตือนภัยโรค ในการทำแผนที่สถานที่ที่เกิดโรค⁽¹⁵⁾ การเตือนภัยโรคจากการหาพื้นที่เสี่ยงของโรคไข้แบบจำลอง^(16, 17, 18, 19) งานวิจัยนี้จึงนำองค์ความรู้และข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญที่ก่อให้เกิดโรคมานำใช้ในการเตือนภัยสำหรับการคาดการณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกระดับจังหวัดที่มีความเหมาะสมสำหรับในแต่ละภาคของประเทศไทย สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเตือนภัยและวางแผนการควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดปัญหาการระบาดของโรคไข้เลือดออก

วัสดุและวิธีการ

การคัดเลือกพื้นที่สำหรับการศึกษา

คัดเลือกจังหวัดตัวแทนภาคละ 8 จังหวัด โดยให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ในแต่ละภาค และเป็นจังหวัดที่มีข้อมูลครบตามปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์โรคไข้เลือดออก โดยปัจจัยที่ใช้ คือ ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจากสำนักโรคติดต่อวิทยา⁽²⁰⁾ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา⁽²¹⁾ และข้อมูลประชากรของยุงลาย โดยจิตติ และคณะ (2564)⁽²²⁾

การเก็บข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากแต่ละจังหวัดซึ่งใช้เป็นตัวแทนทั้ง 4 ภาค รวม 32 จังหวัด ในช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม ได้แก่ ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (X_1) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (X_2) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (X_4) และค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ต่อกับดักไข่ยุงลาย (X_5) ของช่วงปี พ.ศ. 2555-2558, 2555-2559 และ 2555-2560 เป็นตัวแปรอิสระสำหรับการหาแบบจำลอง

การวิเคราะห์หาแบบจำลอง

ดำเนินการวิเคราะห์หาแบบจำลองในแต่ละภาค โดยการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) และการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [logist (y)] เป็นตัวแปรตาม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยหลายตัวแปร (Multiple linear Regression) และวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุกลุ่ม (Multinomial Logistic Regression)^(23, 24) (ใช้ค่า Classification cut off เท่ากับ 0.5) โดยใช้โปรแกรม SPSS⁽²⁵⁾ (ใช้ Method แบบ Enter) ของจังหวัดตัวแทนของช่วงปี พ.ศ. 2555-2558, 2555-2559 และ 2555-2560 สำหรับหาแบบจำลองการคาดการณ์ของปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 ตามลำดับ

การคาดการณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

การวิเคราะห์หาข้อมูลปัจจัยค่าเฉลี่ยจำนวนไขต่อกับดักไขยุงลาย (X_5) ช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม ของปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 ของ 77 จังหวัด จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ประชากรยุงลายของประเทศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการประมาณค่าเฉลี่ยจำนวนไขต่อกับดักไขยุงลายในทุกจังหวัดของประเทศ⁽²⁶⁾ โดยใช้โปรแกรม ArcGIS⁽²⁷⁾ และนำปัจจัยผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (X_1) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (X_2) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (X_4) ช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม สำหรับใส่ในแบบจำลองเพื่อการคาดการณ์ของปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 ของทุกจังหวัด

การผลิตแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ดำเนินการผลิตแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบผลการคาดการณ์ที่ได้กับค่าจริง และวิเคราะห์ความแม่นยำของการคาดการณ์ โดยนำข้อมูล 5 ปัจจัยใน 77 จังหวัด ช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม ใส่ในแบบจำลองทั้งสองของแต่ละจังหวัดในแต่ละภาค ผลที่ได้นำไปวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) ของทุกจังหวัด โดยให้ค่าน้ำหนักของแต่ละจังหวัดเป็น 1 โดยมีเงื่อนไขเมื่อค่าการคาดการณ์อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากรมากกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 20 ปี และค่าการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออกมากกว่า 0.5 นอกจากเงื่อนไขนี้ ให้ค่าน้ำหนักของจังหวัดเป็น 0 และทำการเปรียบเทียบผลการคาดการณ์ที่ได้กับค่าจริง โดยหาค่าร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ของปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 ของทุกจังหวัด

ผล

ผลการคัดเลือกจังหวัดตัวแทนที่กระจายตัวครอบคลุมแต่ละภาค ภาคละ 8 จังหวัด รวม 32 จังหวัด โดยเป็นจังหวัดที่มีข้อมูลครบตามปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์โรคไข้เลือดออก จังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาคกลาง คือ สระแก้ว ตราด ระยอง ฉะเชิงเทรา เพชรบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และลพบุรี จังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาคเหนือ คือ กำแพงเพชร ลำปาง เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา น่าน พิชณุโลก และเพชรบูรณ์ จังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น เลย สกลนคร มหาสารคาม อุบลราชธานี และสุรินทร์ จังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาคใต้ คือ ชุมพร ระนอง พังงา กระบี่ ตรัง พัทลุง นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี

ผลการรวบรวมข้อมูลแต่ละจังหวัดตัวแทนทั้ง 4 ภาค รวม 32 จังหวัด ช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม โดยใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (X_1) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (X_2) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (X_4) และค่าเฉลี่ยจำนวนไขต่อกับดักไขยุงลาย (X_5) ช่วงปี พ.ศ. 2555-2558 มีค่า 37.174, 27.304, 71.229, 74.988 และ 4.468 ตามลำดับ ช่วงปี พ.ศ. 2555-2559 มีค่า 32.867, 27.535, 70.557, 72.171 และ 4.446 ตามลำดับ ช่วงปี พ.ศ. 2555-2560 มีค่า 29.352, 27.547, 70.948, 85.190 และ 4.276 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าตัวแปรปัจจัยตามช่วงปีของเดือนมกราคม-พฤษภาคม ของตัวแปรผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (X_1) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (X_2) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (X_4) และค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ต่อกับตักไข่ยุ้งลาย (X_5) ของทั้ง 4 ภาค

ช่วงปี พ.ศ.	ภาค	N	ตัวแปร									
			X_1		X_2		X_3		X_4		X_5	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
2555-2558	เหนือ	32	23.859	35.405	26.479	1.478	68.550	3.617	60.731	36.740	2.189	1.445
	กลาง	32	40.308	28.784	27.992	1.404	71.886	4.931	52.913	33.990	6.074	3.037
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	32	24.220	34.889	27.251	0.828	65.756	3.242	56.139	34.495	4.658	1.975
	ใต้	32	60.308	60.372	27.494	0.350	78.725	3.212	130.169	70.803	4.950	3.150
	ค่าเฉลี่ย	32	37.174	39.863	27.304	1.015	71.229	3.751	74.988	44.007	4.468	2.402
2555-2559	เหนือ	40	21.127	32.102	26.700	1.546	67.335	4.405	58.192	34.273	2.058	1.526
	กลาง	40	36.379	27.139	28.261	1.397	71.483	5.227	51.845	36.540	5.152	3.313
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	40	22.443	31.615	27.459	0.938	65.075	3.250	54.364	31.447	4.450	1.915
	ใต้	40	51.519	56.837	27.720	0.572	78.335	3.310	124.282	68.283	6.123	4.273
	ค่าเฉลี่ย	40	32.867	36.923	27.535	1.113	70.557	4.048	72.171	42.636	4.446	2.757
2555-2560	เหนือ	48	18.709	29.805	26.770	1.512	67.567	4.229	67.736	40.315	1.980	1.438
	กลาง	48	31.603	27.097	28.314	1.311	71.673	5.182	62.011	44.294	4.896	3.124
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	48	19.508	29.574	27.451	0.911	65.513	3.249	60.804	33.251	4.066	2.118
	ใต้	48	47.589	53.100	27.651	0.553	79.038	3.508	150.210	98.504	6.163	4.113
	ค่าเฉลี่ย	48	29.352	34.894	27.547	1.072	70.948	4.042	85.190	54.091	4.276	2.698

