

ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ/ปริมาณฝน กับ จำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปาก โรคพิษจากเห็ด โรคmelioidosis และโรคฉี่หนูในจังหวัดเพชรบูรณ์

Relationship between Temperature/Rainfall and Number of Patients with Hand-foot-mouth disease, Mushroom poisoning, Melioidosis and Leptospirosis in Phetchabun Province

ฉัตรสิริ ฉัตรภูติ¹, กาญจนา อาชีพ^{2*} และ วadhana ชยธวัช³

Chatsiri Chatphuti¹, Kanjana Arechep^{2*} and Vadhana Jayathavaj³

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยชินวัตร¹ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์²

และ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี³

Faculty of Nursing, Shinawatra University¹, Faculty of Nursing, Rajapruk University^{2*},

Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University³

¹Corresponding author, E-mail: Kanchana.ar@western.ac.th

(Received: December 16, 2024; Revised: February 26, 2025; Accepted: September 19, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงสังเกต แบบ ecological time-series analysis มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และอัตราการอุบัติการณ์ของจำนวนผู้ป่วยโรคที่เกี่ยวข้องจากปัจจัยอุณหภูมิและปริมาณฝนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนมีขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 เดือน ตั้งแต่มกราคม 2564 – สิงหาคม 2567 ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดรายวันเฉลี่ย ปริมาณฝนรวมรายเดือน และรายวันเฉลี่ยรวบรวมจากส่วนสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปาก โรคพิษจากเห็ด โรคmelioidosis และโรคฉี่หนู รวบรวมจากระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 สำนักกระบวนวิทยา กรมควบคุมโรค วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสหสัมพันธ์เพียร์สันและตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป ประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติจาโมวี โมดูล GLAMj ผลการศึกษาพบว่า 1) จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปากมีตัวแบบที่สอดคล้องกับข้อมูลคือ ตัวแบบการถดถอยควอไซปัวซง (Quasi-Poisson regression) มีปริมาณฝนรวมเป็นตัวแปรต้น มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เท่ากับ 0.35 สัมประสิทธิ์การกำหนดเท่ากับ 0.22 และอัตราการอุบัติการณ์เมื่อปริมาณฝนเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร จะมีจำนวนผู้ป่วยมือเท้าปากเพิ่มขึ้น 1.01 เท่า 2) จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคพิษจากเห็ดมีตัวแบบที่สอดคล้องกับข้อมูลคือ ตัวแบบการถดถอยควอไซปัวซง โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดเป็นตัวแปรต้น มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ 0.43 สัมประสิทธิ์การกำหนดเท่ากับ 0.40 และอัตราการอุบัติการณ์เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะมีจำนวนผู้ป่วยโรคพิษจากเห็ดเพิ่มขึ้น 1.95 เท่าจากค่าเฉลี่ย 3) ส่วนโรคmelioidosisไม่มีตัวแบบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ 4) โรคฉี่หนูมีจำนวนผู้ป่วยในรอบ 44 เดือนเพียง 17 คนจึงไม่พิจารณาตัวแบบ ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณฝนและอุณหภูมิต่ำสุดล่วงหน้าสามารถใช้เป็นปัจจัยนำเพื่อประเมินจำนวนผู้ป่วยจากโรคมือเท้าปากและโรคพิษจากเห็ดซึ่งหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่นำไปกำหนดมาตรการการเฝ้าระวังที่เหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: อุณหภูมิ, ปริมาณฝน, โรคมือเท้าปาก, โรคพิษจากเห็ด, โรคmelioidosis, โรคฉี่หนู, อัตราอุบัติการณ์

