วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.3) September – December 2022 บทความวิจัย

เทคโนโลยีอวกาศเพื่อคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสใน อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

Space Technology for Prediction of Scrub Typhus Incidence in Mae Fa Luang District, Chiang Rai Province

พิมพกานต์ บุญสวัสดิ์* , พลภัทร เหมวรรณ และ อริศรา เจริญปัญญาเนตร
Pimpakran Boonsawat*, Phonpat Hemwan and Arisara Charoenpanyanet
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University

Received : 17 January 2022
Revised : 3 March 2022
Accepted : 21 March 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัว และความหนาแน่นของโรคสครับไทฟัส ในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย และ 2) เพื่อสร้างแบบจำลองคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส โดยข้อมูลผู้ป่วยโรคสครับไทฟัสในอำเภอแม่ฟ้าหลวงช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ได้ถูกนำมาวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวด้วยดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) และการวิเคราะห์ความหนาแน่นใช้เทคนิคการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation) ในส่วนของการสร้างแบบจำลองดำเนินการโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLT ตรวจหาปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ (NDVI) ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ (NDWI) อุณหภูมิ ความสูงของภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นปัจจัยเหล่านี้ถูกนำไปวิเคราะห์ร่วมกับอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพื่อสร้างแบบจำลองคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส ผลการศึกษาพบว่าอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสพบพื้นที่ระบาดทางตอนเหนือของอำเภอแม่ฟ้าหลวง และการระบาดลดลงเมื่อบริเวณใกล้ตัวเมืองเชียงราย และพบการกระจายตัวในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมเป็นแบบสุ่ม ทั้งนี้ความรุนแรงของโรคจะเพิ่มขึ้นและขยายวงกว้างมากขึ้นในเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม เนื่องจากมีรูปแบบรวมกลุ่มอุบัติการณ์มีความคล้ายคลึงกันโดยความรุนแรงของโรคจะมากที่สุดในฤดูฝน รองลงมา คือ ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ โดยพื้นที่วิกฤตของโรคพบบริเวณบ้านเทอดไทย บ้านหินแตก บ้านห้วยอื้น และบ้านเทอดไทยหนึ่ง ตามลำดับ นอกจากนี้แบบจำลองคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อโรค คือ NDVI ระหว่าง 0.5-0.6 NDWI ระหว่าง (-0.7)-(-0.5) อุณหภูมิ ระหว่าง 20–26 °C และ ความสูง 400-1000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยแบบจำลองมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.761

คำสำคัญ : สครับไทฟัส ; เทคนิคทางภูมิสารสนเทศ ; การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ; สถิติเชิงพื้นที่ ; Landsat-8 OLT

Abstract

The purposes of this study were: 1) to analyze distribution pattern and density of scrub typhus in Mae Fah Luang District, Chiang Rai Province. 2) to create of regression model for predicting the incidence of scrub typhus during December 2018. This paper discusses point pattern analysis of cases using the Average Nearest Neighbor Index and Kernel Density Estimation. The modeling section was performed using Landsat-8 OLT satellite imagery. The physical factors were determined, including NDVI, NDWI, temperature, height and land use. These factors were then analyzed by Pearson's correlation coefficient. The data of physical factors was used to the independent variable to create the Prediction of Scrub Typhus Incidence model. The results showed Scrub Typhus Incidence are scattered in many areas of Mae Fah Luang District. Most of the outbreak areas were in the northern of Mae Fah Luang District and decreased as they approached Mueang Chiang Rai District. Scrub Typhus are most in Rural area because community in Mae Fah Luang District, adjacent to the edge of the forest resulting in an outbreak near the village. In addition, distribution is random pattern in January-May and clustered pattern in June-December. The incidences were distributed and the severity of the disease increased in June- December, the highest in rainy, winter. and summer respectively. The critical areas from the density analysis were at Ban Thoet Thai, Ban Hin Taek, Ban Huai Eun and Ban Thoet Thai Nueng, respectively. In particular, The regression model had relationship with NDVI (0.5 - 0.6), NDWI (-0.7)-(-0.5), temperature 20 – 26 °C, hight of 400 – 1000 meters MSL and R^2 of 0.761.

Keywords : scrub typhus ; geo-information techniques ; spatial analysis ; spatial statistics ; Landsat-8 OLT

***Corresponding author. E-mail** : gigis.pimma@gmail.com

บทนำ

โรคสครับไทฟัส (Scrub Typhus) จัดเป็นหนึ่งในกลุ่มโรคไทฟัส (ไข้รากสาดใหญ่) ที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศให้เป็นโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวัง พ.ศ.2562 เป็นโรคที่ติดต่อจากสัตว์สู่คนนำโดยแมลง เกิดจากเชื้อริกเก็ตเซีย (Rickettsia) ที่มีชื่อเรียกว่า โอเรียนเทีย ซูซูกามูชิ (Orientia Tsutsugamushi) โรคนี้ติดต่อสู่คนได้โดยการถูกพาหะนำโรคที่อาศัยอยู่บนตัวของสัตว์ฟันแทะ เช่น กระแต กระรอก หนู หมูป่า เป็นต้น โดยพาหะ คือ ไรอ่อน (Chiggers) ที่มีเชื้อกัด ซึ่งในรายที่มีอาการรุนแรง เช่น พบปอดอักเสบ ภาวะหายใจล้มเหลว ภาวะช็อก ไตวาย ตับวาย เยื่อหุ้มสมองอักเสบหรือ สมองอักเสบ การแข็งตัวของเลือดผิดปกติ (Disseminated Intravascular Coagulopathy) กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ และเสียชีวิต (Sirisukkarn, 2008)

สถานการณ์โรคสครับไทฟัสในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ.2551-2560 พบว่าอัตราการป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง พ.ศ.2556 และมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ พ.ศ.2557-2559 อัตราป่วยตายในช่วง 10 ปี มีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจนแต่ในพ.ศ.2558-2559 อัตราป่วยตายลดลง ในพ.ศ.2559 สำนักระบาดวิทยาได้รับรายงานผู้ป่วยโรคสครับไทฟัส 7,025 ราย จาก 68 จังหวัด อัตราป่วย 10.67 ต่อประชากรแสนคน เสียชีวิต 4 ราย ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีสัญชาติไทย ร้อยละ 96.61 โรคนี้สามารถพบได้ตลอดทั้งปี พบมากในช่วงฤดูฝนถึงฤดูหนาว (ช่วงเดือนพฤษภาคม-มกราคม) ภาคเหนือมีอัตราป่วยสูงสุด รองลงมา คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง สถานการณ์การเกิดโรคสครับไทฟัสในประเทศไทย พ.ศ. 2559 อัตราป่วย และอัตราตายมีแนวโน้มลดลงจากปีที่ผ่านมา ทั้งนี้อัตราป่วยสูงสุดยังคงอยู่ที่ภาคเหนือ

ในช่วง พ.ศ.2557-2559 อัตราป่วยในแต่ละภาคมีแนวโน้มลดลงยกเว้นภาคเหนือมีอัตราป่วยสูงกว่าปีที่ผ่านมาเล็กน้อย ในภาคเหนือช่วงระหว่างปี พศ. 2557-2560 จังหวัดที่พบการระบาดของโรคสครับไทฟัสมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดเชียงราย 8,765 ราย จังหวัดเชียงใหม่ 8,629 ราย และจังหวัดน่าน 6,498 ราย และจำนวนการเสียชีวิตสูงสุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดเชียงราย 26 ราย จังหวัดเชียงใหม่ 5 ราย และจังหวัดแม่ฮ่องสอน 5 ราย (Office of Disease prevention & control 1, 2018) ทั้งนี้ในจังหวัดเชียงรายพบจำนวนผู้ป่วยตั้งแต่ พ.ศ.2557-2560 จำนวน 8,764 ราย ซึ่งเป็นจังหวัดที่พบมากที่สุดในภาคเหนือมีอำเภอที่พบโรคมากที่สุดสามอันดับ ได้แก่ อำเภอแม่ฟ้าหลวง อำเภอแม่สรวย และอำเภอเมืองเชียงรายตามลำดับ