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองในแต่ละภาคของการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยหลายตัวแปร และการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [$\text{logist}(y)$] ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุกลุ่ม สำหรับปี พ.ศ. 2559 ได้แบบจำลองการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) มีค่า R^2 ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และค่าเฉลี่ยของทุกภาคเท่ากับ 0.791, 0.337, 0.718, 0.740 และ 0.647 ตามลำดับ แบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [$\text{logist}(y)$] มีค่า Overall Correct ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และค่าเฉลี่ยของทุกภาคเท่ากับ 78.100, 71.900, 71.900, 78.100 และ 75.000 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

สำหรับปี พ.ศ. 2560 ได้แบบจำลองการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) มีค่า R^2 ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และค่าเฉลี่ยของทุกภาคเท่ากับ 0.776, 0.361, 0.624, 0.702 และ 0.616 ตามลำดับ แบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [$\text{logist}(y)$] มีค่า Overall Correct ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และค่าเฉลี่ยของทุกภาคเท่ากับ 80.000, 72.500, 67.500, 75.000 และ 73.750 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

สำหรับปี พ.ศ. 2562 ได้แบบจำลองการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) มีค่า R^2 ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และค่าเฉลี่ยของทุกภาค 0.778, 0.431, 0.651, 0.706 และ 0.642 ตามลำดับ แบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [$\text{logist}(y)$] มีค่า Overall Correct ของภาคเหนือภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และค่าเฉลี่ยของทุกภาคเท่ากับ 81.300, 79.200, 75.000, 81.300 และ 79.200 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 2 แบบจำลองการคาดการณ์อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) และแบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [logist(y)] ทั้ง 4 ภาค ปี พ.ศ. 2559

ภาค	แบบจำลองการคาดการณ์อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร	R ²	Durbin-Watson	แบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก	Overall	-2 log Correct likelihood
เหนือ	$y = 4.995X_1 - 43.288X_2 - 6.832X_3 - 0.604X_4 - 7.626X_5 + 1715.803$	0.791	2.286	$\text{logist}(y) = 0.095X_1 - 0.421X_2 + 0.059X_3 - 0.053X_4 + 0.207X_5 - 9.010$	78.100	24.465
กลาง	$y = 2.961X_1 - 7.287X_2 + 3.145X_3 - 0.531X_4 - 13.573X_5 + 167.399$	0.337	2.197	$\text{logist}(y) = 0.068X_1 - 0.148X_2 - 0.185X_3 + 0.004X_4 - 0.029X_5 + 14.970$	71.900	35.150
ตะวันออกเฉียงเหนือ	$y = 1.805X_1 + 39.221X_2 + 2.298X_3 - 1.132X_4 - 8.450X_5 - 1027.178$	0.718	1.993	$\text{logist}(y) = 0.052X_1 + 0.269X_2 - 0.059X_3 - 0.032X_4 + 0.086X_5 - 2.147$	71.900	28.634
ใต้	$y = 1.523X_1 + 44.991X_2 + 3.007X_3 - 0.107X_4 + 0.736X_5 - 1382.088$	0.740	1.581	$\text{logist}(y) = 0.074X_1 - 1.427X_2 + 0.027X_3 - 0.006X_4 + 0.041X_5 + 34.607$	78.100	25.547
ค่าเฉลี่ย		0.647	2.014		75.000	28.449

ตารางที่ 3 แบบจำลองการคาดการณ์อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) และแบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [logist(y)] ทั้ง 4 ภาค ปี พ.ศ. 2560

ภาค	แบบจำลองการคาดการณ์อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร	R ²	Durbin-Watson	แบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก	Overall	-2 log Correct likelihood
เหนือ	$y = 4.948X_1 - 42.192X_2 - 7.684X_3 - 0.375X_4 + 4.202X_5 + 1704.680$	0.776	2.187	$\text{logist}(y) = 0.150X_1 - 0.421X_2 + 0.120X_3 - 0.043X_4 + 0.385X_5 + 3.484$	80.000	31.694
กลาง	$y = 3.283X_1 - 17.887X_2 + 2.416X_3 - 0.620X_4 - 7.254X_5 + 456.037$	0.361	2.431	$\text{logist}(y) = 0.084X_1 - 0.336X_2 - 0.198X_3 + 0.002X_4 + 0.085X_5 + 19.809$	72.500	39.413
ตะวันออกเฉียงเหนือ	$y = 1.830X_1 + 15.109X_2 + 3.752X_3 - 0.988X_4 - 2.531X_5 - 513.617$	0.624	2.726	$\text{logist}(y) = 0.053X_1 - 0.262X_2 + 0.015X_3 - 0.019X_4 + 0.321X_5 + 5.055$	67.500	42.176
ใต้	$y = 1.607X_1 + 43.046X_2 + 4.408X_3 - 0.142X_4 - 1.991X_5 - 1428.470$	0.702	1.549	$\text{logist}(y) = 0.072X_1 + 1.025X_2 + 0.075X_3 - 0.004X_4 - 0.021X_5 - 36.620$	75.000	37.011
ค่าเฉลี่ย		0.616	2.223		73.750	37.574

