วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 30 ฉบับที่ 5 กันยายน - ตุลาคม 2564

Journal of Health Science
Vol. 30 No. 5, September - October 2021

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original article*

การพยากรณ์การเกิดโรคเลปโตสไปโรสิสตามฤดูกาล โดยศึกษาปัจจัยทางสภาพอากาศสำหรับประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2561

สุชาดา แก้วดวงเล็ก วท.บ.*
สุรภา วิชาเป็ง วท.บ.**
สุดารัตน์ ชาติสุทธิ ปร.ด.***

* *งานแพทยศาสตร์และบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร*
** *ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก*
*** *ภาควิชาฟิสิกส์ สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก*

วันรับ: 17 ม.ค. 2563
วันแก้ไข: 26 ก.พ. 2564
วันตอบรับ: 6 มี.ค. 2564

บทคัดย่อ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤดูกาลของโรคเลปโตสไปโรสิสและการพยากรณ์การเกิดโรคในประเทศไทย ซึ่งแบ่งเป็น 6 ภาค โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2561 ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนสะสมและอุณหภูมิเฉลี่ยซึ่งใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้วิธีสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับจำนวนผู้ป่วยโรคเลปโตสไปโรสิสโดยใช้วิธีหาค่าสหสัมพันธ์ร่วม จากนั้นสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและพยากรณ์การระบาดโดยใช้แบบจำลองตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป จากการศึกษาพบว่าฤดูกาลของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกคล้ายกัน โดยที่จำนวนผู้ป่วยจะสูงในช่วงฤดูฝนและต้นฤดูหนาว ส่วนฤดูกาลของโรคในภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตกแตกต่างกัน จากการศึกษายังพบอีกว่าปัจจัยปริมาณน้ำฝนมีส่วนช่วยในการพยากรณ์การระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิสในทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีค่า Odds Ratio ในช่วง 1.0001-1.0004 ส่วนปัจจัยอุณหภูมิมีส่วนช่วยในการพยากรณ์การระบาดของโรคในทุกภาค มีค่า Odds Ratio ในช่วง 0.9484-1.0832 แบบจำลองที่ได้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของปัจจัยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่เวลาย้อนหลังต่าง ๆ ต่อการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิสใน 6 ภาค ดังนั้นการควบคุมการติดเชื้อจะต้องเป็นแบบเฉพาะที่ แบบจำลองที่ได้เป็นแบบจำลองพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนายุทธศาสตร์ในการเตือนภัยการระบาดเพื่อควบคุมการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิส ความรู้ที่ได้จากแบบจำลองนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อการระบาดของโรคอื่นที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางสภาพอากาศ

คำสำคัญ: **โรคเลปโตสไปโรสิส; ฤดูกาล; น้ำฝน; อุณหภูมิ; การพยากรณ์**

บทนำ

โรคเลปโตสไปโรสิส (leptospirosis) เป็นโรคติดเชื้อที่เกิดจากสัตว์ติดต่อมาสู่คน (zoonotic disease) พบได้ทั่วโลกโดยเฉพาะในแถบเขตร้อนหรือร้อนชื้น มีสาเหตุเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียเลปโตสไปรา (*Leptospira*) แบ่งได้มากกว่า 250 กลุ่มย่อย (ซีโรวาร์: serovars) ตามชนิดของสารชีวเคมี[1] แบคทีเรียเลปโตสไปราสามารถอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้น เช่น ดิน โคลน และแหล่งน้ำเป็นต้น ได้เป็นเวลานาน[2] ทำให้สามารถติดต่อจากสัตว์ที่เป็นโรคมาสู่คนโดยสัมผัสกับเชื้อในปัสสาวะสัตว์โดยตรงหรือทางอ้อมจากการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนแบคทีเรียนี้อยู่ เช่น การสัมผัสปัสสาวะของสัตว์ได้แก่ โค[3] กระบือ[3] สุกร[3] และหนูเป็นสัตว์รังโรค[4]

สำหรับการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิสในประเทศไทย จากข้อมูลการเฝ้าระวังโรคระบาดของสำนักระบาดวิทยาในช่วงปี พ.ศ. 2553-2561 พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ย 3,292 คน ต่อปี และเกิดขึ้นทุกภูมิภาคในประเทศไทย[5] การระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิสสามารถพบได้ตลอดปี มักจะสูงในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อนหรือฤดูหนาว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการระบาดของประเทศในเขตร้อนหรือร้อนชื้น เช่น ประเทศลาว[6] กายอานา[7] และศรีลังกา[8] ที่จำนวนผู้ป่วยจะสูงเมื่อมีฝนตกหรือน้ำท่วม จากงานวิจัยก่อนหน้าได้ทำการสำรวจผู้ป่วยในประเทศไทย พบว่า ผู้ป่วยมักอยู่ใกล้แหล่งน้ำหรือนาข้าว ซึ่งเป็นเหมือนน้ำท่วมขัง[9] โดยที่ปัจจัยของฝนตกหนักหรือน้ำท่วมได้ถูกบรรจุให้เป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ขับเคลื่อนให้มีจำนวนผู้ป่วยสูงขึ้น[10]

เมื่อฝนตกทำให้เกิดน้ำท่วมขัง ส่งผลให้เชื้อโรคสามารถเจริญเติบโตได้ดี เกิดการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเชื้อโรคสามารถชอนไชเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังที่มีรอยแตก รอยถลอกหรือบาดแผลได้ อีกทั้งเชื้อโรคนี้สามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานหลายสัปดาห์หรือหลายเดือน[11] อาการเจ็บป่วยของโรคนี้ แสดงอาการได้ตั้งแต่เล็กน้อย คือมีไข้ ปวดเมื่อยตามเนื้อตามตัว คล้ายเป็นไข้หวัด ซึ่งมักจะหายจากโรคได้เอง จนถึงมีอาการรุนแรง ตาเหลือง ตัวเหลือง ปอดอักเสบไอเป็นเลือด ไตวาย และเสียชีวิตได้ อุณหภูมิก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดโรค จากการศึกษาในประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2003-2008 พบว่า อุณหภูมิเป็นตัวแปรที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาการเกิดโรคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ[12] อุณหภูมิเกี่ยวข้องกับการอยู่รอดการกระจายตัวของหนู[13] ซึ่งหนูเป็นปัจจัยหนึ่งต่อการเกิดโรคเลปโตสไปโรสิส