พื้นที่ภาคเหนือมีการระบาดของโรคสครับไทฟัส พบจำนวนผู้ป่วยนับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2550 ถึงวันที่ 1 ธันวาคม 2564 สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10 ได้รับรายงานผู้ป่วยโรค Scrub Typhus จำนวนทั้งสิ้น 44,910 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 782.29 ต่อประชากรแสนคน พบว่าอำเภอแม่ฟ้าหลวงมีจำนวนผู้ป่วยสูงสุด 12,844 ราย นอกจากนี้ปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดโรค และการแพร่เชื้อในสัตว์รังโรคที่ปัจจุบันมีการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศรวมถึงตัวกำหนดสุขภาพเชิงสังคม เช่น เศรษฐกิจสังคม สังคมสิ่งแวดล้อม และการบริการสุขภาพที่ทำให้เกิดความเสี่ยง และความเปราะบางในการเกิดโรคเพิ่มมากขึ้น (Ronysriyom, Prasatwit & Rongsriyam, 2003; Tipayamonkholgul, 2012) ทั้งนี้ปัญหาอุบัติการณ์ของโรคมีความไม่แน่นอนในการเพิ่ม และลดจำนวนผู้ป่วยซึ่งไม่ทราบแน่ชัดว่าสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสเป็นอย่างไร และมีปัจจัยใดบ้าง แม้ว่าเกิดในพื้นที่ซ้ำเดิม อีกทั้งความรุนแรง และขนาดของพื้นที่ที่เกิดการระบาดยังขาดการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Lerdthusnee, 2017) ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทยไม่มีการวิเคราะห์

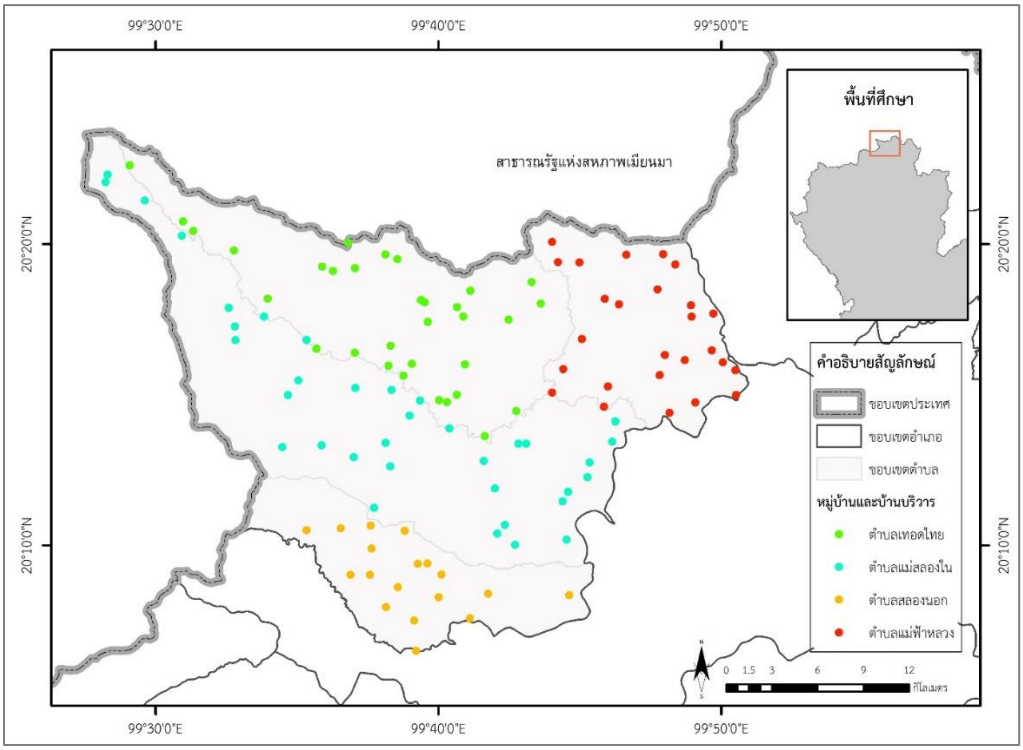
เรื่องเหล่านี้อย่างชัดเจน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงนำเทคโนโลยีการกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก และสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินปัจจัย และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ที่สัมพันธ์กับโรคสครับไทฟัส

การศึกษาครั้งนี้ศึกษาการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศศาสตร์ในการวิเคราะห์รูปแบบทางพื้นที่ของอุบัติการณ์โรคด้วยวิธีการทางสถิติเชิงพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์หาความหนาแน่นด้วยการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation) และรูปแบบการกระจายตัวของโรคสครับไทฟัสโดยวิธีการหาดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ อุณหภูมิ ความสูงภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ร่วมกับอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และวิเคราะห์หาแบบจำลองในการประเมินอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสที่ดีที่สุดโดยใช้สถิติเชิงพื้นที่เพื่อคาดการณ์พื้นที่เฝ้าระวังอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา และโรคสครับไทฟัส

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ศึกษา คือ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ซึ่งพบว่าเกิดโรคสครับไทฟัสมากที่สุดในประเทศช่วง พ.ศ.2557-2561 ซึ่งประกอบด้วย 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลแม่สลองนอก ตำบลแม่ฟ้าหลวง ตำบลเทอดไทย และตำบลแม่สลองใน และหมู่บ้านทั้งหมดในอำเภอแม่ฟ้าหลวงมีหมู่บ้านทั้งหมด 77 หมู่บ้าน มีพื้นที่ประมาณ 662.3 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

2. ขั้นตอนและกระบวนการวิจัย

สร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เกี่ยวกับผู้ป่วยโรคสครับไทฟัส คือ ข้อมูลจุดหมู่บ้านที่เกิดโรคสครับไทฟัส ช่วง พ.ศ.2557-2561 และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพ เพื่อนำมาอธิบายลักษณะการเกิดอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส มีรายละเอียดดังนี้

2.1 รวบรวมข้อมูลผู้ป่วยโรคสครับไทฟัส และวิเคราะห์อุบัติการณ์เป็นรายหมู่บ้าน รวม 77 หมู่บ้าน เพื่อนำมาศึกษารูปแบบการกระจายตัว และความหนาแน่นด้วยสถิติเชิงพื้นที่ การเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติ (Administrative Committee Provincial administration in Chiang Rai province, 2014) และตำแหน่งที่เกิดโรคสครับไทฟัสในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย พ.ศ.2557-2561 แล้วจำแนกเป็นข้อมูลรายหมู่บ้าน แล้วนำมาวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวโดยวิธีการหาดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุด และวิเคราะห์ความหนาแน่นเชิงพื้นที่โดยการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล

อัตราอุบัติการณ์ของโรค หมายถึง จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดขึ้นต่อหน่วยประชากรที่เฝ้าสังเกต (ประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหรือประชากรกลางปี) ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด (Lohsoonthron , 2010)

$$\text{Incidence rate} = (X / Y) * k \quad (1)$$

โดยที่ Incidence rate คือ อัตราอุบัติการณ์ของโรค X คือ จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดขึ้น
Y คือ จำนวนประชากรที่เฝ้าสังเกต k คือ ค่าคงที่ของหน่วยประชากร

วิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของผู้ป่วยโรคสครับไทฟัสโดยวิธีการหาดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุด (Average Nearest Neighbor Index) เป็นอัตราการเปรียบเทียบของระยะทางระหว่างจุดที่อยู่ใกล้เคียงกันมากที่สุด และระยะทางที่คาดหวังบนพื้นฐานของความเป็นไปได้ ซึ่งประกอบด้วยระยะทางใกล้เคียงมากที่สุดสำหรับแต่ละจุด โดยคำนวณระยะทางจุดหนึ่งไปยังทุกจุดที่เลือกระยะทางที่น้อยที่สุด หลังจากนั้นรวมระยะทางที่น้อยที่สุดทั้งหมด แล้วหารด้วยจำนวนจุด (n) เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยระยะทางที่น้อยที่สุด และวิธีการทางสถิติมีลักษณะทั่วไป 3 ลักษณะ ได้แก่ ดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุดน้อยกว่า 1 เป็นรูปแบบกระจุกตัว (clustered pattern), ดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุด มากกว่า 1 เป็นรูปแบบกระจายตัว (dispersed pattern) และดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุด เท่ากับ 1 เป็นรูปแบบสุ่ม (random pattern) (Mitchell A, 2005)

$$ANN = \frac{\bar{D}o}{\bar{D}E} \quad (2)$$

$$\bar{D}o = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n} \quad (3)$$

$$\bar{D}E = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}} \quad (4)$$

$$z = \frac{\bar{D}o - \bar{D}E}{SE} \quad (5)$$

$$SE = \frac{0.26136}{\sqrt{n^2/A}} \quad (6)$$

เมื่อ $\overline{D}o$ คือ ระยะทางเฉลี่ยที่สังเกตได้ในจุดเกิดโรคที่ใกล้ที่สุด (Observed Mean Distance)

$\overline{D}E$ คือ ระยะทางเฉลี่ยที่คาดหวังสำหรับจุดเกิดโรคที่กำหนดในรูปแบบสุ่ม (Expected Mean Distance)