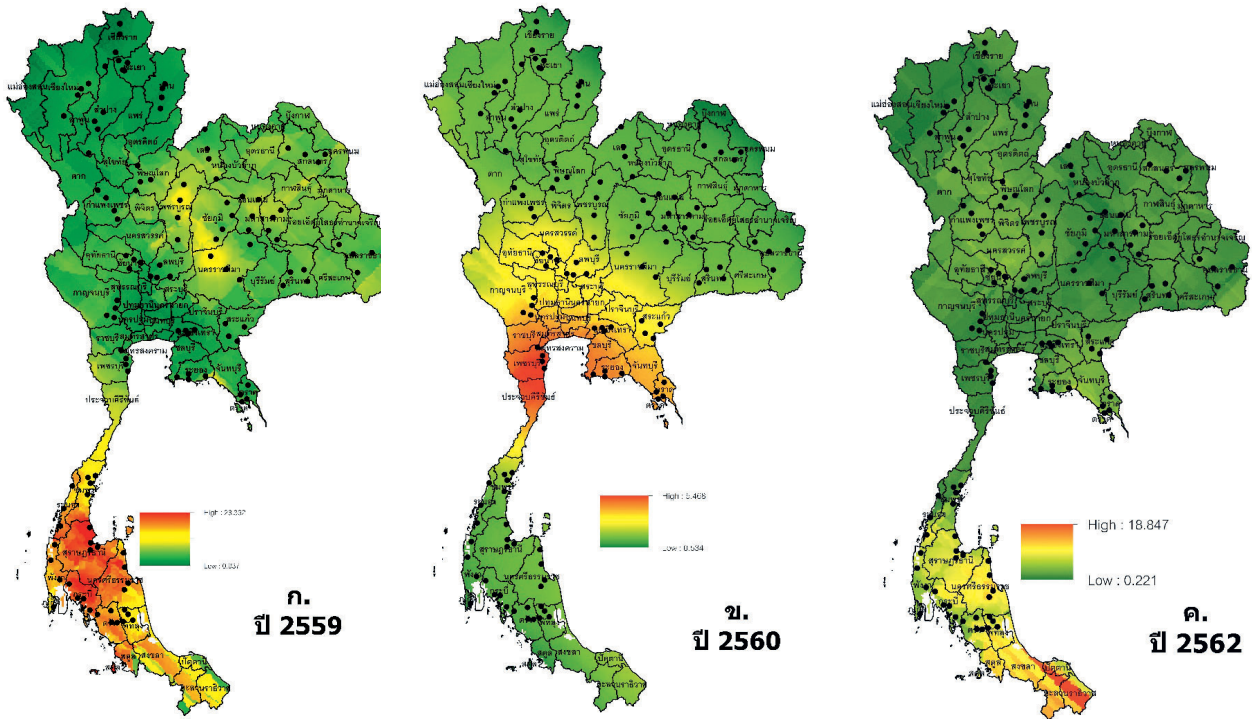
ตารางที่ 4 แบบจำลองการคาดการณ์อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y), และแบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [logist(y)] ทั้ง 4 ภาค ปี พ.ศ. 2562

ภาค	แบบจำลองการคาดการณ์ อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ต่อแสนประชากร	R ²	Durbin- Watson	แบบจำลองการคาดการณ์ โอกาสการระบาดของ โรคไข้เลือดออก	Overall	-2 log Correct likelihood
เหนือ	$y = 5.190X_1 - 35.623X_2 - 8.858X_3 - 0.113X_4 + 1.819X_5 + 1603.182$	0.778	2.265	$\text{logist}(y) = 0.143X_1 - 0.556X_2 + 0.078X_3 - 0.025X_4 + 0.394X_5 + 18.855$	81.300	33.756
กลาง	$y = 2.376X_1 - 6.801X_2 + 4.314X_3 - 0.673X_4 - 1.893X_5 + 14.213$	0.431	2.419	$\text{logist}(y) = 0.094X_1 - 0.199X_2 - 0.146X_3 - 0.003X_4 + 0.017X_5 + 12.558$	79.200	40.162
ตะวันออก เฉียงเหนือ	$y = 2.533X_1 + 26.225X_2 + 0.991X_3 - 0.636X_4 - 2.328X_5 - 674.451$	0.651	2.472	$\text{logist}(y) = 0.080X_1 - 0.175X_2 + 0.005X_3 - 0.018X_4 + 0.130X_5 - 5.787$	75.000	44.469
ใต้	$y = 1.669X_1 + 44.067X_2 + 3.611X_3 - 0.124X_4 - 1.555X_5 - 1406.333$	0.706	1.696	$\text{logist}(y) = 0.077X_1 + 1.305X_2 + 0.015X_3 - 0.011X_4 - 0.061X_5 - 38.874$	81.300	40.013
ค่าเฉลี่ย		0.642	2.213		79.200	39.600

ผลวิเคราะห์หาข้อมูลปัจจัยค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ออกกับตักไข่อายุหลาย (X_5) ช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม ของปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 ของทุกจังหวัดจากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่ประชากรยุ้งลายของประเทศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากข้อมูลสำรวจปี พ.ศ. 2559 ได้สมการพร้อมค่าตัวแปร ประกอบด้วย Regression function $Y = 0.202 * X + 2.628$, mean = 0.112, Root-Mean-Square = 6.547, Mean Standardized = 0.017, Root-Mean-Square Standardized = 0.982, Average Standard Error = 6.671 และได้ผลิตแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 1 ก มีค่าสูงสุดที่ภาคใต้ และรองลงมา คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ตามลำดับ

จากข้อมูลสำรวจปี พ.ศ. 2560 ได้สมการพร้อมค่าตัวแปร ประกอบด้วย Regression function $Y = 0.586 * X + 0.279$, mean = 0.017, Root-Mean-Square = 1.895, Mean Standardized = 0.011, Root-Mean-Square Standardized = 1.181, Average Standard Error = 1.588 และได้ผลิตแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 1 ข มีค่าสูงสุดที่ภาคกลาง และรองลงมา คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ตามลำดับ

จากข้อมูลสำรวจปี พ.ศ. 2562 ได้สมการพร้อมค่าตัวแปร ประกอบด้วย Regression function $Y = 0.173 * X + 2.097$, mean = 0.129, Root-Mean-Square = 4.052, Mean Standardized = 0.031, Root-Mean-Square Standardized = 0.919, Average Standard Error = 4.372 และได้ผลิตแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 1 ค มีค่าสูงสุดที่ภาคใต้ และรองลงมา คือ ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ

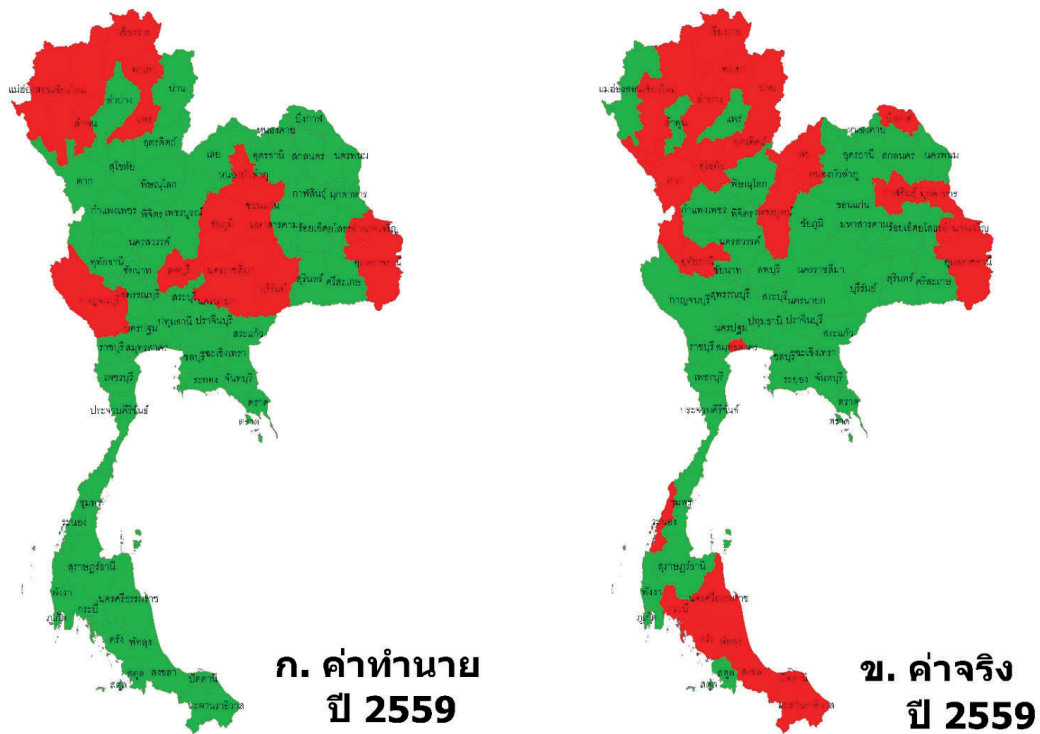


ภาพที่ 1 แผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่ประชากรยุ่งสลายจากค่าเฉลี่ยจำนวนไขต่อกับตัวไข่ยุ่งสลาย ใช้ข้อมูล ก. ปี 2559 ข. ปี 2560 และ ค. ปี 2562