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาฤดูกาลของโรคเลปโตสไปโรสิสย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2561 ในประเทศไทย 6 ภาค ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทางสภาพภูมิอากาศ กล่าวคือปริมาณน้ำฝนสะสมและอุณหภูมิเฉลี่ย กับจำนวนผู้ป่วยโรคเลปโตสไปโรสิส โดยสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายและพยากรณ์การระบาด ผู้วิจัยเชื่อว่าผลการศึกษานี้จะสามารถนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจต่อการระบาดมากขึ้นเพื่อศึกษาการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิสตามฤดูกาลจากข้อมูลย้อนหลัง

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคเลปโตสไปโรสิสจากรายงาน 506 สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2561 รายจังหวัด รายเดือน ทั่วประเทศ[6] ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมจาก real-time TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA-RT)[14] ซึ่งเป็นข้อมูลดาวเทียม 3B42RT ให้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน (mm) นำมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน รายจังหวัด จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นรายภาค ข้อมูลอุณหภูมินำมาจากข้อมูลระยะไกล (remotely sensed data) เป็น land surface temperature (LST) เป็นข้อมูลดาวเทียมจาก MOD-11A2[15] รายงานเป็นอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน นำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นรายภาค

วิเคราะห์และเขียนกราฟด้วยโปรแกรม R[16] โดยนำอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยรายเดือน มาแบ่งเป็น 6 ภาค จากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ป่วยราย

เดือน ปริมาณน้ำฝนสะสม และอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างภาค โดยใช้วิธีหาค่าสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's correlation) เนื่องจากข้อมูลไม่ได้มีการกระจายตัวแบบปกติ และไม่เป็น multivariate normality

วิเคราะห์และศึกษารูปแบบตามฤดูกาลของโรค โดยแบ่งเขตการศึกษาเป็น 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ตามลักษณะภูมิประเทศและทางอุตุนิยมวิทยา[17] นำข้อมูลอนุกรมเวลามาแยกส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนของฤดูกาล (seasonal component (S)) แนวโน้ม-วัฏจักร (trend-cycle component (T)) และส่วนที่เหลือ (remainder component (E)) จากนั้นศึกษาความเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2553-2561 **โดยการเขียนกราฟแบบฤดูกาลย่อย** (seasonal subseries plot)

เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์การเกิดโรคของแต่ละภาค ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจำนวนผู้ป่วยกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝนสะสม และอุณหภูมิเฉลี่ย) ที่เวลาย้อนหลังต่าง ๆ (time lag) **โดยใช้วิธีหาค่าสหสัมพันธ์ร่วม** (cross-correlation) **ซึ่งปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญจะไม่ถูกนำมาพิจารณา**

แบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ ผู้วิจัยเลือกแบบจำลองตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (generalized linear models) ซึ่งเป็นแบบจำลองอย่างง่าย เพื่อสร้างสมการพยากรณ์การระบาดโดยใช้ปัจจัยที่เหมาะสม โดยการเขียน Y_t เป็นข้อมูลจริง ณ เวลา t ให้อยู่ในรูปผลรวมของตัวแปร (X) ซึ่งเป็นองค์ประกอบเชิงระบบ (systematic component) ใช้กำหนดฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปรอิสระเพื่อพยากรณ์ตัวแปรตาม เขียนอยู่ในรูปแบบของสมการเส้นตรงตามรูปแบบของตัวแบบเชิงเส้น ได้ดังสมการที่ (1)

$$Y_t=\beta_1 S_t+\beta_2 X_1(t-\tau)+\beta_3 X_2(t-\tau)+\varepsilon \qquad (1)$$

เมื่อ τ คือเวลาย้อนหลัง (time lag) และ ε คือความคลาดเคลื่อนสุ่ม

ตัวแปร X เป็นปริมาณน้ำฝนสะสม หรืออุณหภูมิที่เวลาย้อนหลังต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ และใช้ฟังก์ชันการเชื่อมโยง (link function) แบบ log องค์ประกอบตัวแปรสุ่มแบบปัวซง (Poisson)[18] โดยการปรับค่าด้วยองค์ประกอบของฤดูกาล (seasonal component (S_t))[19] แบบจำลองที่เหมาะสมจะเป็นแบบจำลองที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean square error, RMSE) น้อยที่สุด และมีความแปรปรวนอยู่ในช่วงที่รับได้ แบบจำลองที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในปี 2561 เพื่อป้องกันการเกิด collinearity คือการมีสหสัมพันธ์กันเองระหว่างตัวแปรอิสระในระดับที่สูง ซึ่งอาจส่งผลให้แบบจำลองที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจะเลือกตัวแปรที่ให้ค่า VIF (variance inflation factor) น้อยกว่า 4[18,20]

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์เชิงบรรยายทั่วไป

ในงานวิจัยนี้ แบ่งเขตการศึกษาเป็น 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ตามลักษณะภูมิประเทศและทางอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อน มีอากาศร้อนอบอ้าวตลอดทั้งปี อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนแต่ละพื้นที่แตกต่างกันตามลักษณะภูมิประเทศ ฤดูกาลจะขึ้นอยู่กับลมมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูฝน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีแหล่งกำเนิดจากความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือเริ่มพัดปกคลุมช่วงประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูหนาว มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งโดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้จะยังคงมีฝนชุกโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก สำหรับฤดูร้อนเริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นระยะที่ขั้วโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ จึงได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้เกิด

สภาวะอากาศร้อนอบอ้าว

ในงานวิจัยนี้ ศึกษาจำนวนผู้ป่วยโรคเลปโตสไปโรสิสรายเดือน ซึ่งมีจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด 29,516 ราย ปริมาณน้ำฝนสะสมและอุณหภูมิเฉลี่ย ย้อนหลัง 9 ปี สามารถสรุปข้อมูลทางสถิติ ดังตารางที่ 1 พบว่า ภาคตะวันออก-เฉียงเหนือมีค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคเลปโตสไปโรสิสรายเดือนสูงสุดเท่ากับ 164.65 ราย มีค่าต่ำสุด-สูงสุดเป็น 38-519 ราย ส่วนภาคตะวันออกมีจำนวนผู้ป่วยรายเดือนเฉลี่ยน้อยที่สุด 5.40 ราย มีค่าต่ำสุด-สูงสุดเป็น 0-23 ราย ซึ่งใกล้เคียงกับภาคกลางมีจำนวนผู้ป่วยรายเดือนเฉลี่ยเท่ากับ 5.84 ราย ส่วนปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยพบว่าทั้งภาคใต้ฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกมีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น ๆ โดยภาพรวมอุณหภูมิเฉลี่ยของทั้ง 6 ภาค มีค่าใกล้เคียงกัน

จากผลทดสอบสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน สำหรับจำนวนผู้ป่วยรายเดือนในแต่ละภาค [ภาพ 1(ก)] พบว่าจำนวนผู้ป่วยในภาคเหนือกับจำนวนผู้ป่วยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสัมพันธ์กันสูง ส่วนภาคอื่น ๆ มีความสัมพันธ์กันน้อย สำหรับปริมาณสะสมน้ำฝนรายเดือน [ภาพ 1(ข)] พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกอยู่ในระดับสูง ซึ่งทั้ง 4 ภาค ไม่มีความสัมพันธ์กับภาคใต้ฝั่งตะวันออก ส่วนความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละภาค [ภาพ 1(ค)] พบว่ามีความสัมพันธ์กันทั้ง 6 ภาค

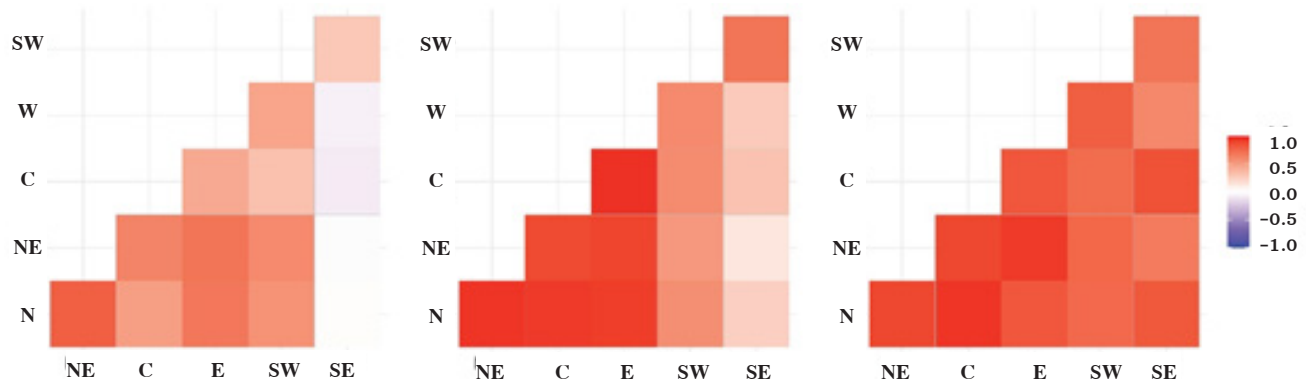
การวิเคราะห์ฤดูกาลของโรคเลปโตสไปโรสิส

นำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายเดือนมาศึกษาฤดูกาลของโรค โดยที่ข้อมูลอนุกรมเวลาจะถูกแยกส่วนประกอบ คือ ส่วนของฤดูกาล (seasonal component (S)) แนวโน้ม-วัฏจักร (trend-cycle component (T)) และส่วนที่เหลือ (remainder component (E)) ดังภาพที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลทางสถิติของจำนวนผู้ป่วยรายเดือน ปริมาณน้ำฝนสะสม และอุณหภูมิเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2553-2561

ภาค	ตัวแปร	Mean	SD	Min.	Max.	P_{25}	P_{75}
เหนือ	เลปโตสไปโรสิส	31.21	24.90	5.00	125.00	14.00	41.25
	ปริมาณน้ำฝนสะสม	1247.11	1142.64	0.27	3800.41	144.86	2331.96
	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.95	2.83	23.99	37.32	26.94	30.37
ตะวันออกเฉียงเหนือ	เลปโตสไปโรสิส	164.65	110.34	38.00	519.00	85.50	208.50
	ปริมาณน้ำฝนสะสม	1598.01	1529.50	0.10	5117.11	177.21	2976.54
	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.17	3.03	26.89	38.87	28.68	32.98
กลาง	เลปโตสไปโรสิส	5.84	4.93	0.00	28.00	2.00	7.00
	ปริมาณน้ำฝนสะสม	1277.67	1102.28	1.26	4333.11	189.51	2296.09
	อุณหภูมิเฉลี่ย	31.51	2.48	27.14	38.14	29.70	33.02
ตะวันออก	เลปโตสไปโรสิส	5.40	4.53	0.00	23.00	2.00	8.00
	ปริมาณน้ำฝนสะสม	1683.06	1333.13	5.41	5124.80	334.87	2688.46
	อุณหภูมิเฉลี่ย	29.95	1.75	27.39	34.13	28.54	31.13
ใต้ฝั่งตะวันตก	เลปโตสไปโรสิส	23.23	19.07	4.00	125.00	13.00	25.25
	ปริมาณน้ำฝนสะสม	1898.20	1102.33	64.01	4534.07	1056.82	2491.63
	อุณหภูมิเฉลี่ย	27.84	1.20	25.72	31.04	27.07	28.45
ใต้ฝั่งตะวันออก	เลปโตสไปโรสิส	42.96	31.24	11.00	301.00	28.00	51.25
	ปริมาณน้ำฝนสะสม	1955.88	1502.02	9.83	8154.50	1178.20	2290.63
	อุณหภูมิเฉลี่ย	28.69	1.46	25.63	32.18	27.79	29.47