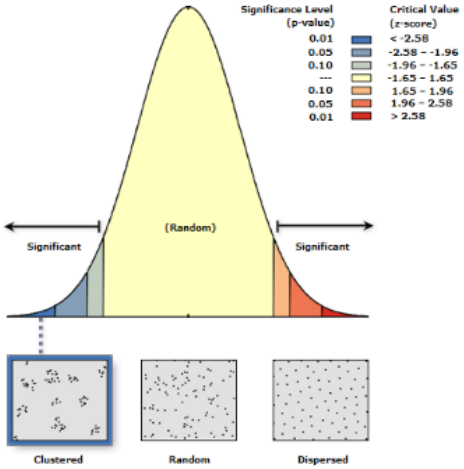
di คือ ระยะทางระหว่างจุดที่มีระยะใกล้เคียงที่สุดของจุดนั้น

A คือ ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

n คือ จำนวนจุดเกิดโรคทั้งหมด

z คือ คะแนนมาตรฐาน (Standard Score or Z-score)

SE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (standard error)



ภาพที่ 2 ค่าดัชนีเพื่อนบ้านข้างเคียงใกล้ที่สุด (Average Nearest Neighbor Index)

การวิเคราะห์ความหนาแน่นของผู้ป่วยโรคสครับไทฟัสโดยวิธีการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล คือการนำข้อมูลประเภทจุดในแผนที่ (Dot Map) จะต้องมีเทคนิค และทฤษฎีที่ใช้ในวัดการกระจายของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุดนี้ เพื่อให้ทราบถึงความหนาแน่นหรือความชัดเจนเพื่อเปรียบเทียบในเชิงพื้นที่ โดยในการวัดการกระจายของข้อมูลสามารถกระทำได้ 3 กรณี 1) การวัดหาตำแหน่งตัวกลาง (Central Tendency) 2) การวัดการรวมตัว และการกระจายตัว (Clustering and Dispersion) และ3) การวัดระยะทางจากจุดใดจุดหนึ่ง (Distance From a Point) ซึ่งในการศึกษาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความหนาแน่นโรคสครับไทฟัสสูง ใช้การวัดการกระจายตัวของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นจุดในแบบการวัดการรวมตัวและการกระจายตัวของข้อมูล เพื่อใช้ในการแปลผลความหนาแน่นของจุดที่เกิดโรค กล่าวคือบริเวณใดที่มีการรวมตัวของจุดแสดงว่าบริเวณนั้นมีความหนาแน่นสูงมากกว่าบริเวณที่มีการกระจายตัวของจุด ซึ่งหนึ่งในวิธีการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่ที่ใช้วัดการกระจายตัวของจุด คือ การคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel

Density Estimation) หลักการของวิธีการ คือ คำนวณรัศมี (Radius) ของแต่ละจุด ก่อนเชื่อมต่อกับจุดอื่นด้วยระยะห่างของช่วงที่ต้องการกำหนด (Band Width) เพื่อหาความหนาแน่นซึ่งค่ารัศมี และระยะห่างของช่วงจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้กำหนด (Gibin, Longley & Atkinson, 2007)

$$f(x) = \frac{1}{nh}\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{x-X_i}{h}\right) \quad (7)$$

โดย f(x) คือ ตัวประมาณความหนาแน่นด้วยวิธีการ Kernel Density

n คือ จำนวนของตัวอย่าง

X_i คือ ตัวแปรสุ่ม X ตัวที่ i = 1, 2, 3,…, n

K(u) คือ ฟังก์ชั่น Kernel Density

h คือ ค่าช่วงเป็นจำนวนจริงบวก

ในการศึกษานี้ใช้ Average Nearest Neighbor Analysis วิเคราะห์รูปแบบการการกระจายตัวของโรคในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะได้ค่า Z-score และ p-value โดย Z-score ใช้อธิบายแนวคิดของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแจกแจงปกติ มีค่าช่วงอยู่ที่ (-2.58) – 2.58 เหมาะสำหรับแสดงผลรูปแบบการกระจายตัวของค่าที่แสดงถึงรูปแบบการกระจายตัวได้อย่างชัดเจน และเพื่อประเมินความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ใดๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงค่าที่ระบุ ดังนั้นจึงใช้เพื่อทำนายความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หรือช่วงของเหตุการณ์ตามการสังเกตที่เกิดขึ้นจริงดังตารางที่ 1 แสดงถึงรูปแบบการกระจายตัวของโรคสครับไทฟัสที่เริ่มระบาดในแต่ละช่วงเวลา และแสดงถึงการรวมกลุ่มของโรคในพื้นที่ตามช่วงเวลานั้นๆ และอธิบายร่วมกับความหนาแน่นของ โรคด้วยการวิเคราะห์ความหนาแน่นแบบเคอร์เนล (ภาพที่ 3) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ และเปรียบเทียบในเชิงพื้นที่ของการเกิดอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส การแปลผลความหนาแน่นแบบเคอร์เนลอยู่ในรูปแบบพื้นที่ต่อเนื่อง หรือลักษณะตารางกริด (Raster) ซึ่งพิจารณาฐานข้อมูล คือ อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสในพื้นที่ศึกษา (หน่วย จำนวนประชากร 1000 คน ต่อปี ในระดับหมู่บ้าน) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสามารถนำช่วงเวลา และความเป็นไปได้ในการหาปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณต่อไป

2.2 วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่ออุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส และสร้างสมการความสัมพันธ์จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส การวิเคราะห์จะนำปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ อุณหภูมิ ความสูงของภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยปัจจัยดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และอุณหภูมิ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 (OLI/TIRS) ในการวิเคราะห์ดัชนีที่เกี่ยวข้อง ส่วนความสูงของภูมิประเทศใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขจาก ALOS PALSAR ปัจจัยทางกายภาพทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์อุบัติการณ์ของโรคจะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้โดยการซ้อนทับข้อมูลปัจจัยกับตำแหน่งของผู้ป่วยที่เกิดโรค เพื่อให้ได้ช่วงค่าของแต่ละปัจจัยที่ทำให้

เกิดอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส และนำข้อมูลที่ได้จากการซ้อนทับข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน แล้วนำมาสร้างแบบจำลองคาดการณ์การเกิดอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) เป็นค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิวโดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกัน เป็นการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติ (Desktop ESRI ArcGIS, 2014)

$$NDVI = (\rho (NIR)-\rho (RED)) / (\rho (NIR) + \rho (RED)) \quad (8)$$

โดยที่ ρ(NIR) คือ การสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ρ(RED) คือ การสะท้อนในช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง

ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ (Normalized Difference Water Index: NDWI) คำนวณจากดาวเทียมในช่วงคลื่นช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared: NIR) และช่วงอินฟราเรดคลื่นสั้น (Short Wave Infrared: SWIR) (McFeeters, S. K., 2013)

$$NDWI = (\rho (NIR)-\rho (SWIR)) / (\rho (NIR) + \rho (SWIR)) \quad (9)$$

โดยที่ ρ(NIR) คือ การสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ρ(SWIR) คือ การสะท้อนในช่วงอินฟราเรดคลื่นสั้น

ปัจจัยด้านอุณหภูมิ วิเคราะห์จากดัชนีอุณหภูมิพื้นผิวโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 (OLI/TIRS) คือ การคำนวณค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นจากค่าการสะท้อน แล้วนำค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นไปคำนวณอุณหภูมิสมบูรณ์จากการแผ่รังสี (Zanter, 2015)

$$L\lambda=M_L\ Q_{cal}+A_L \quad (10)$$

โดยที่ $L\lambda$ คือ ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น หน่วยเป็น W/(m2.sr.µm)

A_L คือ ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นเฉพาะของมัลติแบนด์ที่เพิ่มเข้าไป

Q_{cal} คือ ค่าการสะท้อน (DN)

M_L คือ ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นเฉพาะของมัลติแบนด์ที่เลือก

การคำนวณอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่น (Brightness Temperature: TB) เป็นการแปลงจากค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นเป็นอุณหภูมิสัมบูรณ์เป็นองศาเซลเซียส (Zanter, 2015)

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}\right)+1} - 273.15 \quad (11)$$

โดยที่ T_B คือ ค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่น (°C)

K_1 คือ ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อนที่ K1

K_2 คือ ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อนที่ K2

L_λคือ ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral Radiance)

การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification: ML) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยการพิจารณาค่าเฉลี่ย และเมทริกซ์ความแปรปรวน (Covariance Matrix) และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง อาศัยหลักการสถิติซึ่งมีการตั้งสมมติฐานให้แต่ละประเภทข้อมูลนั้นมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) แล้วจึงคำนวณค่าความน่าจะเป็นสูงสุดของแต่ละจุดภาพว่าจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มประเภทข้อมูลใดที่เหมาะสมที่สุด ถ้าความน่าจะเป็นสูงสุดน้อยกว่าเกณฑ์ที่ระบุพิกเซลจะยังไม่ได้รับการจัดประเภท (Richards, 1999)

$$Gi = \ln p(\omega_i) - \tfrac{1}{2}\ln|\Sigma i| - \tfrac{1}{2}(x-mi)T\,\Sigma i^{-1}(x-m_i) \quad (12)$$