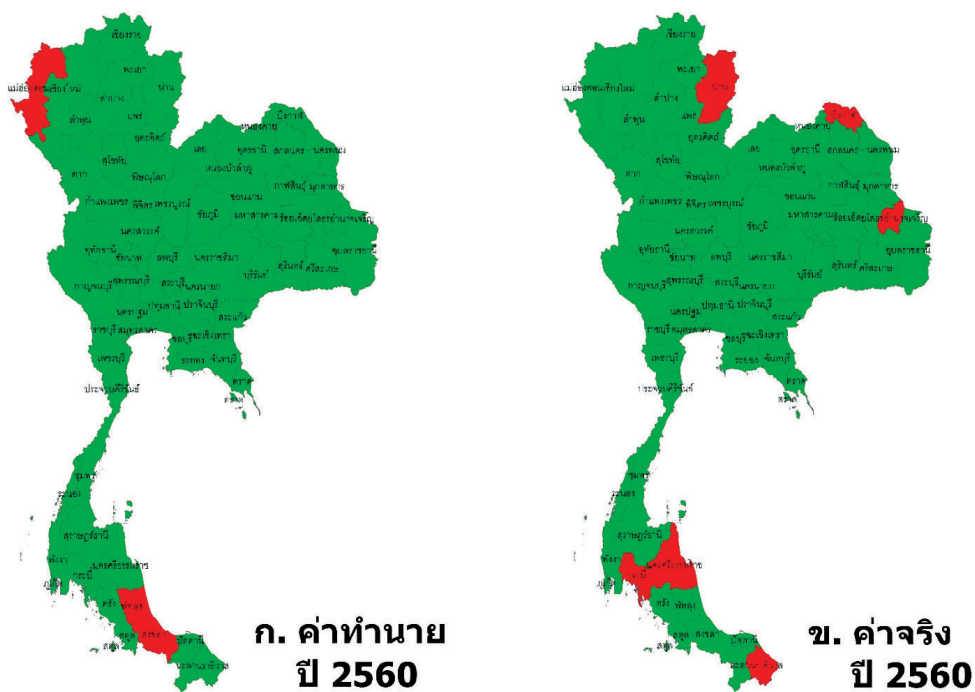
ผลการผลิตแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเปรียบเทียบผลการคาดการณ์ที่ได้กับค่าจริง และวิเคราะห์หาค่าร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ของทุกจังหวัดของปี พ.ศ. 2559 ได้แผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ดังแสดงในภาพที่ 2 มีค่าร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ โดยมีค่าเฉลี่ย 77.778, 88.962, 55.000, 56.716 และ 69.614 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ผลของปี พ.ศ. 2560 ได้แผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 3 มีค่าร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.889, 100.00, 85.000, 65.285 และ 84.793 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

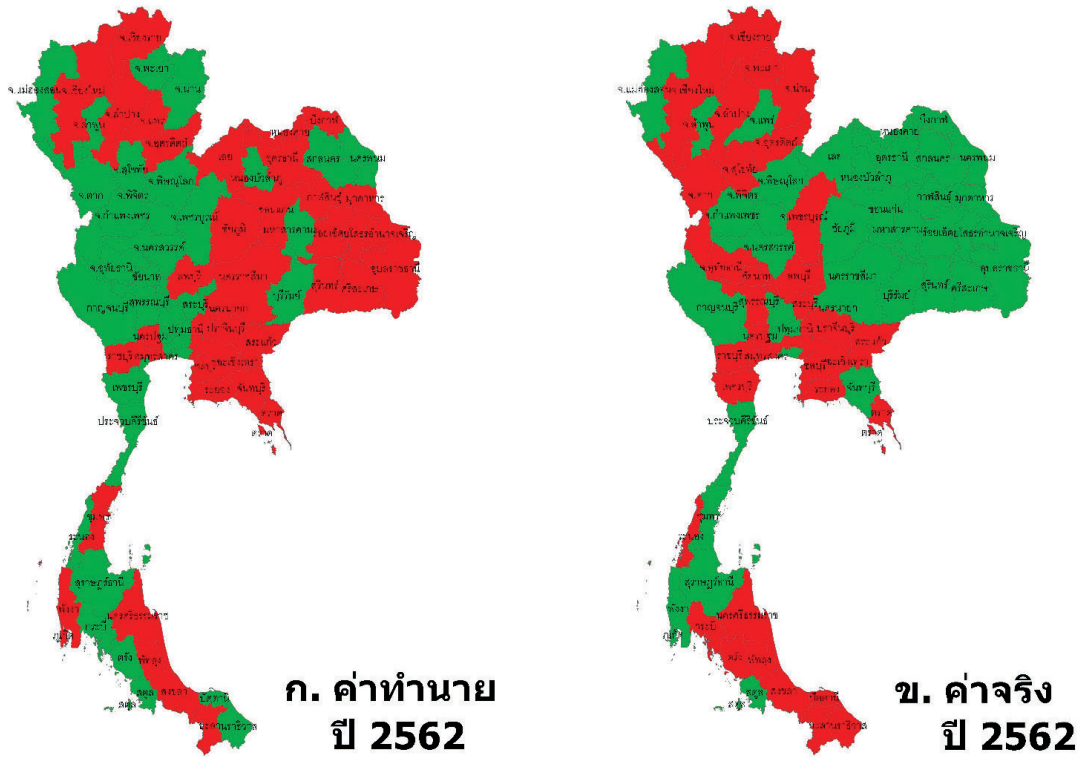
ผลของปี พ.ศ. 2562 ได้แผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยมีค่าร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.000, 75.923, 58.823, 64.886 และ 67.408 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5 สำหรับปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 มีค่าร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.889, 88.295, 66.274, 62.296 และ 73.939 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5



ภาพที่ 2 แผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จังหวัดที่มีการระบาด (สีแดง) และจังหวัดที่ไม่มีการระบาด (สีเขียว) ปี 2559 ก. จากค่าทำนาย และ ข. จากค่าจริง



ภาพที่ 3 แผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จังหวัดที่มีการระบาด (สีแดง) และจังหวัดที่ไม่มีการระบาด (สีเขียว) ปี 2560 ก. จากค่าทำนาย และ ข. จากค่าจริง