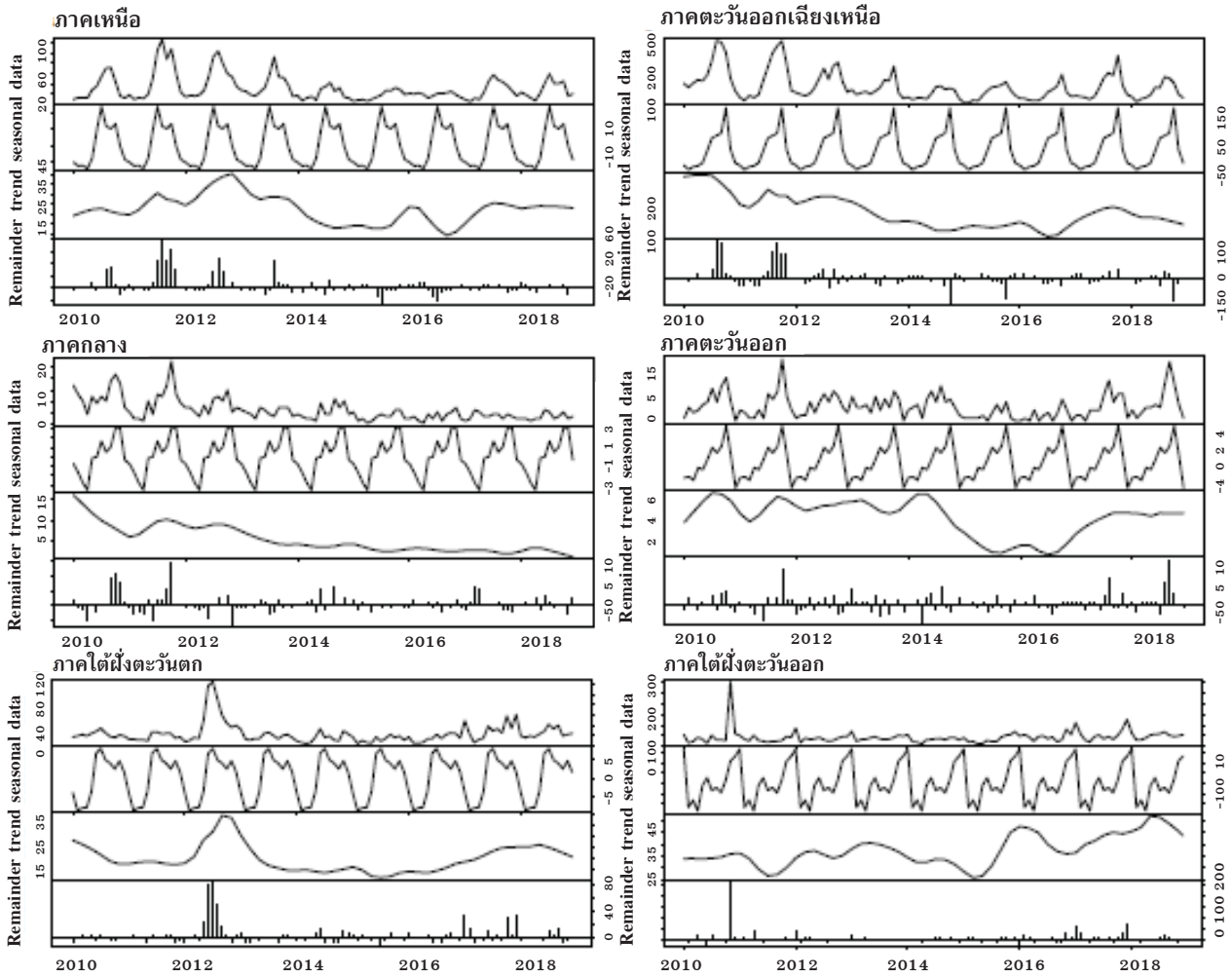
ภาพที่ 1 สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนของจำนวนผู้ป่วยรายเดือน ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน



(ก) จำนวนผู้ป่วยรายเดือน (ข) ปริมาณน้ำฝนสะสม (ค) อุณหภูมิเฉลี่ย

หมายเหตุ: N คือภาคเหนือ NE คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ C คือภาคกลาง E คือภาคตะวันออก SW คือภาคใต้ฝั่งตะวันตก และ SE คือภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ภาพที่ 2 ส่วนของฤดูกาล (seasonal component (S)) แนวโน้ม (combined trend (T)) และวัฏจักรและความคลาดเคลื่อน (cycle component and an error component (E)) ของ 6 ภาค



ในภาคเหนือ องค์ประกอบฤดูกาลมีรูปแบบเป็นยอดเขา มีค่าสูงสุด 2 ค่า คือในเดือนกรกฎาคมและเดือนตุลาคมของทุกปี โดยที่เดือนกรกฎาคมมีค่าสูงกว่า องค์ประกอบแนวโน้มมีรูปแบบกวัดแกว่งมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ปี 2555 ส่วนองค์ประกอบส่วนเหลือมีค่าสูงในช่วง 4 ปีแรก จากนั้นแสดงการกวัดแกว่งแบบสุ่ม โดยภาพรวมจะสูงในช่วงปลายฤดูฝนต้นฤดูหนาว สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีองค์ประกอบฤดูกาลเป็นยอดเขาแหลม มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคมทุกปี ซึ่งแตกต่างจากภาคเหนือ องค์ประกอบแนวโน้มมีรูปแบบลดลงตั้งแต่ปี 2553 จนถึงกลางปี 2559 จากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนองค์ประกอบส่วนที่เหลือมีค่าสูงในช่วง 2 ปีแรก

สำหรับภาคกลาง องค์ประกอบฤดูกาลมีรูปแบบเป็นภูเขาฐานกว้าง 2 ลูกติดกัน มีค่าสูงสุดเท่ากันในเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายนของทุกปี องค์ประกอบของแนวโน้มมีรูปแบบลดลง ส่วนองค์ประกอบส่วนเหลือมีรูปแบบคล้ายกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคตะวันออก องค์ประกอบฤดูกาลมีรูปแบบเป็นยอดเขาแหลมสูงฐานกว้าง คล้ายกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม องค์ประกอบของแนวโน้มมีรูปแบบคงที่ในช่วง 4 ปีแรก หลังจากนั้นลดลง และต่ำสุดในปลายปี 2558 และต้นปี 2559 หลังจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น องค์ประกอบส่วนเหลือมีรูปแบบสุ่มและมีค่าสูงในปี 2561

ในส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันตก องค์ประกอบฤดูกาลมีรูปแบบภูเขาคล้ายภาคเหนือ องค์ประกอบแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงปลายปี 2555 และเพิ่มขึ้นอีกครั้งปลายปี 2558 และในส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออก องค์ประกอบฤดูกาลมีรูปแบบภูเขา 2 ลูกติดกัน องค์ประกอบของแนวโน้มมีรูปแบบกวัดแกว่ง รูปแบบขององค์ประกอบส่วนเหลือเป็นแบบสุ่มคล้ายกับภาคตะวันออก และมีค่าสูงเดือนพฤศจิกายนในปี 2553

การพยากรณ์โดยใช้ปัจจัยทางสภาพอากาศ

เพื่อศึกษาผลของปัจจัยทางสภาพอากาศกับจำนวนผู้ป่วยรายเดือนในแต่ละภาค ผู้วิจัยศึกษาผลของค่าสหสัมพันธ์ร่วมของแต่ละตัวแปร เพื่อนำมาใช้ในแบบจำลองการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย

ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลังที่เดือนต่าง ๆ สูงสุด 8 เดือน ถูกนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ร่วม จากนั้นเลือกเวลาย้อนหลังต่าง ๆ ที่มีนัยสำคัญกับจำนวนผู้ป่วยมาทดสอบและเลือกแบบจำลองที่มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุด เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์โรค ดังตารางที่ 2 สำหรับภาคเหนือ พบว่าแบบจำลองที่ใช้ปัจจัยน้ำฝนที่เวลาย้อนหลัง 1 เดือน และอุณหภูมิย้อนหลัง 5 เดือน ให้ผลดีที่สุด ค่า OR แสดงดังตารางที่ 2 อธิบายได้ว่าการเพิ่มขึ้น 1 หน่วย (mm) ของปริมาณน้ำฝนสะสมย้อนหลัง 1 เดือน ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.04 และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิย้อนหลัง 5 เดือน ทุก 1 องศาเซลเซียส ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยลดลงร้อยละ 5.16 ผลของแบบจำลองในปี พ.ศ. 2553–2560 และการพยากรณ์ในปี 2561 แสดงดังภาพที่ 3 จากภาพพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณจำนวนผู้ป่วยได้ดี แต่ไม่สามารถคำนวณจำนวนผู้ป่วยที่มีค่าสูงในปี พ.ศ. 2554–2555 ได้ ส่วนผลการพยากรณ์ในปี 2561 สามารถอธิบายได้ดี

สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง พบว่าแบบจำลองที่ใช้ปัจจัยน้ำฝนที่เวลาย้อนหลัง 1 เดือน และอุณหภูมิที่เวลาตรงกันกับจำนวนผู้ป่วยให้ผลดีที่สุด สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 1 เดือน เพิ่มขึ้น 1 mm จะทำให้จำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.02 และ 0.01 สำหรับภาคกลาง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยลดลงร้อยละ 2.56 สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และร้อยละ 7.44 สำหรับภาคกลาง จากภาพที่ 3 พบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณจำนวนผู้ป่วยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2561 ได้ดี แต่สำหรับภาคกลางพยากรณ์ได้สูงกว่าค่าจริง

สำหรับภาคตะวันออก พบว่าแบบจำลองที่ใช้ปัจจัยน้ำฝนและอุณหภูมิย้อนหลัง 1 เดือนให้ผลดีที่สุด ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.01 และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิย้อนหลัง 1 เดือน ส่งผลให้

ตารางที่ 2 ค่า Odds Ratio (OR) ของตัวแปรต่าง ๆ ของแบบจำลองที่เหมาะสม ใน 6 ภาค

ภาค	ตัวแปร	Lag (เดือน)	Odds Ratio (OR)	p-value	RMSE	RMSE (prediction)
เหนือ	St	0	1.0217	$<2x10^{-16}$*	17.6918	6.6209
	Rain	1	1.0004	$<2x10^{-16}$*		
	Temp	5	0.9484	$5.26x10^{-10}$*		
ตะวันออกเฉียงเหนือ	St	0	1.0023	$<2x10^{-16}$*	73.3978	52.6243
	Rain	1	1.0002	$<2x10^{-16}$*		
	Temp	0	0.9744	$5.46x10^{-11}$*		
กลาง	St	0	1.0718	0.0831	4.2900	3.6542
	Rain	1	1.0001	0.0220*		
	Temp	0	0.9256	0.0010*		
ตะวันออก	St	0	1.1615	$6.48x10^{-10}$*	3.0676	4.7110
	Rain	0	1.0001	0.0099*		
	Temp	1	0.9411	0.0482*		
ใต้ฝั่งตะวันตก	St	0	1.0592	$<2x10^{-16}$*	18.0604	5.7862
	Temp	1	0.8774	$5.39x10^{-8}$*		
ใต้ฝั่งตะวันออก	St	0	1.0169	$<2x10^{-16}$*	27.9413	18.0100
	Rain	0	1.0001	$<2x10^{-16}$*		
	Temp	8	1.0832	$7.16x10^{-10}$*		