โดย Gi คือ ชั้นข้อมูล

x คือ ข้อมูล n มิติ (โดยที่ n คือ จำนวนแถบ)

$p(\omega_i)$ คือ ความน่าจะเป็นของชั้น ω_i เกิดขึ้นในภาพ และสันนิษฐานเดียวกันสำหรับทุกชั้น

$|\Sigma i|$ คือ ปัจจัยกำหนดความแปรปรวนร่วมของข้อมูลในคลาส ω_i

Σi^{-1} คือ เมทริกซ์ผกผัน

m_i คือ ค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) เป็นวิธีที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูล 2 ชุด โดยที่ตัวแปรหรือข้อมูล 2 ชุดนั้นจะต้องอยู่ในรูปของข้อมูลในมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Ferguson, 1981) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส พิจารณานำเข้าการสมการถดถอยพหุคูณในการคาดการณ์อุบัติการณ์ และเพิ่มความน่าเชื่อถือในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่ร่วมกัน เพื่อทำนายหรือคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส (Cohen, Cohen, West & Aiken, 2013)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + \beta + e \quad (13)$$

โดย X_i คือ ค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

β_0 คือ ค่าคงที่ของสมการถดถอยของตัวแปรอิสระ

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

Y คือ ค่าของตัวแปรตาม

ผลการวิจัย

1. รูปแบบการกระจายตัว และความหนาแน่นเชิงพื้นที่ของผู้ป่วยโรคสครับไทฟัส

อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย มีจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด 77 หมู่บ้าน การศึกษาการกระจายตัวของอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสเพื่อแสดงการกระจายตัวและแนวโน้มการเกิดโรคสครับไทฟัสโดยใช้อัตราอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสระหว่าง พ.ศ.2557-2561 พบว่าค่าเฉลี่ยอุบัติการณ์ของหมู่บ้านที่มีอุบัติการณ์ของโรครุนแรง คือ บ้านห้วยหมาก บ้านห้วยโย บ้านอาก่ออาไฮ้ บ้านห้วยหยวกป่าโซ บ้านอาแหละ(ต.แม่สลองใน) และบ้านพะน้อยอาข่า โดยวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวแบ่งเป็นรายเดือน และตามฤดูกาล จากตารางที่ 1 พบว่าโรคสครับไทฟัสมีการกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่อำเภอแม่ฟ้าหลวงหลายแหล่งจากการกระจายตัวในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม และความรุนแรงของโรคจะเพิ่มขึ้นและขยายวงกว้างมากขึ้นในเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม สอดคล้องกับภาพที่ 3 เส้นแนวโน้มของรูปแบบการกระจายตัวของโรคสครับไทฟัสมีค่า z-score ลดต่ำลงแสดงถึงการรวมกลุ่มกันที่เพิ่มขึ้นในช่วงปลายปี เนื่องจากรูปแบบการกระจายตัวของเป็นแบบกลุ่มมากขึ้น นอกจากนี้รูปแบบการกระจายตัวฤดูกาลพบว่ามีการกระจายตัวแบบกลุ่มโดยพื้นที่การระบาดคล้ายคลึงกันโดยความรุนแรงของโรคจะมากที่สุดในฤดูฝนรองลงมาคือฤดูหนาว และฤดูร้อนตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (ภาพที่ 4) เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่ออุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส พบความหนาแน่นอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสช่วง พ.ศ.2557-2561 มีหมู่บ้านที่มีค่าความหนาแน่นของอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัส (หน่วย จำนวนประชากร 1000 คน ต่อปีในระดับหมู่บ้าน) วิกฤตมีทั้งหมด 28 หมู่บ้าน ทั้งนี้ปีที่พบความหนาแน่นของอุบัติการณ์ในระดับวิกฤตมีทั้งหมด 2 ปี คือ พ.ศ.2557 และพ.ศ.2561 โดย พ.ศ.2561 มีเนื้อที่อุบัติการณ์ประมาณ 4 ตารางกิโลเมตร และพ.ศ.2557 มีเนื้อที่อุบัติการณ์ประมาณ 0.13 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่การระบาดของโรค พ.ศ.2557 พื้นที่วิกฤตเกิดบริเวณบ้านเทอดไทย และบ้านหินแตก ตามลำดับ ส่วนใน พ.ศ.2561 เป็นช่วงที่พบความหนาแน่นสูงที่สุด พื้นที่วิกฤตอยู่บริเวณบ้านเทอดไทย บ้านหินแตก บ้านห้วยอื้น และบ้านเทอดไทยหนึ่ง ตามลำดับ

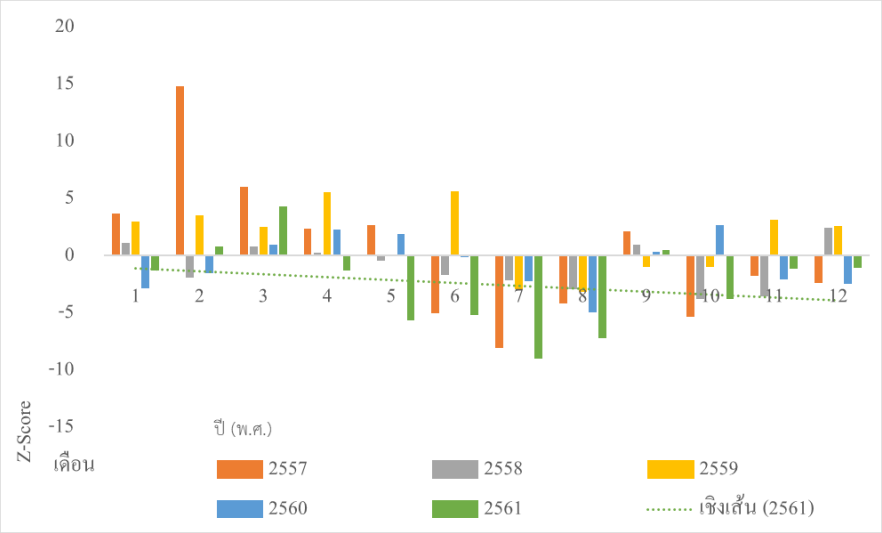
โดยศูนย์กลางความหนาแน่นอยู่ตอนกลางของอำเภอแม่ฟ้าหลวง จากการพิจารณาอุบัติการณ์เป็นพื้นที่ราบลุ่มคล้ายแอ่งกระทะ ล้อมรอบด้วยภูเขาสูงซึ่งเป็นแนวชายแดนระหว่างประเทศไทย และสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา

ตารางที่ 1 รูปแบบการกระจายตัวของโรคสครับไทฟัสด้วย Average Nearest Neighbor Index

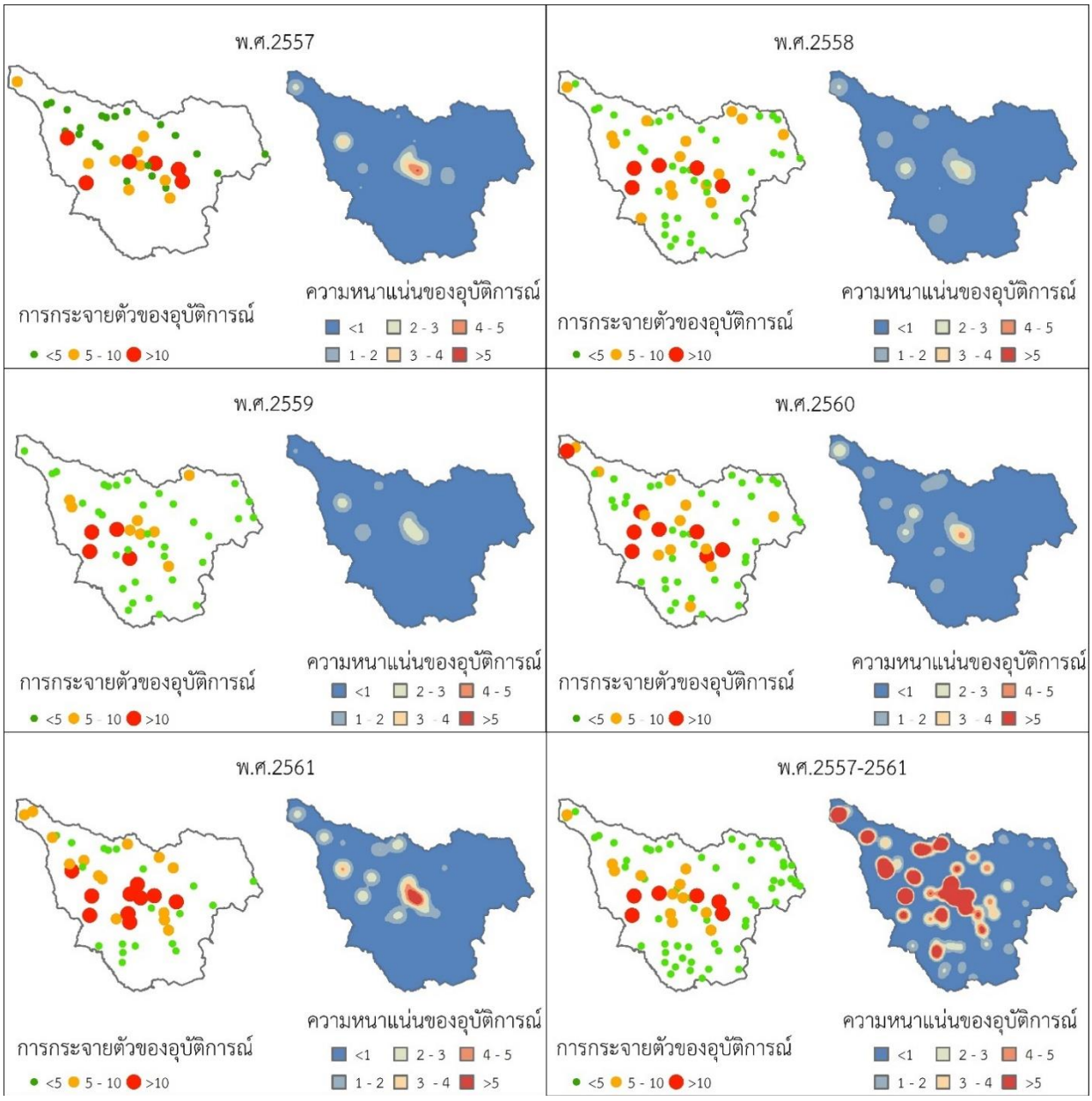
ปี (พ.ศ.)	2557	2558	2559	2560	2561
เดือน	195	235	160	252	292
1	3.69	1.08	2.95	-2.86	-1.29
2	14.83	-1.91	3.54	-1.56	0.82
3	6	0.83	2.5	0.96	4.29
4	2.36	0.25	5.54	2.24	-1.34
5	2.65	-0.46	0.06	1.9	-5.68
6	-5.04	-1.69	5.6	-0.17	-5.18
7	-8.08	-2.19	-2.94	-2.2	-9.04
8	-4.15	-2.93	-3.14	-4.95	-7.25
9	2.09	0.94	-1	0.33	0.45
10	-5.35	-3.82	-0.98	2.67	-3.78
11	-1.77	-3.55	3.14	-2.1	-1.15
12	-2.42	2.47	2.55	-2.5	-1.08
ฤดูร้อน	-5.33	-8.71	-5.44	-8.94	-9.71
ฤดูฝน	-15.32	-11.87	-11.18	-12.21	-18.07
ฤดูหนาว	-9.43	-11.91	-4.18	-12.09	-13.26

หมายเหตุ แสดงค่าสีในรูปแบบ heat map

แบบรวมกลุ่ม แบบสุ่ม แบบกระจัดกระจาย



ภาพที่ 3 แนวโน้ม และรูปแบบการกระจายตัวของโรคสครับไทฟัส ตั้งแต่ พ.ศ.2557-2561 โดยใช้ค่า z-score



ภาพที่ 4 การกระจายตัว และความหนาแน่นของอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัส

2. ตรวจหาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสมการคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส

2.1 การวิเคราะห์จะนำปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ อุณหภูมิ ความสูงของภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพพื้นที่โดยรอบของพื้นที่ศึกษาและพื้นที่หมู่บ้านอยู่ติดกับพื้นที่ป่า ลักษณะหมู่บ้านมีการตั้งถิ่นฐานเบาบาง ดังนั้นการระบาดของโรคจึงมีความเกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่โดยรอบ

หรือพื้นที่ใกล้เคียง การเข้าถึงพื้นที่จากพื้นที่ และกิจกรรมของคนในพื้นที่ นอกจากนี้พบการระบาดของโรคส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ห่างไกลจากศูนย์กลางจังหวัดที่คมนาคมไม่สะดวกนัก

2.1.1 ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ พบว่าอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงรายมีสถาพพื้นที่เป็นเนินเขา และภูเขา และบริบทของพื้นที่ศึกษามีการใช้ที่ดินด้านการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ และมีพื้นที่ป่าล้อมรอบ จึงพบการระบาดของโรคสครับไทฟัสอยู่ที่ช่วงค่าดัชนีของพืชพรรณ 0.2 - 0.5 ซึ่งเป็นพื้นที่ว่างเปล่า พื้นที่ชุมชนเบาบางหรือพื้นที่เมืองในชนบท ลักษณะเป็นบ้านเรือนผสมพื้นที่รกร้าง พบการระบาดที่ร้อยละ 73.33 สำหรับช่วงค่าดัชนีของพืชพรรณ 0.5 - 0.6 ซึ่งเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้า/ไร่หมุนเวียนพบการระบาดที่ร้อยละ 16.67 สำหรับช่วงค่าดัชนีของพืชพรรณ 0.6 - 0.7 ซึ่งเป็นพื้นที่ไม้ผล ไม้ยืนต้น ไร่ชาให้น้ำ ไร่สับปะรด และป่าเสื่อมโทรมพบการระบาดที่ร้อยละ 10.00

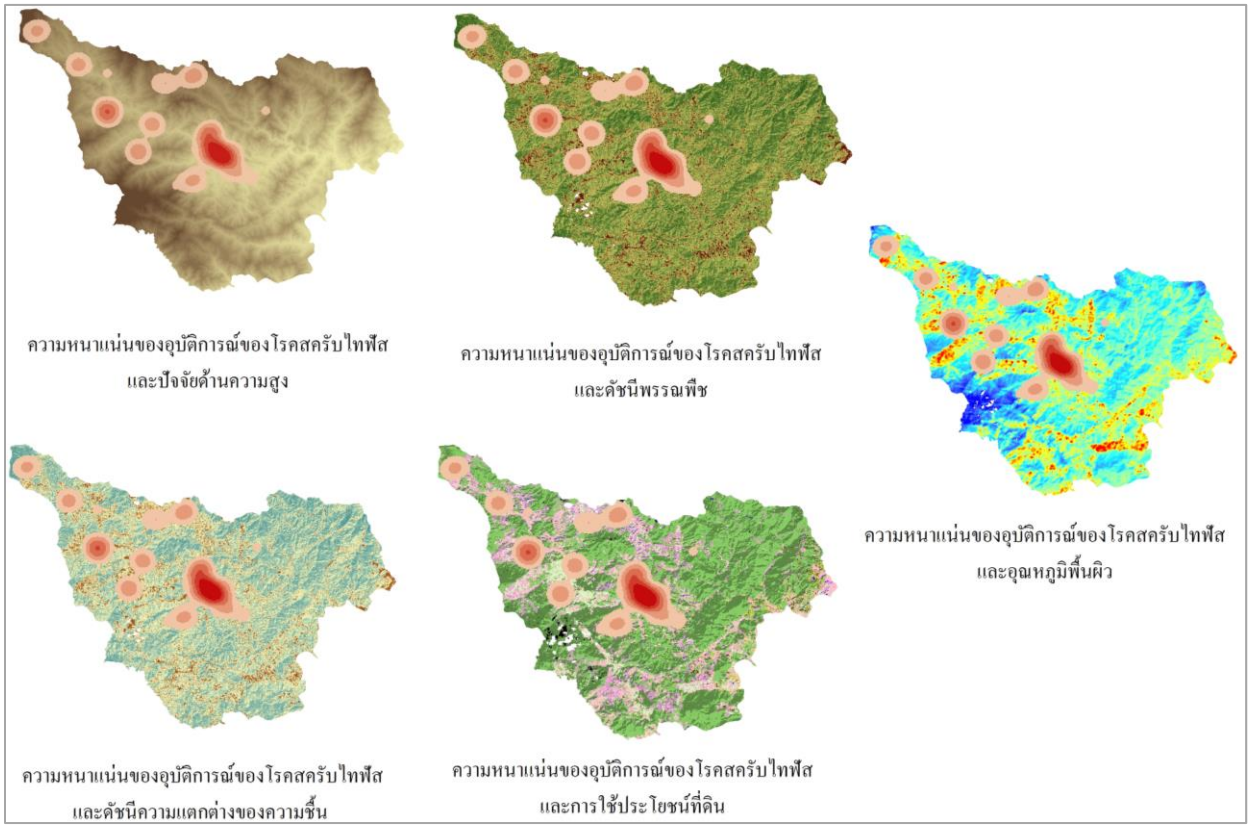
2.1.2 ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ พบว่าการระบาดของโรคสครับไทฟัสอยู่ที่ช่วงค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ พบมากที่ค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ -0.5 ถึง -0.2 เป็นพื้นที่ว่างเปล่า พื้นที่ชุมชนเบาบางหรือพื้นที่เมืองในชนบท ลักษณะเป็นบ้านเรือนผสมพื้นที่รกร้าง พบการระบาดที่ร้อยละ 73.33 สำหรับช่วงค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ -0.6 ถึง -0.5 ซึ่งเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้า ไร่หมุนเวียน และป่าเสื่อมโทรมพบการระบาดที่ร้อยละ 13.33 สำหรับช่วงค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ -0.7 ถึง -0.6 ซึ่งเป็นพื้นที่ไม้ผล ไม้ยืนต้น ไร่ชาให้น้ำ ไร่สับปะรด และป่าเสื่อมโทรมพบการระบาดที่ร้อยละ 3.33