ภาพที่ 4 แผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จังหวัดที่มีการระบาด (สีแดง) และจังหวัดที่ไม่มีการระบาด (สีเขียว) ปี 2562 ก. จากค่าทำนาย และ ข. จากค่าจริง

ตารางที่ 5 ร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ ทั้ง 4 ภาค ปี พ.ศ. 2559 2560 และ 2562

ภาค	ร้อยละความแม่นยำการคาดการณ์ของปี (พ.ศ.)			
	2559	2560	2562	ค่าเฉลี่ย
เหนือ	77.778	88.889	70.000	78.889
กลาง	88.962	100.000	75.923	88.295
ตะวันออกเฉียงเหนือ	55.000	85.000	58.823	66.274
ใต้	56.716	65.285	64.886	62.296
ค่าเฉลี่ย	69.614	84.793	67.408	73.939

วิจารณ์

โรคไข้เลือดออกพบได้ทั่วประเทศ มีรายงานการระบาดและมีผู้เสียชีวิตเป็นพาหะของโรค รูปแบบการระบาดแตกต่างกันตามแต่ละภาค⁽³⁾ ที่มีสภาพสิ่งแวดล้อมและภูมิอากาศที่ต่างกัน ในการวิจัยนี้จึงได้คัดเลือกจังหวัดที่เป็นตัวแทนของแต่ละภาค สำหรับการวิเคราะห์จากปัจจัยโรคไข้เลือดออก ประกอบด้วย ผู้ป่วย ยุบพาทะนำโรค ไวรัส และสิ่งแวดล้อม⁽¹⁰⁾ งานวิจัยนี้ใช้ 5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงโรคไข้เลือดออก ประกอบด้วย ปัจจัยผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (X_1) เป็นปัจจัยระบาดวิทยา ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (X_2) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (X_4) เป็นปัจจัยอุตุนิยมวิทยา และค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ต่อกับตักไข่ยุบพาทะนำ (X_5) เป็นปัจจัยกีฏวิทยา ช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม มาใช้ในการหาแบบจำลอง เนื่องจากรูปแบบการเกิดโรคไข้เลือดออกเริ่มต่อนต้นปี

เพิ่มสูงขึ้นตอนกลางปีซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน⁽³⁾ รายงานวิจัยพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคไข้เลือดออกช่วงต้นปีมีความสัมพันธ์กับอัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตลอดปี⁽²⁸⁾ จากการเตือนภัยโรค ประกอบด้วย ข้อมูลที่จัดเก็บอย่างเป็นระบบแบบจำลองการคาดการณ์ และการคาดการณ์เหตุการณ์โดยใช้แบบจำลองจากข้อมูลที่จัดเก็บ⁽⁷⁾ งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการประกอบองค์ประกอบของการเตือนภัยโรค และเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคไข้เลือดออก ปัจจัยเหล่านี้มีการนำไปใช้ในการหาแบบจำลองการพยากรณ์ของงานวิจัย^(5, 6) และการเตือนภัยโรคไข้เลือดออกขององค์การอนามัยโลก(WHO)⁽²⁹⁾ สำหรับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาโดยเฉพาะอุณหภูมิที่สูงขึ้น มีผลให้ระยะฟักตัวของเชื้อไวรัสในตัวยุงลายลดลง อัตราการเจริญเติบโตของระยะลูกน้ำของยุงลายเป็นตัวโม่่งลดลง อัตราการกัดของยุงลายเพศเมียเพื่อใช้เลือดนำไปสร้างไข่เพิ่มขึ้นระยะเวลาการตั้งท้องเพื่อวางไข่ของยุงลายเพศเมียลดลง ความชื้นสัมพัทธ์มีผลกับอัตราการอยู่รอดของยุงลายตัวเต็มวัยปริมาณน้ำฝนมีผลทั้งทางตรงและอ้อมกับแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย⁽¹⁴⁾

สำหรับเกณฑ์เงื่อนไขการระบาดของโรคไข้เลือดออกของประเทศ เดิมใช้เกณฑ์อัตราผู้ป่วยมากกว่า 50 ต่อแสนประชากร⁽³⁰⁾ เปลี่ยนมาใช้เกณฑ์อัตราผู้ป่วยมากกว่าค่ามัธยฐานย้อนหลัง 5 ปี⁽¹⁰⁾ สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์อัตราผู้ป่วยมากกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 20 ปี โดยค่าเฉลี่ยเป็นค่าสถิติที่นิยมใช้ทั่วไป ข้อดี คือ เข้าใจง่าย คำนวณไม่ยุ่งยาก เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบ และมีวิธีทางสถิติใช้ในการตรวจสอบความแตกต่าง เช่น t test, F test, Duncan's test⁽²³⁾ สำหรับแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานวิจัยนี้จัดแบ่งจังหวัดที่มีการระบาด (สีแดง) และจังหวัดที่ไม่มีการระบาด (สีเขียว) เป็นการวิเคราะห์ที่เทียบกับเกณฑ์เงื่อนไขการระบาดของโรคไข้เลือดออกเมื่ออัตราผู้ป่วยมากกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 20 ปีของแต่ละจังหวัด จังหวัดที่ไม่มีการระบาด (สีเขียว) หมายถึง มีผู้ป่วยน้อยกว่าค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 20 ปี ไม่ใช่ไม่มีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ขณะเดียวกันจังหวัดที่มีการระบาด (สีแดง) หมายถึง มีผู้ป่วยมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด การทำแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิจัยนี้ใช้เกณฑ์ดังกล่าวเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างค่าทำนายและค่าจริง ปี พ.ศ. 2563 เป็นปีที่มีการระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทั้งประเทศมีรายงานค่าเฉลี่ยอัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกระดับจังหวัดมีค่า 108.79 อยู่ในช่วง 29.90-570.46 ต่อแสนประชากร⁽²⁰⁾ ในโอกาสต่อไปสำหรับการทำแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์การระบาดของโรคไข้เลือดออก แนะนำควรแบ่งการระบาดเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ (สีเขียว) กลาง (สีเหลือง) และสูง (สีแดง) ใช้เกณฑ์อัตราผู้ป่วยมีค่า < 50, 51-99 และ > 100 ต่อแสนประชากร ตามลำดับ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ 2 รูปแบบจำลอง คือ แบบจำลองการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) และแบบจำลองการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก [logist(y)] ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยหลายตัวแปร และวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุกลุ่ม มีรายงานการใช้วิธีทางสถิตินี้หาแบบจำลองกันอย่างแพร่หลายสำหรับการเตือนภัยโรค^(5, 6, 31, 32, 33) และวิธีนี้มีอยู่ในโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป เช่น SPSS, SAS และ R เป็นต้น ผู้ที่สนใจสามารถนำวิธีนี้ไปใช้ได้โดยสะดวก ต่างกับการพัฒนาแบบจำลองที่ต้องใช้สูตรทางด้านคณิตศาสตร์หรือสถิติที่ผู้เขียนพัฒนา⁽³⁴⁾ ที่ต้องเขียนโปรแกรมสั่งงาน เป็นการยุ่งยากที่จะนำวิธีแบบนี้มาใช้งาน สำหรับบุคคลที่ไม่มีพื้นความรู้และต้องเขียนโปรแกรมการสั่งงาน สำหรับส่วนการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผู้ที่สนใจก็สามารถใช้งานโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม เนื่องจากมีชุด Menu คำสั่ง สำหรับวิเคราะห์ที่ใช้งานอยู่ในโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น ArcGIS⁽²⁷⁾ หรือที่เป็น Open sources ที่ไม่มีค่าใช้จ่ายการใช้โปรแกรม เช่น QGIS⁽³⁵⁾, Mapwindow GIS⁽³⁶⁾ เป็นต้น ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเรียนรู้การใช้งานจากคู่มือ หรือแหล่งความรู้จำนวนมากใน internet เช่น การประยุกต์ใช้ GIS, GPS, and RS สำหรับการแผนที่และงานวิจัยด้านสาธารณสุข⁽³⁷⁾ ก็จะสามารถใช้งานโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้ได้