ABSTRACT

This observational study in ecological time-series analysis aimed to examine the correlations and Incidence Rate Ratio (IRR) of the number of patients related to temperature and rainfall factors in Phetchabun province, using the monthly time series data with the sample size of 44 months from 2021 to August 2024. The minimum and maximum daily average temperatures and monthly and average daily rainfall volumes were collected from the Meteorological Information Division, Northern Meteorological Center. The number of monthly patients with hand-foot-mouth disease (HFMD), mushroom poisoning, melioidosis, and leptospirosis were collected from the Disease Surveillance Reporting System 506, Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control. The data were analyzed using Pearson's correlation and the generalized linear model, processed with the jamovi statistical analysis program, GLAMj module. The results showed that 1) the number of monthly patients with HFMD was a Quasi-Poisson regression model, the total rainfall was the independent variable, the Pearson's correlation coefficient equaled 0.35, the coefficient of determination was 0.22, and the IRR when the rainfall increased by 1 millimeter was 1.01 times from average. 2) The number of monthly patients with mushroom poisoning was a Quasi-Poisson regression model, the average minimum temperature as the independent variable. The Pearson's correlation coefficient equaled 0.43, the coefficient of determination was 0.40, and the IRR when the average minimum temperature increased by 1 degree Celsius was 1.95 times from the average. 3) the number of monthly patients with melioidosis did not have a statistically significant model. And 4) leptospirosis had only 17 cases over a 44-month period, so no suitable model was considered. Advance rainfall and minimum temperature forecast data can be used as a leading factor to estimate the number of patients from HFMD and mushroom poisoning, which can be used by local public health agencies to determine appropriate surveillance measures.

KEYWORDS: Temperature, Rain volume, Hand-foot-mouth disease, Mushroom poisoning, Melioidosis, Leptospirosis, Incidence rate ratio

บทนำ

โรคมือเท้าปาก โรคเมลิออยโดสิส โรคฉี่หนู เป็นโรคติดต่อที่สามารถติดต่อจากการสัมผัสบริเวณที่สะสมโรค และโรคพิษจากเห็ดเป็นโรคที่เกิดจากการบริโภคเห็ดที่มีพิษในฤดูกาลที่มีเห็ดในอุดมภูมิและความชื้นที่เหมาะสม โรคเหล่านี้เกี่ยวข้องกับปัจจัยอุณหภูมิและปริมาณฝนในแต่ละพื้นที่

โรคมือเท้าปากเป็นโรคติดต่อที่พบบ่อยในเด็กโดยเฉพาะเด็กอายุน้อยกว่า 5 ปี มักมีการระบาดช่วงฤดูฝน สาเหตุเกิดจากเชื้อไวรัสกลุ่มเอนเทอโรไวรัส มีหลายสายพันธุ์ ส่วนใหญ่มีอาการไม่รุนแรง กรณีที่มีสมองอักเสบร่วมด้วย มักเกิดจากเชื้อเอนเทอโรไวรัส 71 หรือ อีวี 71 มีอาการรุนแรงและเสียชีวิตได้ เชื้อไวรัสแพร่ผ่านทางระบบทางเดิน

อาหารและการหายใจ สามารถติดต่อโดยตรงจากการสัมผัสน้ำมูก น้ำลาย และอุจจาระของผู้ป่วย สามารถติดต่อโดยอ้อมจากการสัมผัสผ่านของเล่น มือผู้เลี้ยงดู น้ำและอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อ โรคมือเท้าปากมักระบาดในโรงเรียน ชั้นอนุบาลเด็กเล็กหรือสถานรับเลี้ยงเด็ก โรคมีระยะฟักตัวประมาณ 1 สัปดาห์ จึงสามารถติดต่อกันได้โดยที่ยังไม่แสดงอาการ⁽¹⁾ การศึกษาเชิงปริมาณจำนวน 51 บทความก่อนปี พ.ศ. 2561 ระบุว่าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา 8 ประการ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนชั่วโมงแสงแดด ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปาก⁽²⁾

โรคพิษจากเห็ด สภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยเหมาะกับการเจริญเติบโตของเห็ด ดังนั้นจึงมีเห็ดชุกชุมโดยเฉพาะในฤดูฝนทุกภาค⁽³⁾ มีทั้งเห็ดชนิดที่รับประทานได้และรับประทานไม่ได้ เห็ดพิษในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ทำให้เกิดภาวะตับอักเสบ กลุ่มที่ทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออักเสบ และ กลุ่มที่ทำให้เกิดความผิดปกติต่อระบบทางเดินอาหาร การบริโภคต้องทราบถึงชนิดของเห็ดอย่างแน่ชัด⁽⁴⁾ การศึกษาจำนวนผู้ป่วยโรคพิษจากเห็ดและปัจจัยอตุณิยมหาวิทยาลัยในมณฑลกุยโจวในปี พ.ศ. 2566 จำนวนผู้ป่วยโรคพิษจากเห็ดในมณฑลนี้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางอตุณิยมหาวิทยาลัย ได้แก่ อุณหภูมิพื้นดินที่ 15 ซม. เฉลี่ยรายวัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน และระยะเวลาแสงแดดเฉลี่ยรายวัน⁽⁵⁾