2.1.3 อุณหภูมิ ผลการศึกษาค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่นในพื้นที่อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย มีค่าอยู่ระหว่าง 13.27 ถึง 31.39 พบว่าการระบาดของโรคสครับไทฟัสมากที่สุดอยู่ที่ช่วงอุณหภูมิ 20 - 26 องศาเซลเซียส โดยช่วงที่มีการระบาดสูงสุดอยู่ที่อุณหภูมิ 22 – 24 องศาเซลเซียส และลดลงตามลำดับ

2.1.4 ความสูงภูมิประเทศ พบว่าพื้นที่ชุมชนในอำเภอแม่ฟ้าหลวงความสูงภูมิประเทศของอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงรายอยู่ประมาณ 300 - 1800 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยพบพื้นที่ระบาดของโรคสครับไทฟัสในอยู่ช่วงระดับความสูง 400 - 1200 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง จะพบว่าที่ระดับความสูง 700 - 1000 เมตรจากระดับทะเลปานกลางมีสัดส่วนการระบาดของโรคสครับไทฟัสที่สูงใกล้เคียงกัน คือ ความสูง 700 - 800 และ 900 - 1000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 20 เท่ากัน สำหรับความสูง 800 - 900 และ 400 - 500 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 16.67 ทั้งนี้พื้นที่ศึกษามีช่วงความสูงมากกว่า 500 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 87 ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบกับพื้นที่โดยรอบเป็นภูเขาสูงกั้นขอบเขตระหว่างประเทศไทยกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาพื้นที่อำเภอแม่ฟ้าหลวงจึงเหมาะต่อการเกิดอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัส

2.1.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยการจำแนกแบบกำกับดูแล โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification: ML) และจัดกลุ่มประเภท

การใช้ที่ดินออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ แหล่งน้ำ นา หน้าดินเปิดหรือพื้นที่เกษตรยังไม่เพาะปลูก พืชสวน ไม้ยืนต้น ทุ่งหญ้าหรือไร่หมุนเวียน ชุมชนเบาบาง และป่า เนื่องจากพื้นที่อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย มีการใช้ที่ดินคล้ายคลึงกัน จากพื้นที่ศึกษามีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าคิดเป็นร้อยละ 68.26 รองลงมาเป็นพื้นที่ชุมชมเบาบางซึ่งหมายถึงมีบ้านเรือนปะปนอยู่กับพื้นที่ทางการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ12.50 รองลงมาเป็นหน้าดินเปิดหรือพื้นที่เกษตรยังไม่เพาะปลูกคิดเป็นร้อยละ 10.17 โรคสครับไทฟัสส่วนใหญ่พบการระบาดในพื้นที่ป่าและลดลงเมื่อเข้าสู่การใช้ที่ดินประเภทเมือง มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในชุมชนเบาบางคิดเป็นร้อยละ 63.33 รองลงมาเป็นการใช้ที่ดินประเภททุ่งหญ้าหรือไร่หมุนเวียนคิดเป็นร้อยละ 13.33 และการใช้ที่ดินประเภทป่าคิดเป็นร้อยละ 6.67



ภาพที่ 5 ปัจจัยกายภาพและความหนาแน่นของอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส

2.2. ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ป่วยโรคสครับไทฟัสและปัจจัยทางกายภาพ

เมื่อศึกษาอุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสเบื้องต้นจากการวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพื้นที่แล้วจึงวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เพื่อคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ อุณหภูมิ ความสูงของภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้เทคนิค

ภูมิสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านการรับรู้จากระยะไกลด้วยภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8-OLI และแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ เพื่อตรวจหาปัจจัยทางกายภาพที่พบอุบัติการณ์ของโรคมากที่สุด แล้วจึงนำมาวิเคราะห์หาสมการที่ดีที่สุดในการคาดการณ์อุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าสู่สมการถดถอยเพื่อให้สมการสามารถทำนายตัวแปรเกณฑ์ได้สูงสุดมีวิธีการคัดเลือกตัวแปรหลายวิธี เช่น วิธีการเลือกแบบปกติ (Enter Selection) วิธีการเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) วิธีการเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) การคัดเลือกแบบลำดับขั้น (Stepwise Selection) การศึกษาครั้งนี้ใช้หลักการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลัก และตรวจหาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กล่าวคือ มีตัวแปรใดที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้ ตัวแปรใดพยากรณ์ได้มากน้อยกว่ากัน รวมทั้งส่งผลในทิศทางเดียวกันหรือตรงกันข้าม การคัดเลือกตัวแปรเข้าสู่สมการใช้ stepwise regression เป็นการคัดเลือกตัวแปรที่มีสหสัมพันธ์สูง และค่อยๆ ขจัดตัวแปรที่ไม่มีนัยสำคัญออก กระบวนการจะหยุดเมื่อไม่มีตัวแปรใดถูกนำเข้าและขจัดออก และได้สมการถอดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การทำนายสูงสุด ซึ่งวิเคราะห์ควบคู่ไปกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากทั้งหมด 41 ตัวแปรพบปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่ออุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสจำนวน 17 ตัวแปร (ตารางที่ 2) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 1 ตัวแปร คือ ค่า E2 มีระดับความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 16 ตัวแปร มีระดับความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง จำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ W2 และ E7 มีระดับความสัมพันธ์ในระดับต่ำ จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ V3, W3, T3, T5, T6, และ T7 มีระดับความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก จำนวน 8 ตัวแปร ได้แก่ T2, E3, E4, E6, E8, E9, M และ F

การทดสอบและคัดเลือกตัวแปร กำหนดให้ตัวแปรกายภาพที่สัมพันธ์กับอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสเป็นตัวแปรตาม และกำหนดให้ตัวแปรที่สัมพันธ์มี 5 กลุ่มใหญ่ คือ ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ดัชนีผลต่างความชื้นของน้ำแบบนอมัลไลซ์ อุณหภูมิ ความสูงของภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดของตัวแปรที่นำมาใช้เป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรที่นำเข้าทดสอบสมการทั้งหมด 41 ตัวแปร โดยกำหนดช่วงของค่าของปัจจัยทางกายภาพได้ทำการกำหนดขึ้นโดยการทดสอบอุบัติการณ์ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียม และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งได้จากการจำแนกประเภทแบบกำกับดูแล เพื่อปรับค่าให้ตรงกับพื้นที่ศึกษาโดยไม่อ้างอิงและปรับลดจากงานวิจัยอื่น และได้ช่วงค่าที่มีความสัมพันธ์กับค่าอุบัติการณ์ และขจัดตัวแปรหรือช่วงค่าข้อมูลที่ไม่มีนัยสำคัญกับอุบัติการณ์ ผลการคัดเลือกตัวแปร ได้จำนวนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส ในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จัวหวัดเชียงราย ทั้งหมด 17 ตัวแปร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ชื่อตัวแปร	ความหมาย	ชื่อตัวแปร	ความหมาย
V4	ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง 0.5-0.6	E2	ความสูง 400 – 500 เมตร
W2	ค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง (-0.7) - (-0.6)	E3	ความสูง 500 – 600 เมตร
W3	ค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง (-0.6) - (-0.5)	E4	ความสูง 600 – 700 เมตร
T2	อุณหภูมิ 20 – 21 °C	E6	ความสูง 800 – 900 เมตร
T3	อุณหภูมิ 21 – 22 °C	E7	ความสูง 900 - 1,000 เมตร
T5	อุณหภูมิ 23 – 24 °C	E8	ความสูง 1,000 - 1,100 เมตร
T6	อุณหภูมิ 24 – 25 °C	E9	ความสูง 1,100 - 1,200 เมตร
T7	อุณหภูมิ 25 – 26 °C	M	ทุ่งหญ้า/ไร่หมุนเวียน
		F	ป่า

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ที่ถูกคัดเลือกมาใช้ในสมการ พบว่าความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาแบบจำลอง 17 ตัวแปร มีค่า R-Squared เท่ากับ 0.761 ค่า Adjusted R-Squared เท่ากับ 0.422 และค่า Predicted R-Squared เท่ากับ 0.872