สำหรับความแม่นยำของการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกที่ใช้ข้อมูลจากภาคสนามและจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่าเป็นการยากที่จะนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เช่น การหาความแม่นยำของวิธีการตรวจโรค การคาดการณ์ความรุนแรงของโรคไข้เลือดออกในผู้ป่วย เป็นต้น ที่มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ จึงได้

ค่าความแม่นยำสูง จากรายงานการคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ใช้ข้อมูลเพียงปัจจัยผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก วิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลา มีค่าความแม่นยำอยู่ในช่วง 59–71%^(38, 39) จากรายงานการคาดการณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ใช้ข้อมูลปัจจัยอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าความแม่นยำอยู่ในช่วง 65–79%⁽¹³⁾ งานวิจัยนี้คาดการณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกระดับจังหวัด ใช้ข้อมูลปัจจัยผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และค่าเฉลี่ยจำนวนไขต่อกับตักไขยุ้งลาย มีค่าความแม่นยำอยู่ในช่วง 67–85% ก็จัดว่าอยู่ในเกณฑ์สูง สามารถคาดการณ์ได้ระดับหนึ่งจาก 5 ปัจจัยที่มีข้อมูล ส่วนผลของเหตุการณ์ที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ อาจเนื่องมาจากผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกมีทั้งแบบมีอาการและไม่มีอาการ และมีกลไกการเกิดโรคไข้เลือดออกที่ซับซ้อนขึ้นกับผู้ป่วย และไวรัสเดงกี สำหรับปัจจัย Dengue serotype มีรายงานนำมาใช้ในการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคไข้เลือดออก มีค่าความแม่นยำประมาณ 67%⁽¹⁹⁾ แต่เนื่องจากไม่มีการเก็บข้อมูลที่ต่อเนื่องและอยู่ในรูปแบบที่มีการกระจายของจังหวัดจากทั่วประเทศ จึงไม่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สำหรับงานวิจัยตามวิธีนี้ได้ จากโรคไข้เลือดออกมีความแตกต่างกันในแต่ละภาค งานวิจัยนี้จึงวิเคราะห์แบบจำลองเฉพาะแต่ละภาค ทำให้ได้ค่าความแม่นยำสูงสำหรับการใช้งาน ไม่ใช่แบบจำลองเดี่ยวนำไปใช้ทั้งประเทศ ทำให้ได้ค่าความแม่นยำลดลง

จากแบบจำลองที่ออกแบบสำหรับนำข้อมูลปัจจัยช่วงต้นปีมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อการคาดการณ์ผลในระยะที่ไม่ยาวนานเกินไป ต่างกับการคาดการณ์ในระยะยาวล่วงหน้าได้ 1 ปี โอกาสการคาดการณ์ถูกต้องเป็นไปได้น้อย ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้งานเมื่อต้องการคาดการณ์โรคไข้เลือดออกในพื้นที่จังหวัดหรือปีที่ต้องการทราบ เพียงใส่ข้อมูลปัจจัยช่วงต้นปี จะทำให้ทราบแนวโน้มล่วงหน้า 2–3 เดือน ก่อนการระบาดของโรค จึงมีเวลาเพียงพอสำหรับเตรียมการและดำเนินการควบคุมยุงลายในจังหวัดนั้นๆ เช่น จัดการแหล่งเพาะพันธุ์ กำจัดตัวเต็มวัย เป็นต้น สำหรับข้อมูลประชากรยุงลายสามารถใช้ข้อมูลจากการสำรวจของ จิตติ และคณะ (2564)⁽²²⁾ ที่ได้จากการเก็บข้อมูลกว่า 7 ปี มาใช้ในแบบจำลอง หากมีการสำรวจยุงลายในจังหวัดหรือพื้นที่นั้น ก็จะทำให้แบบจำลองถูกต้องมากยิ่งขึ้น จากรูปแบบการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นต้นแบบทำการศึกษาในแต่ละจังหวัด ในระดับอำเภอหรือตำบล โดยทำการคัดเลือกอำเภอหรือตำบลเป็นตัวแทน (Sentinel surveillance) เก็บข้อมูลให้กระจายตัวทั่วจังหวัด ไม่ต้องสำรวจทุกอำเภอ หรือตำบล เก็บข้อมูลทั้ง 5 ปัจจัยนำมาวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้คาดการณ์การระบาดของโรคจากแบบจำลอง โดยใส่ข้อมูลจากอำเภอหรือตำบลช่วงต้นปี ก็จะทราบแนวโน้มล่วงหน้า 2–3 เดือน ก่อนการระบาดของโรค ทำให้มีเวลาเพียงพอ เพื่อเตรียมการและดำเนินการควบคุมยุงลายระดับอำเภอหรือตำบลในจังหวัดนั้น อีกทั้งยังได้ข้อมูลสำหรับการควบคุมยุงลายและโรคไข้เลือดออกในจังหวัดนั้น สำหรับผลการคาดการณ์โรคไข้เลือดออกระดับจังหวัด จากผลงานวิจัยนี้ได้มีการนำเสนออยู่ในเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข⁽⁴⁰⁾ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจสามารถสืบค้นข้อมูลไปใช้ในแต่ละจังหวัดได้โดยสะดวก ในอดีตได้รายงานแจ้งผลที่เกี่ยวข้องไปยังกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และแจ้งต่อไปยังสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพื่อทราบ จากแบบจำลองข้อมูลและวิธีการที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเตือนภัยและวางแผนการควบคุมโรคไข้เลือดออกล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

การเตือนภัยล่วงหน้าของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย โดยใช้ปัจจัยด้านภูมิวิทยา ระบาดวิทยา และอุตุนิยมวิทยาวิเคราะห์ ด้วยสถิติขั้นสูงและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยคัดเลือกจังหวัดตัวแทนภาค ภาคละ 8 จังหวัด รวม 32 จังหวัด ดำเนินการวิเคราะห์โดยรวบรวมข้อมูลแต่ละจังหวัดที่เป็นตัวแทนทั้ง 4 ภาค ในช่วงเดือนมกราคม–พฤษภาคม ประกอบด้วย ข้อมูลปัจจัยของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (X_1) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (X_2) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (X_4) และค่าเฉลี่ยจำนวนไขต่อกับตักไขยุ้งลาย (X_5) เป็นปัจจัยนำเข้า