* ระดับนัยสำคัญ $p<0.05$

จำนวนผู้ป่วยลดลงร้อยละ 5.89 ผลของแบบจำลองและการพยากรณ์ให้ผลดี

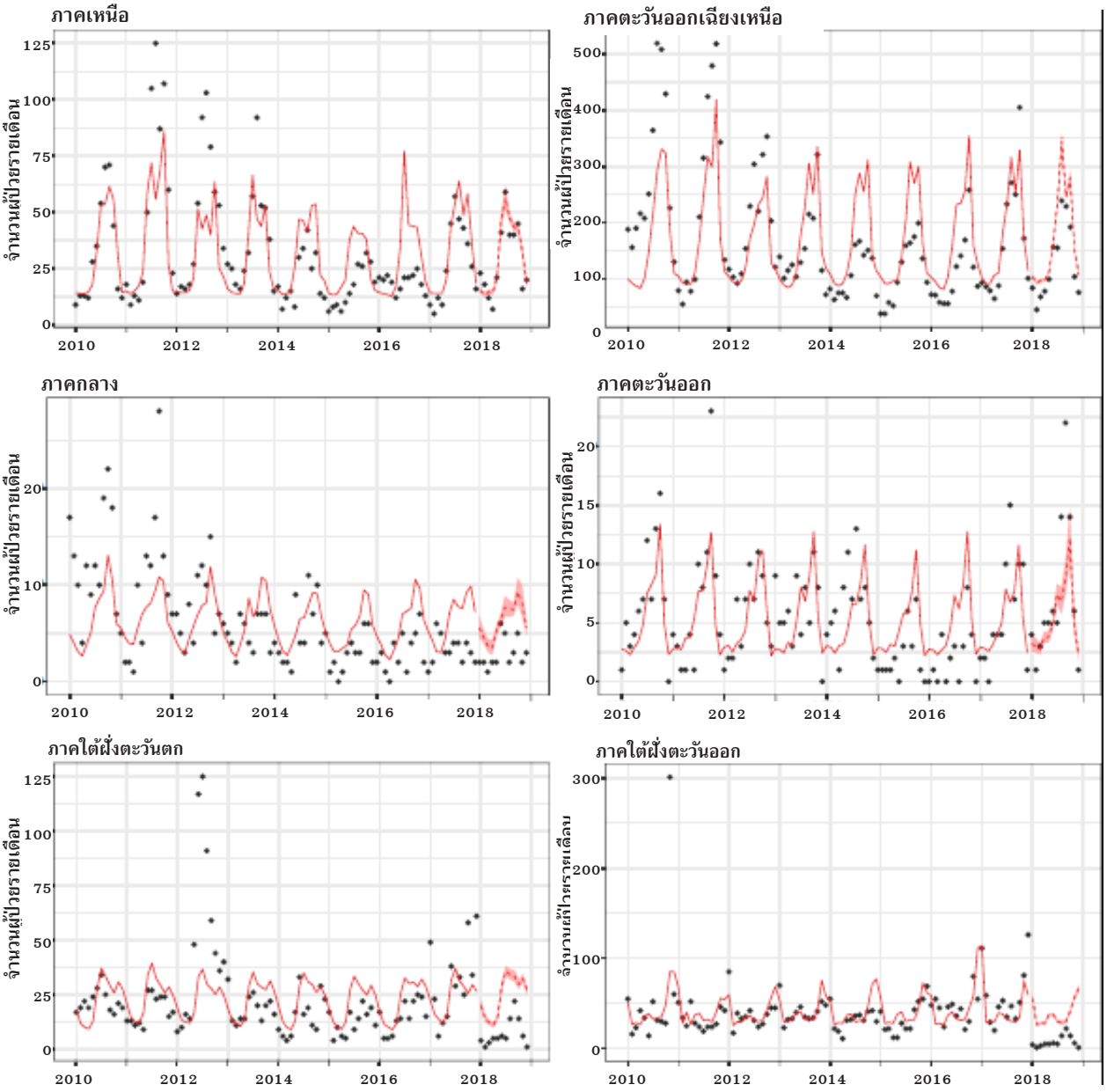
สำหรับภาคใต้ฝั่งตะวันตก แบบจำลองที่ใช้ปัจจัยน้ำฝนและอุณหภูมิย้อนหลัง 1 เดือน ให้ผลดีที่สุดแต่แบบจำลองนี้ค่าสัมประสิทธิ์ของปริมาณน้ำฝนไม่มีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงเลือกแบบจำลองที่ใช้อุณหภูมิย้อนหลัง 1 เดือน เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด การเพิ่มอุณหภูมิย้อนหลัง 1 เดือน ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยลดลงร้อยละ 12.26 ตามลำดับ ผลของแบบจำลองสามารถคำนวณจำนวนผู้ป่วยในปี พ.ศ. 2553-2560 ได้ดี แต่ไม่สามารถคำนวณจำนวนผู้ป่วยที่มีค่าสูงในปี 2555 ได้ และพยากรณ์ปี 2561 ได้สูงกว่าค่าจริงเหมือนภาคกลาง สำหรับภาคใต้ฝั่งตะวันออก แบบจำลองที่ใช้ปัจจัยน้ำฝนและอุณหภูมิย้อนหลัง 8 เดือน ให้ผลดีที่สุด ผลของแบบจำลองตามภาพ 3 คล้ายกับภาคใต้ฝั่งตะวันตก

วิจารณ์

โดยภาพรวมจำนวนผู้ป่วยสะสมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2561 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงสูด และภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีค่าสูงเป็นอันดับรองลงมา ส่วนภาคที่มีอัตราป่วยต่อประชากรแสนรายสูงสุด ได้แก่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้อาจเนื่องจากพฤติกรรมของประชากรและการประกอบอาชีพที่ต้องแช่น้ำ การแช่น้ำในช่วงอุทกภัย หรือจากหนูซึ่งเป็นแหล่งรังโรคมีการติดเชื้อเลปโตสไปรา[21] และอาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการคงอยู่ของเชื้อเลปโตสไปรา

จากผลการศึกษาฤดูกาลของโรคเลปโตสไปโรสิสทั้ง 6 ภาค พบว่าภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก มีจำนวนผู้ป่วยสูงในช่วงฤดูฝนถึงต้นฤดูหนาวซึ่งเป็นช่วงที่มีการทำเกษตรกรรมสูง การ

ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลอง (เส้นสีแดง) เทียบกับข้อมูลผู้ป่วยจริง (จุดสีดำ) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2560 และการทำนาย (เส้นประสีแดง) พร้อมกับค่า 95% ช่วงความเชื่อมั่น (พื้นที่สีส้ม) ในปี พ.ศ. 2561



ไถนา การหว่านเมล็ดข้าวหรือการปลูกข้าวมีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนของหนูส่งผลให้เชื้อเลปโตสไปราสามารถเพิ่มจำนวนและแพร่กระจายได้มากขึ้น[22] เกษตรกรที่ไม่ได้ป้องกัน เช่น การสวมรองเท้าหรือการใส่ถุงมือ จะมีโอกาสสัมผัสกับเชื้อโดยตรงได้มากขึ้น จำนวนผู้ป่วยจึงเพิ่มสูงขึ้น สำหรับภาคใต้รูปแบบฤดูกาลไม่ชัดเจนเหมือนภาคอื่น ๆ โดยภาพรวมจะมีจำนวนผู้ป่วยรายเดือนเฉลี่ยสูงตลอดปี ในภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะมีจำนวนผู้ป่วยสูงในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และในปี 2555 พบจำนวนผู้ป่วยสูงมาก ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดระนอง[23] ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออกพบจำนวนผู้ป่วยสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม สอดคล้องช่วงที่เกิดน้ำท่วม[24] และในเดือนพฤศจิกายน 2553 พบจำนวนผู้ป่วยสูงมากในจังหวัดสงขลา เนื่องจากในปี 2553 ช่วงต้นเดือนพฤศจิกายนมีพายุดีเปรสชั่นพัดขึ้นฝั่งในพื้นที่ภาคใต้ ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมในหลายพื้นที่

สอดคล้องกับรายงานการระบาดหลังเกิดน้ำท่วม[25]