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยคาดการณ์อุบัติการณ์โรคสครับไทฟัส ดังสมการที่ (14) โดยที่ตัวแปรตาม คือ อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส และตัวแปรอิสระดังแสดงในตารางที่ 2

$$Y = 1.230 + 1.236(V4) + 2.135(W2) - 0.204(W3) + 2.037(T2) + 1.517(T3) - 0.182(T5) - 1.220(T6) + 0.216(T7) + 1.909(E2) - 0.105(E3) + 0.554(E4) + 0.531(E6) - 0.041(E7) - 0.247(E8) - 0.041(E9) - 0.326(M) - 2.020(F) \quad (14)$$

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและค่าความคลาดเคลื่อนของสมการ

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.872	0.761	0.422	0.71265

จากสมการถดถอยคาดการณ์อุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย แบบจำลองคาดการณ์อุบัติการณ์ในพื้นที่ศึกษาช่วงเดือนธันวาคม วิเคราะห์ตัวแปรอิสระปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์

ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ อุณหภูมิ ความสูงของภูมิประเทศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบช่วงที่สัมพันธ์กับอุบัติการณ์ ได้แก่ ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง 0.5 - 0.6 ค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง (-0.7) - (-0.5) อุณหภูมิระหว่าง 20 - 26 °C และ ความสูง 400 - 1000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง วิเคราะห์ได้แบบจำลองที่ดีที่สุดดังสมการที่ 14 และการประเมินแบบจำลองอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสในพื้นที่ศึกษา ในแต่ละหมู่บ้านและบ้านบริวาร มีความสอดคล้องกับข้อมูลของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10 โดยเมื่อเปรียบเทียบแล้ว มีค่าเท่ากับอัตราอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นจริงร้อยละ 73.333 ทั้งนี้ค่าประเมินอุบัติการณ์จากแบบจำลองไม่ตรงกับค่าอุบัติการณ์จริงไม่เกิน 1 ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าค่าอุบัติการณ์จริง เท่ากับ 4 ค่าอุบัติการณ์ที่ได้จากแบบจำลองจะมีค่าอยู่ในช่วง 3 - 5

วิจารณ์ผลการวิจัย

โรคสครับไทฟัสมีระยะการฟักตัวของโรคสครับไทฟัสอยู่ระหว่าง 6 - 21 วัน การระบาดพบว่าพื้นที่การระบาดจะอยู่บริเวณทางตอนเหนือของอำเภอแม่ฟ้าหลวง และขยายวงกว้างมากขึ้นเมื่อเริ่มต้นฤดูฝนไปจนถึงฤดูหนาว สอดคล้องกับช่วงของค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ และค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ ซึ่งได้กำหนดขึ้นโดยการทดสอบกับภาพถ่ายดาวเทียม และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งได้จากการจำแนกประเภทแบบกำกับดูแล เมื่อเปรียบเทียบในบริบทของความสูงหรือความลาดชันพบว่าจะมีความชื้นสูงบริเวณพื้นที่ราบตีนเขา ขณะเดียวกันจะมีความชื้นต่ำบนพื้นที่เขาสูงและมีความลาดชันสูง หากวิเคราะห์ด้านสภาพแวดล้อมตัวไรอ่อนจะวางไข่บริเวณพื้นที่ชื้นแฉะโอกาสที่ไรอ่อนจะออกหากินบริเวณพื้นที่ราบลุ่มจึงสูงขึ้น และกระจายพื้นที่ระบาดของโรคจากพื้นที่ในเขตป่าลงสู่เขตชุมชนจึงสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ด้วยสภาพพื้นที่ศึกษามีสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน ทำให้ผลของความแตกต่างของความเป็นเมืองไม่ชัดเจนมากนัก เพื่อทำความเข้าใจอุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส จึงต้องเข้าใจลักษณะของโรคที่เปลี่ยนไปตามกาลเวลา มีความต่อเนื่อง และเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบของพื้นที่ศึกษาตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ในเชิงพื้นที่ด้านการกระจายตัวและความหนาแน่นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความรุนแรงของโรค ระยะทางทางการระบาดเชิงพื้นที่ของโรค (size and distance) และเพื่อทำความเข้าใจรูปแบบการระบาดของโรคสครับไทฟัส

จากการศึกษาพบว่าโรคสครับไทฟัสมีการกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่อำเภอแม่ฟ้าหลวงหลายแหล่งจากการกระจายตัวในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม และความรุนแรงของโรคจะเพิ่มขึ้นและขยายวงกว้างมากขึ้นในเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม ด้วยปัจจัยด้านสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการคัดเลือก ภาพถ่ายดาวเทียมทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ในช่วงมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ที่เป็นช่วงการระบาดสูงสุด ซึ่งเป็นข้อจำกัดทางเทคนิค ทั้งนี้ภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาวิเคราะห์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่พบอุบัติการณ์สูง ส่วนปัจจัยทางกายภาพพบช่วงที่มีสัมพันธ์กับอุบัติการณ์ ได้แก่ ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง 0.5 - 0.6 ค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง (-0.7) - (-0.5) อุณหภูมิระหว่าง 20 - 26 °C และ ความสูง 400 - 1000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง

จากผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ที่ถูกคัดเลือกมาใช้ในสมการ พบว่าความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาแบบจำลอง 17 ตัวแปร มีค่า R - Squared เท่ากับ 0.761 ค่า Adjusted R - Squared เท่ากับ 0.422 และค่า Predicted R-Squared เท่ากับ 0.872 จากแบบจำลองพบว่าค่า adjusted R - squared จะมีค่าลดลง เนื่องจากพจน์ที่เพิ่มเข้ามาในตัวแบบจำลองนั้น ซึ่งได้เพิ่มตัวแปรจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับค่าอุบัติการณ์ และเปรียบเทียบช่วงข้อมูลกายภาพที่มีค่าอุบัติการณ์สูงมาก หากนำการคัดออกจะมีผลต่อสมการคาดการณ์โรคสครับไทฟัส ซึ่งจากการเพิ่มตัวแปรดังกล่าวส่งผลให้ ค่า predicted R-squared มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงถึงตัวแปรนั้นมีผลเป็นนัยสำคัญต่อการคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส แบบจำลองคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส นำเข้าข้อมูลอุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคสครับไทฟัสเป็นการวัดความเสี่ยง และภาวะการเกิดโรคที่มีโอกาสเกิดโรคในชุมชน ใช้ข้อมูลผู้ติดเชื้อหรือผู้ป่วยรายใหม่เพื่อหาสาเหตุการเกิดโรคและวิเคราะห์หาตัวแปรความสัมพันธ์ที่ใช้ในแบบจำลอง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับโรคสครับไทฟัสจากการทบทวนวรรณกรรม (Bonell *et al.*, 2017; Chaisiri *et al.*, 2017; Jin *et al.*, 2013; Kuo *et al.*, 2011; Kuo *et al.*, 2017; Kwak *et al.*, 2015; Phetsouvanh *et al.*, 2015; Wardrop *et al.*, 2013; Wei *et al.*, 2014) พบว่าการออบแบบแบบจำลอง และการตรวจหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับโรคสครับไทฟัสมีความหลากหลาย เช่น การวิเคราะห์ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) ปัจจัยด้านตัวมนุษย์ (Host) และปัจจัยด้านสิ่งก่อโรค (Agent) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของผู้ป่วย แต่ทั้งนี้สาเหตุของอุบัติการณ์ และตัวแปรไม่ได้ถูกกำหนดแน่นอน ดังนั้นงานวิจัยการเฝ้าระวังและการศึกษาในเชิงพื้นที่และภาคสนาม สำหรับประเทศไทยยังจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม เพื่อช่วยในงานติดตาม วางแผนป้องกัน และเฝ้าระวังต่อไป

อุบัติการณ์โรคสครับไทฟัสในประเทศไทย พบว่ามีผู้ป่วยโรคสครับไทฟัสเพิ่มขึ้นทุกปีตั้งแต่ พ.ศ. 2550 มีจำนวนผู้ป่วย 3,834 ราย จนกระทั่งปี พ.ศ. 2556 ด้วยจำนวน 10,932 ราย แต่ในปี 2558 - 2560 มีจำนวนผู้ป่วยลดลงอยู่ที่ระดับประมาณ 7,000 - 7,500 รายต่อปี และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2561 ส่วนในภาคเหนือพบจำนวนผู้ป่วยโรคสครับไทฟัสสูงที่สุดในประเทศ จากการเรียบเรียงรายงานสถานการณ์โรคสครับไทฟัสรายสัปดาห์พบผู้ป่วยในปี 2561 จำนวน 69,236 ราย จากทั่วประเทศ 126,794 ราย คิดเป็น ร้อยละ 54.61 พบผู้ป่วยได้ตลอดทั้งปี เริ่มพบการระบาดตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจะมีผู้ป่วยสูงสุดในเดือนมิถุนายน - ตุลาคม การระบาดเป็นแบบการเปลี่ยนแปลงหรือความแปรผันตามฤดูกาล เนื่องจากในฤดูฝนพาหะนำโรคจะชุกชุมและประชาชนจะเข้าไปในพื้นที่เสี่ยงต่อการติดโรคมากกว่าฤดูอื่น ๆ ทั้งนี้ในพื้นที่ศึกษาพบสภาพปัญหาจากปัจจัยด้านการเข้าถึงแพทย์จากสถิติพบว่าแพทย์ 1 คนในอำเภอแม่ฟ้าหลวง รับผิดชอบผู้ป่วย 12,744 คน คิดเป็นอันดับที่สูงที่สุดในจังหวัด (ข้อมูล ณ ปี 2561) ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลเนื่องจากพื้นที่ศึกษามีความหลากหลายทางชาติพันธุ์ ซึ่งหากมีข้อมูลด้านพฤติกรรมสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมและความเสี่ยงของการเกิดโรคได้ดียิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