สำหรับหาแบบจำลองในแต่ละภาคของช่วงปี พ.ศ. 2555-2558, 2555-2559 และ 2555-2560 ผลการวิเคราะห์ที่ได้แบบจำลองตามช่วงปีดังกล่าว สำหรับคาดการณ์ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อแสนประชากร (y) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ถดถอยหลายตัวแปร (Multiple linear regression) พบว่ามีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.616-0.647 และการคาดการณ์โอกาสการระบาดของโรคของไข้เลือดออก [logit(y)] ด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุกลุ่ม (Multinomial logistic regression) มีค่า Overall Correct อยู่ในช่วง 73.750-79.200 จากผลที่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดของ 77 จังหวัด ผลิตแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แสดงผลเปรียบเทียบการคาดการณ์ที่ได้กับค่าจริง โดยมีค่าร้อยละความแม่นยำของการคาดการณ์ทุกจังหวัดในปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2562 อยู่ในช่วง 67.408-84.793 ซึ่งแบบจำลองนี้ เมื่อต้องการคาดการณ์โรคไข้เลือดออก ในพื้นที่จังหวัดหรือปีที่ต้องการทราบ เพียงใส่ข้อมูลปัจจัยช่วงต้นปีก็จะทราบแนวโน้มล่วงหน้า 2-3 เดือน ก่อนการระบาดของโรค ทำให้มีเวลาเตรียมการและดำเนินการควบคุมยุงลายในจังหวัดนั้น จากแบบจำลอง ข้อมูลและวิธีการที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเตือนภัยและวางแผนการควบคุมโรคไข้เลือดออกล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ สำหรับการสนับสนุนงบประมาณและบุคลากร สำนักระบาดวิทยาสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก กรมอุตุนิยามวิทยาสำหรับข้อมูลอุตุนิยามวิทยา และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ทุกท่าน ที่ได้สนับสนุนและช่วยงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. Hermann LL, Gupta SB, Manoff SB, Kalayanaroj S, Gibbons RV, Collier BAG. Advances in the understanding, management, and prevention of dengue. *J Clin Virol* 2015; 64: 153-9.
2. Wilder-Smith A, Ooi EE, Horstick O, Wills B. Dengue. *Lancet* 2019; 393(10169): 350-63.
3. Limkittikul K, Brett J, L'Azou M. Epidemiological trends of dengue disease in Thailand (2000-2011): a systematic literature review. *PLoS Negl Trop Dis* 2014; 8(11): e3241. (10 pages).
4. Gratz NG. Lessons of *Aedes aegypti* control in Thailand. *Med Vet Entomol* 1993; 7(1): 1-10.
5. Raclou V, Ramsey R, Tong S, Hu W. Surveillance of dengue fever virus: a review of epidemiological models and early warning systems. *PLoS Negl Trop Dis* 2012; 6(5): e1648. (9 pages).
6. Sivaprasad A, Beevi NS, Manojkumar TK. Dengue and Early Warning Systems: a review based on Social Network Analysis. *Procedia Comput Sci* 2020; 171: 253-62.
7. Myers MF, Rogers DJ, Cox J, Flahault A, Hay SI. Forecasting disease risk for increased epidemic preparedness in public health. *Adv Parasitol* 2000; 47: 309-30.
8. Promprou S, Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee K. Forecasting dengue haemorrhagic fever cases in Southern Thailand using ARIMA Models. *Dengue Bull* 2006; 30: 99-106.
9. Wongkoon S, Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee K. Development of temporal modeling for prediction of dengue infection in Northeastern Thailand. *Asia Pac J Trop Med* 2012; 5(3): 249-52.

10. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือวิชาการโรคติดเชื้อเดงกีและโรคไข้เลือดออกเดงกีด้านการแพทย์และสาธารณสุข. [ออนไลน์]. 2558; [สืบค้น 6 มี.ค. 2564]; [152หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: https://www.pidst.or.th/A434.html?action=download&file=481_คู่มือวิชาการโรคไข้เลือดออกปี2558_%20FINAL.pdf.
11. Morrison AC, Zielinski-Gutierrez E, Scott TW, Rosenberg R. Defining challenges and proposing solutions for control of the virus vector *Aedes aegypti*. PLoS Med 2008; 5(3): e68. (5 pages).
12. Chien LC, Yu HL. Impact of meteorological factors on the spatiotemporal patterns of dengue fever incidence. Environ Int 2014; 73: 46-56.
13. Descloux E, Mangeas M, Menkes CE, Lengaigne M, Leroy A, Tehei T, et al. Climate-based models for understanding and forecasting dengue epidemics. PLoS Negl Trop Dis 2012; 6(2): e1470. (19 pages).
14. Campbell KM, Lin CD, Iamsirithaworn S, Scott TW. The Complex relationship between weather and dengue virus transmission in Thailand. Am J Trop Med Hyg 2013; 89(6): 1066-80.
15. World Health Organization. Public health mapping and GIS for global health security: a WHO strategic and operational framework. [online]. 2006; [cited 2021 Mar 19]; [22 screens] Available from: URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69715/WHO_CDS_GIS_2006.1_eng.pdf
16. Louis VR, Phalkey R, Horstick O, Ratanawong P, Wilder-Smith A, Tozan Y, et al. Modeling tools for dengue risk mapping a systematic review. Int J Health Geogr 2014; 13: 50. 1(15 pages).
17. จิตติ จันทร์แสง, จิรติวัล เครือศิลป์, สุรณี อนันตปรีชา, อรุณากร จันทร์แสง, อุษาวดี ถาวรระ, รุ่งเรือง กิจผาติ และคณะ. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์-โรคไข้เลือดออกสำหรับการหาพื้นที่เสี่ยงการเกิดโรคระดับอำเภอโดยใช้ข้อมูลระดับวิทยาและข้อมูลสภาพดาวเทียม. ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ ครั้งที่ 15. วันที่ 27-29 สิงหาคม 2550. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2550. หน้า 39.
18. จิตติ จันทร์แสง, บุษยา ฐปุตตา, สุรณี อนันตปรีชา, อรุณากร จันทร์แสง, รุ่งเรือง กิจผาติ, ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ. การพยากรณ์โรคไข้เลือดออกเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และข้อมูลระดับวิทยาเชิงคุณภาพ. ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ ครั้งที่ 16. วันที่ 12-13 มิถุนายน 2551. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2551. หน้า 23.
19. จิตติ จันทร์แสง, อรุณากร จันทร์แสง, สมชาย แสงกิจพร, นิพนธ์ โพธิ์พัฒนชัย. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์-โรคไข้เลือดออกเพื่อการพยากรณ์โอกาสการเกิดการระบาดและอัตราผู้ป่วยระดับจังหวัด. ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ ครั้งที่ 21. วันที่ 16-18 มิถุนายน 2556. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2556. หน้า 58.
20. สำนักโรคติดต่อฯ กรมควบคุมโรค. จำนวนผู้ป่วย-เสียชีวิตรายเดือน แยกรายจังหวัด, จำนวนและอัตราป่วย-ตายต่อแสนประชากร แยกรายจังหวัด. [ออนไลน์]. 2563; [สืบค้น 25 มีนาคม 2564]; [14 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: <http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/disease.php?dcontent=old&ds=262766>.
21. กรมอุตุนิยมวิทยา. การสรุปลักษณะอากาศรายปี. [ออนไลน์]. 2558; [สืบค้น 25 มีนาคม 2564]. เข้าถึงได้ที่: URL: <http://climate.tmd.go.th/content/category/17>.