จากการศึกษาแบบจำลอง ผลการศึกษายืนยันว่าปัจจัยปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิส ยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันตก ผลการศึกษายังพบอีกว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยกับปริมาณน้ำฝนเป็นแบบตรงกัน กล่าวคือเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้นในเดือนนั้นสำหรับภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง เมื่อฝนตกปริมาณมากจะทำให้เกิดแอ่งน้ำหรือน้ำท่วมขัง ส่งผลให้เชื้อเลปโตสไปราเพิ่มจำนวนได้ดี จึงเพิ่มโอกาสให้ประชากรสัมผัสเชื้อในสิ่งแวดล้อม สำหรับภาคตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันออกพบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยกับปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 1 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในเมือง Yilong ประเทศจีน[18] อีกทั้งปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 1 เดือน สอดคล้องกับระยะฟักตัวของโรคเลปโตสไปโรสิสซึ่งมีระยะเวลาตั้งแต่ 1 สัปดาห์ถึง 1 เดือน[26] สำหรับภาคใต้ฝั่งตะวันตกไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับการระบาดของโรค เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศมีความหลากหลาย เป็นทิวเขาสูง มีชายฝั่งจมน้ำ พื้นที่ส่วนใหญ่ลาดเอียง[27] อาจทำให้เมื่อฝนตกน้ำไม่ท่วมขัง และอาจเกิดจากปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เช่น พฤติกรรมของประชากร หรือการประกอบอาชีพ

ปัจจัยอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิส ซึ่งเชื้อเลปโตสไปราสามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่อุณหภูมิตั้งแต่ 4-40 °C[28] และสามารถอยู่ได้นานถึง 316 วัน ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 30 °C[29] จากการศึกษาพบความสัมพันธ์แบบตรงข้ามของจำนวนผู้ป่วยกับอุณหภูมิที่เวลาย้อนหลังต่าง ๆ ตั้งแต่ 0 ถึง 5 เดือน ยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันออก ซึ่งความสัมพันธ์แบบตรงข้ามนี้อาจเกิดจากการเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ความชื้นน้อยลงและการอยู่รอดของเชื้อเลปโตสไปราลดลง[18]

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในการศึกษา เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยได้มาจากจำนวนผู้ป่วยสงสัยตามเกณฑ์ทางคลินิก ไม่ใช่ผู้ป่วยยืนยัน การวินิจฉัยโรคยังมีข้อจำกัด เช่น วิธีการตรวจโรค ความไวและความจำเพาะของชุดตรวจโรค อาการของโรคที่คล้ายกับโรคอื่น และข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาของการดำเนินโรค การเพิ่มประสิทธิภาพของชุดตรวจเพื่อวินิจฉัยโรคได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วอาจทำให้ผลการศึกษาเกิดข้อผิดพลาดได้น้อยลง แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลระยะยาวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2561 ซึ่งมีปริมาณมากพอในการศึกษา งานวิจัยนี้ศึกษาผลของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิต่อการระบาดเท่านั้น ไม่ได้ศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เช่น ดัชนีน้ำท่วม ความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งอาจส่งผลต่อการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิสได้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากการศึกษาก่อนหน้า[12] โดยใช้ข้อมูลทางสภาพอากาศที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม และเป็นการศึกษาข้อมูลทั้งประเทศ ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถให้ความรู้ในเรื่องฤดูกาล ความเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิสทั้ง 6 ภาค สามารถให้ความรู้และความเข้าใจการระบาดของโรคเกี่ยวข้องกับฤดูกาล อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการพยากรณ์โรคได้ งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งเป็นข้อมูลที่ทันสมัย สามารถเพิ่มความเข้าใจของปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดได้ งานวิจัยให้ผลการศึกษาที่สำคัญ คือฤดูกาลของโรคเลปโตสไปโรสิสในภาคต่าง ๆ คล้ายกัน ยกเว้นภาคใต้ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสองฝั่ง ปัจจัยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิมีส่วนช่วยในการพยากรณ์การระบาดของโรค และมีผลแตกต่างกันในแต่ละภาค ดังนั้นการควบคุมการระบาดจะต้องเป็นแบบเฉพาะที่ แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองพื้นฐานสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาการระบาดของโรคตามฤดูกาลที่ขึ้นกับปริมาณน้ำฝนหรืออุณหภูมิได้ เช่น โรคไข้หวัดใหญ่ โรคไข้เลือดออก เป็นต้น แบบจำลองนี้ยังสำคัญต่อการพัฒนายุทธศาสตร์ในการเตือนภัยการระบาดเพื่อลดจำนวนผู้ป่วยและควบคุมการระบาดของโรคเลปโตสไปโรสิส

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณรายได้ กองทุนวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณาสุข ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทำวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณงานแพทยศาสตร์และบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Adler B, de la Peña Moctezuma A. Leptospira and leptospirosis. Vet Microbiol 2010;140(3):287-96.
2. Henry RA, Johnson RC. Distribution of the genus Leptospira in soil and water. Appl Environ Microbiol 1978; 35(3):492-9.
3. Suwancharoen D, Limlertvatee S, Chetiyawan P, Tongpan P, Sangkaew N, Sawaddee Y, et al. A nationwide survey of pathogenic leptospires in urine of cattle and buffaloes by Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method in Thailand, 2011-2013. J Vet Med Sci 2016;78(9):1495-500.
4. Doungchawee G, Phulsuksombat D, Naigowit P, Khoaprasert Y, Sangjun N, Kongtim S, et al. Survey of leptospirosis of small mammals in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2005;36(6):1516-22.
5. สำนักระบาดวิทยา. ระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 31 มี.ค. 2562]. แหล่งข้อมูล: http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/disease.php?ds=26
6. Kawaguchi L, Sengkeopraseuth B, Tsuyuoka R, Koizumi N, Akashi H, Vongphrachanh P, et al. Seroprevalence of leptospirosis and risk factor analysis in flood-prone rural areas in Lao PDR. Am J Trop Med Hyg 2008; 78(6):957-61.
7. Dechet AM, Parsons M, Rambaran M, Mohamed-Rambaran P, Florendo-Cumbermack A, Persaud S, et al. Leptospirosis outbreak following severe flooding: a rapid assessment and mass prophylaxis campaign; Guyana, January-February 2005. PLoS One 2012;7(7):e39672.
8. Agampodi SB, Dahanayaka NJ, Bandaranayaka AK, Perera M, Priyankara S, Weerawansa P, et al. Regional differences of leptospirosis in Sri Lanka: observations from a flood-associated outbreak in 2011. PLoS Negl Trop Dis 2014;8(1):e2626.
9. Della Rossa P, Tantrakarnapa K, Sutdan D, Kasetsinsombat K, Cosson J-F, Supputamongkol Y, et al. Environmental factors and public health policy associated with human and rodent infection by leptospirosis: a land cover-based study in Nan province, Thailand. Epidemiol Infect 2015;114(7):1550-62.
10. Desvars A, Jégo S, Chiroleu F, Bourhy P, Cardinale E, Michault A. Seasonality of human leptospirosis in Reunion Island (Indian Ocean) and its association with meteorological data. PLoS One 2011;6(5):e20377.
11. Saito M, Villanueva SY, Chakraborty A, Miyahara S, Segawa T, Asoh T, et al. Comparative analysis of Leptospira strains isolated from environmental soil and water in the Philippines and Japan. Appl Environ Microbiol 2013;79(2):601-9.
12. Chadsuthi S, Modchang C, Lenbury Y, Iamsirithaworn S, Triampo W. Modeling seasonal leptospirosis transmission and its association with rainfall and temperature in Thailand using time-series and ARIMAX analyses. Asian Pac J Trop Med 2012;5(7):539-46.
13. Turbill C, Prior S. Thermal climate-linked variation in annual survival rate of hibernating rodents: shorter winter dormancy and lower survival in warmer climates. Funct Ecol 2016;30(8):1366-72.
14. Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center. TRMM (TMPA-RT) Near Real-Time Precipitation L3 1 day 0.25 degree x 0.25 degree V7, Edited by Andrey Savtchenko, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) [Internet]. 2016 [cited 2019 Mar 20]. Available from: https://disc.gsfc.nasa.gov/datacollection/TRMM_3B42RT_Daily_7.html.

15. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day L3 Global 1km 2018 [cited 2019 Mar 20]. Available from: https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod11a2
16. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria 2018 [Internet]. [cited 2019 Mar 20]. Available from: https://www.R-project.org/
17. กรมอุตุนิยมวิทยา. ความรู้อุตุนิยมวิทยา [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 4 มิ.ย. 2561]. แหล่งข้อมูล: https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=23
18. Dhewantara PW, Hu W, Zhang W, Yin WW, Ding F, Al Mamun A, et al. Climate variability, satellite-derived physical environmental data and human leptospirosis: A retrospective ecological study in China. Environ Res 2019;176:108523.
19. Cleveland RB, Cleveland WS, McRae JE, Terpenning I. STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. J Off Stat 1990;6(1):3-73.
20. O'brien RM. A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. Qual Quant 2007;41(5):673-90.
21. Wangroongsarb P, Petkanchanapong W, Yasaeng S, Imvithaya A, Naigowit P. Survey of leptospirosis among rodents in epidemic areas of Thailand. Trop Med Parasitol 2002;25(2):56-8.
22. เสาวพักตร์ ฮื้นจ้อย. ระบาดวิทยาของโรคเลปโตสไปโรซิสจากรายงานในระบบเฝ้าระวังโรคแห่งชาติ ประเทศไทย พ.ศ. 2546-2555. OSIR 2557;7(2):1-5.
23. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดยโสธร. รายงานการเฝ้าระวังโรคติดต่อที่สำคัญกลุ่มงานป้องกันควบคุมโรคติดต่อ [อินเทอร์เน็ต]. 2555 [สืบค้นเมื่อ 3 มิ.ย. 2563 2563]. แหล่งข้อมูล: http://203.157.181.13/cdyaso/km/dhf/weekly-report/weekly-report-27.pdf
24. คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ. บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วม [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [สืบค้นเมื่อ 4 มิ.ย. 2563]. แหล่งข้อมูล: http://tiwrmdev.haii.or.th/web/index.php/flood-history.html
25. อมรรัตน์ ชุตินันทกุล, พัศวุฒิ ชนะกิจจานุกิจ, โรม บัวทอง. รายงานสอบสวนการระบาดโรคเลปโตสไปโรสิสหลังกเกิดภาวะอุกทกภัย มกราคม 2560 อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช. วรสารควบคุมโรค 2562; 45(3):317-29.
26. Haake DA, Levett PN. Leptospirosis in humans. Curr Top Microbiol Immunol 2015;387:65-97.
27. สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน. แผนพัฒนากลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน 2561-2564 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 6 มิ.ย. 2559]. แหล่งข้อมูล: http://www.osmsouth-w.moi.go.th/file-data/344466.pdf
28. Parker J, Walker M. Survival of a pathogenic Leptospira serovar in response to combined in vitro pH and temperature stresses. Vet Microbiol 2011;152(1):146-50.
29. Andre-Fontaine G, Aviat F, Thorin C. Waterborne Leptospirosis: Survival and Preservation of the Virulence of Pathogenic Leptospira spp. in Fresh Water. Curr Microbiol 2015;71(1):136-42.

Abstract: Forecasting of Seasonal Leptospirosis Associated with Climate Factor for Thailand during 2010-2018

Suchada Geawduanglek B.S.[*]; Surapa Wichapeng B.S.[**]; Sudarat Chadsuthi Ph.D.[***]

** Medical and Graduate Education Division, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok; **Department of Physics, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok Province; *** Department of Physics, Research Center for Academic Excellence in Applied Physics, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok Province, Thailand*

Journal of Health Science 2021;30(5):802-13.

In this research, we aimed to study the seasonality of leptospirosis and its forecasting in Thailand using data from the years 2010-2018. We studied the relation of the satellite data of cumulative rainfall and average temperature with the leptospirosis cases using Spearman's correlation. The cross-correlation between climate factors at different time lag with the leptospirosis cases, classified by the 6 regions of Thailand, were studied to find the factors involved. Then, we developed a model to predict the occurence leptospirosis outbreaks using the Generalized Linear Models. As for the results, we found a similar seasonal pattern for Northern, Northeastern, Central, and Eastern regions, in which the high number of cases occurred during the rainy season and early winter season. A different pattern was observed in the Southern-West coast and Southern-East coast regions. We also found that the rainfall factor could improve the model to study the leptospirosis outbreak in all regions except the Southern-West coast region. The Odds Ratio for rainfall factor range from 1.0001 to 1.0004. The temperature factor could improve the model in all regions where the Odds Ratio ranged from 0.9484-1.0832. Our final models showed the different lagged effects of rainfall and temperature on leptospirosis in the 6 regions. Thus, the local specific control was important to reduce the leptospira infection. Our models should be useful for the development of warning system strategies to control the leptospirosis outbreak. Furthermore, the knowledge of these models could be applied in the forcasting of other diseases related to climate factors.

***Keywords*: leptospirosis; seasonality; rainfall; temperature; forecasting**