สถิติการเกิดโรคสครับไทฟัสในภาคเหนือ ช่วง พ.ศ.2557 - 2560 จังหวัดที่พบการระบาดมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดเชียงราย 8,765 ราย จังหวัดเชียงใหม่ 8,629 ราย และจังหวัดน่าน 6,498 ราย พบจำนวนการเสียชีวิตสูงสุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดเชียงราย 26 ราย จังหวัดเชียงใหม่ 5 ราย และจังหวัดแม่ฮ่องสอน 5 ราย ผลการศึกษาพื้นที่เกิดโรคสครับไทฟัส แสดงรูปแบบการกระจายตัวและอุบัติการณ์การเกิดของโรคสครับไทฟัสในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย เกิดในพื้นที่ซ้ำเดิมในแต่ละปี ได้แก่ บ้านห้วยหมาก บ้านห้วยโย บ้านอากู่อาไฮ้ บ้านห้วยหยวกป่าโซ บ้านอาแหละ(ต.แม่สลองใน) และบ้านพะน้อยอาข่า เช่นเดียวกันกับพื้นที่ที่มีความหนาแน่นเชิงพื้นที่ของโรคสครับไทฟัส (ต่อประชากร 1,000 คน) พื้นที่วิกฤตอยู่บริเวณบ้านเทอดไทยบ้านหินแตก บ้านห้วยอื้น และบ้านเทิดไทย 1 จากผลการวิจัยทำให้ทราบถึงรูปแบบการกระจายตัวและความหนาแน่นของโรคสครับไทฟัสในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย โดยรูปแบบการกระจายตัวและความหนาแน่นในแต่ละปีมีลักษณะการเกิดที่ซ้ำเดิม และคล้ายคลึงกัน รวมถึงการเกิดซ้ำในพื้นที่ดังกล่าว

จากผลการวิเคราะห์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เพื่อคาดการณ์อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัส พบช่วงที่สัมพันธ์กับอุบัติการณ์ ได้แก่ ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง 0.5 - 0.6 ค่าดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์ ระหว่าง (-0.7) - (-0.5) อุณหภูมิระหว่าง 20 - 26 °C และ ความสูง 400 - 1000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ผลการวิเคราะห์การถดถอย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาแบบจำลอง 17 ตัวแปร มีค่า R-Squared เท่ากับ 0.761 ค่า Adjusted R-Squared เท่ากับ 0.422 และค่า Predicted R-Squared เท่ากับ 0.872 ซึ่งผลการคาดการณ์อุบัติการณ์ในครั้งนี้สามารถนำมาการวางแผนรับมือโรคสครับไทฟัสต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานสถิติจังหวัดเชียงราย ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) สำนักงานสาธารณสุข อำเภอแม่ฟ้าหลวง และศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง ที่สนับสนุนข้อมูล และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนการศึกษาเพื่อการทำวิทยานิพนธ์และทุนผู้ช่วยสอน/ผู้ช่วยวิจัย

การผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

เนื้อหาของบทความเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยซึ่งผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในชื่อโครางการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์ระบาดวิทยาเชิงพื้นที่และการคาดการณ์พื้นที่อุบัติการณ์ของโรคสครับไทฟัสในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย (Epidemiological Analysis and Incidence Area Prediction of Scrub Typhus Disease in Mae Fa Luang Distrit, Chiang Rai Provience) รหัสโครงการวิจัย CMUREC 61/097

เอกสารอ้างอิง

Administrative Committee Provincial administration in Chiang Rai province. (2014). *Chiang Rai provincial development planning 2014-2017*. Retrieved 2018 Jan 20, from http://www.pdc.go.th/wp/content/uploads/2015/11/แผนพัฒนาจังหวัดเชียงราย57_60_ฉบับทบทวน.pdf (in Thai)

Bonell, A., Lubell, Y., Newton, P. N., Crump, J. A., & Paris, D. H. (2017). Estimating the burden of scrub typhus: A systematic review. *PLoS neglected tropical diseases*, *11*(9), e0005838.

Chaisiri, K.; Cosson, J.-F., Morand, S. (2017). Infection of Rodents by Orientia tsutsugamushi, the Agent of Scrub Typhus in Relation to Land Use in Thailand. *Tropical Medicine Infectious Disease*, *2*(4), 53.

Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., and Aiken, L. S. (2013). *Applied multiple regression/ correlation analysis for the behavioral sciences*. New York: Routledge.

Desktop ESRI ArcGIS. (2014). *NDVI function*. Retrieved 2018 Jan 30, from http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/ndvi-function.html

Ferguson, G.A. (1981). *Statistical analysis in psychology and education*. 5th ed. New York: McGraw-Hill.

Gibin, M., Longley, P., Atkinson, P. (2007). Kernel density estimation and percent volume contours in general practice catchment area analysis in urban areas. In *The Proceedings of GISRUK*.: 11-3.

Jin, H. S., Chu, C., & Han, D. Y. (2013). Spatial distribution analysis of scrub typhus in Korea. *Osong public health and research perspectives*, *4*(1), 4-15.

Kuo, C. C., Huang, J. L., Ko, C. Y., Lee, P. F., & Wang, H. C. (2011). Spatial analysis of scrub typhus infection and its association with environmental and socioeconomic factors in Taiwan. *Acta tropica*, *120*(1-2), 52-58.

Kuo, C. C., Wardrop, N., Chang, C. T., Wang, H. C., & Atkinson, P. M. (2017). Significance of major international seaports in the distribution of murine typhus in Taiwan. *PLoS neglected tropical diseases*, *11*(3), e0005430.

Kwak, J., Kim, S., Kim, G., Singh, V. P., Hong, S., & Kim, H. S. (2015). Scrub typhus incidence modeling with meteorological factors in South Korea. *International journal of environmental research and public health*, *12*(7), 7254-7273.

Lerdthusnee K. (2017). Scrub Typhus. In *conference on vector borne disease research moving towards Thailand 4.0*: July. Nonthaburi, Thailand. (in Thai)

Lohsoonthron P. (2010). *Epidemiology*. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

McFeeters, S. K. (2013). *Using the normalized difference water index (NDWI) within a geographic information system to detect swimming pools for mosquito abatement: A practical approach*. Remote Sensing, *5*(7), 3544-3561.

Mitchell A. (2005). *The ESRI Guide to GIS Analysis*. *2nd*. Redlands: Calif.

Office of Disease prevention & control 1. *GIS for national disease surveillance (report 506)*. Retrieved 2018 Jan 24, from http://223.27.246.155:8010/dpc10/index.php.

Phetsouvanh, R., Sonthayanon, P., Pukrittayakamee, S., Paris, D. H., Newton, P. N., Feil, E. J., & Day, N. P. (2015). The diversity and geographical structure of Orientia tsutsugamushi strains from scrub typhus patients in Laos. *PLoS neglected tropical diseases*, *9*(8), e0004024

Richards, J. (1999). *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Berlin: Springer-Verlag.

Ronysriyom Y, Prasatwit A, Rongsriyam K. (2003). *Guide for classification of mites in Thailand*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)

Sirisukkarn N. (2008). *Prevention and control of scrub typhus*. Bangkok: War Veterans Organization. (in Thai)

Tipayamonkholgul M. (2012). Spatial Epidemiology in public health. *Thai Journal of Public Health*, *42*(3), 44-54. (in Thai)

Wardrop, N. A., Kuo, C. C., Wang, H. C., Clements, A. C., Lee, P. F., & Atkinson, P. M. (2013). Bayesian spatial modelling and the significance of agricultural land use to scrub typhus infection in Taiwan. *Geospatial health*, 8(1), 229-239.

Wei, Y., Huang, Y., Luo, L., Xiao, X., Liu, L., & Yang, Z. (2014). Rapid increase of scrub typhus: an epidemiology and spatial-temporal cluster analysis in Guangzhou City, Southern China, 2006–2012. *PLoS One*, *9*(7), e101976

Zanter, K. (2015). *Landsat 8 (L8) data user's handbook*. US: Department of the Interior US Geological.