22. จิตติ จันทร์แสง, จริยา ครุบุตร, ธัญลักษณ์ มากรีน, วรณิศา สืบสอาด, เอกรัฐ เต็นชลชัย, สุวรรณภา นิลพนมชัย, และคณะ. พื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออก: วิเคราะห์ผลการสำรวจกับดักไข้อยู่ลายและข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกของประเทศไทยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. ว กรมวิทย พ 2564; 63(1): 78-91.
23. Katz MH. *Multivariable analysis: a practical guide for clinicians*. Cambridge: Cambridge University Press; 1999.
24. สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. การใช้สถิติในงานวิจัยอย่างถูกต้องและได้มาตรฐานสากล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สามลดา; 2556.
25. Norusis, MJ. *SPSS/PC+*. Chicago: SPSS Inc.; 1988.
26. จิตติ จันทร์แสง, เบญญาภา รูปพุดชา, อารีรัตน์ ส่งแสง, อรุณากร จันทร์แสง, สมชาย แสงกิจพร. แผนที่ GIS เพื่อการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของประเทศ จากผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์: กรณีศึกษาการตรวจไวรัสเดงกีและประชากรยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออก. ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ ครั้งที่ 22. วันที่ 30 มิถุนายน - 2 กรกฎาคม 2557. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2557. หน้า 68-69.
27. ESRI. *ArcGIS 9: using ArcGIS desktop*. New York: Esri Press; 2006.
28. จิตติ จันทร์แสง, ประคอง พันธุ์ไธ, อุษาวดี ถาวร, อรุณากร จันทร์แสง, อภิวิทย์ ธวัชลิน, สุพล เป้าศรีวงษ์. รูปแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารโรคติดต่อ 2540; 23(1): 72-8.
29. World Health Organization. Early warning and response system (EWARS) for dengue outbreaks: operational guide using the web-based dashboard. [online]. 2018; [cited 2021 Mar 22]; [52 screens] Available from: URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274318/9789241514354-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
30. คณะกรรมการวางแผนพัฒนาการสาธารณสุข. แผนพัฒนาการสาธารณสุขตามแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก; 2535.
31. จิตติ จันทร์แสง. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และการสำรวจข้อมูลระยะไกลเพื่อการประเมินความเสี่ยงต่อไข้เลือดออกในประเทศไทย. [วิทยานิพนธ์]. ภาควิชาชีววิทยา, บัณฑิตวิทยาลัย. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2548.
32. จิรติวัล เครือศิลป์. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกในจังหวัดนครราชสีมา. [วิทยานิพนธ์]. ภาควิชาภูมิศาสตร์, คณะอักษรศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2549.
33. สมหวัง ครุศาสตร์. การประเมินความเสี่ยงการระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา. [วิทยานิพนธ์]. ภาควิชานิเวศวิทยาอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2553.
34. Ninphanomchai S, Chansang C, Hii YL, Rocklöv J, Kittayapong P. Predictiveness of disease risk in a global outreach tourist setting in Thailand using meteorological data and vector-borne disease incidences. *Int J Environ Res Public Health* 2014; 11(10): 10694-709.
35. QGIS Develop Team. *QGIS: a free and open source geographic information system*. [online]. 2021; [cited 2021 Mar 29]; [3 screens]. Available from: URL: <https://qgis.org/en/site>.

36. MapWindow Open Source Team. MapWindow GIS. [online]. 2021; [cited 2021 Mar 29]; [8 screens] Available from: URL: <https://www.mapwindow.org>.
37. จิตติ จันทแสง. การประยุกต์ใช้ GIS, GPS, และ RS สำหรับการทำแผนที่และงานวิจัยด้านสาธารณสุข [วิดีโอออนไลน์]. 2563; [สืบค้น 31 มี.ค. 2564]. เข้าถึงได้ที่: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=xxGxU0bovL8>.
38. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. รายงานพยากรณ์โรคไข้เลือดออก ปี 2560. [ออนไลน์]. 2560; [สืบค้น 13 มี.ค. 2564]; [43 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1026520200625043647.pdf>.
39. สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค. รายงานพยากรณ์โรคไข้เลือดออก ปี 2562. [ออนไลน์]. 2562; [สืบค้น 13 มี.ค. 2564]; [53 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: <https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor/6f4922f45568161a8cdf4ad2299f6d23/files/Dangue/Prophecy/2562.pdf>.
40. จิตติ จันทแสง และคณะ. สถานการณ์ยุงลายและพื้นที่เสี่ยงโรคไข้เลือดออก. [ออนไลน์]. 2559; [สืบค้น 30 มี.ค. 2564]; [2 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: <http://nih.dmsc.moph.go.th/login/showimgdetil.php?id=1110>.

Early Warning for Dengue Outbreak in Thailand Using Entomology, Epidemiology and Meteorology Analysis with Advanced Statistics and Geographic Information System

Chitti Chansang¹ Thanyapak Makruen¹ Jariya Krutbut¹ Wannisa Suebsaard¹
Ekarat Denchonchai¹ Piti Mongkalangoon² and Uruyakorn Chansang¹

¹National Institute of Health, Department of Medical Sciences, Tiwanond Road, Nonthaburi 11000

²Division of Vector-Borne Diseases, Department of Diseases Control, Tiwanond Road, Nonthaburi 11000, Thailand

ABSTRACT Dengue fever is one of public health problems of Thailand and the disease control is usually focused on *Aedes* mosquito suppression. However, there are various factors concerned with the dengue outbreak. The models of dengue early warning were created in this study using the factors of Entomology, Epidemiology and Meteorology in accordance with the analysis by the advanced statistics and Geographic Information System (GIS). The data of dengue cases per 100,000 population (X_1), mean temperature (X_2), mean relative humidity (X_3), mean rainfall (X_4), and average eggs per ovitrap (X_5) from January to May during 2012–2019 of 32 provinces in 4 regions of Thailand were combined and analyzed for the selected years in each region. The results showed that the models for prediction of dengue cases per 100,000 population (y) calculated by the multiple linear regression provided R_2 between 0.616 and 0.647. In the meantime, the models for probability of dengue outbreak [logist (y)] calculated by the multinomial logistic regression produced the Overall Correct from 73.750 to 79.200. Then, the GIS was used to analyze the results from the models by overlay analysis for 77 provinces and the GIS maps were created to compare the predicted results to the real data. The accuracy of the prediction of all provinces in the years 2016, 2017 and 2019 were between 67.408 and 84.793. These models can be used to early warning the dengue outbreaks in advance for 2–3 months in each province for each year by in put all of the mentioned data into the models. In conclusion, this can be applied for dengue early warning in order to control dengue vectors in the target provinces for the disease control in Thailand.

Keyword: Dengue, Entomology, Epidemiology, Meteorology, Geographic Information System