โรคเมลิออยโดสิส (Meloidosis) เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Burkholderia pseudomallei* ที่พบได้ทั่วไปในดิน น้ำ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย พบการติดเชื้อได้บ่อยในผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม หรือผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน โรคธาลัสซีเมีย โรคปอด โรคไต ผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง หรือได้รับยากดภูมิคุ้มกัน โรคเมลิออยโดสิสติดได้ทางการรับเชื้อผ่านบาดแผลที่ผิวหนัง การป้องกันโดยหลีกเลี่ยงการดื่มน้ำหรือการรับประทานอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อน การสูดหายใจรับฝุ่นละอองที่มีเชื้อปนเปื้อน หลีกเลี่ยงการเดินทางลุยน้ำ ยาโคลน หรือสัมผัสดินและน้ำโดยตรง หากจำเป็นต้องสวมรองเท้าบูท ถุงมือยาง กางเกงขายาวหรือชุดลุยน้ำ หากมีบาดแผลที่ผิวหนัง ควรรีบทำความสะอาดแผล และหลีกเลี่ยงการสัมผัสดินและน้ำจนกว่าแผลนั้นจะแห้งสนิท รับประทานอาหารปรุงสุก ดื่มน้ำสะอาด หลีกเลี่ยงการอยู่ที่โล่งแจ้งหรือลงไร่นา ในขณะที่มีพายุฝนหรือสภาพอากาศแปรปรวน⁽⁶⁾ การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของการเกิดโรคเมลิออยโดสิสในจังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2552 - 2561 พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด⁽⁷⁾

โรคฉี่หนูเป็นโรคของสัตว์ที่สามารถติดต่อมาสู่คนเชื้อถูกปล่อยออกมาทั้งปัสสาวะของสัตว์ที่

ติดเชื้อ และปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ดินที่เปียกชื้น หรือพืช ผัก เชื้อสามารถไชเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังตามรอยแผลและรอยขีดข่วน และเย็บปาก ตา จมูก นอกจากนี้ยังสามารถไชเข้าทางผิวหนังปกติที่อ่อนนุ่มเนื่องจากแช่น้ำอยู่นาน คนมักติดเชื้อโดยอ้อมขณะย่ำดินโคลน แช่น้ำท่วมหรือว่ายน้ำ หรืออาจติดโรคโดยตรงจากการสัมผัสเชื้อในปัสสาวะ สัตว์หรือเนื้อสัตว์ที่ปนเปื้อนเชื้อ ระยะฟักตัวโดยเฉลี่ยประมาณ 10 วัน หรืออยู่ในช่วง 4-19 วัน (อาจเร็วภายใน 2 วัน หรือนานถึง 26 วัน)⁽⁸⁾ การศึกษาอุบัติการณ์ของผู้ป่วยโรคฉี่หนูที่ต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในเมืองซิลวาตอร์ ประเทศบราซิล โดยใช้ข้อมูลเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2558 มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น⁽⁹⁾

จังหวัดเพชรบูรณ์ มีประชากรรวม 962,370 คน มีอายุระหว่าง 1 ถึง 5 ปี จำนวน 38,922 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปจำนวน 210,257 คน (ข้อมูลเดือน ณ สิงหาคม พ.ศ. 2567)⁽¹⁰⁾ ตั้งอยู่ภาคเหนือตอนล่าง มีทิวเขาล้อมรอบ ฤดูกาลของจังหวัดแบ่งเป็น 3 ฤดู ฤดูร้อนเริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคมมีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี ฤดูฝนเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุก เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน ฤดูหนาวเริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนมกราคม อุณหภูมิร้อนอบอ้าวในฤดูร้อน อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.8 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศร้อนที่สุดอยู่ในเดือนเมษายน ฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.5 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศหนาวที่สุดในเดือนธันวาคมและมกราคม จังหวัดเพชรบูรณ์มีฝนตกอยู่ในเกณฑ์น้อย พื้นที่ทางตอนกลางของจังหวัดบริเวณอำเภอชนแดน อำเภอหนองไผ่ อำเภอวังโป่ง และทาง

ตอนล่างบริเวณอำเภอเวียงชัยบุรี มีปริมาณฝนสูงเฉลี่ย 1,200 – 1,300 มิลลิเมตร ส่วนพื้นที่บริเวณอื่น ๆ มีฝน 1,000 – 1,200 มิลลิเมตร ยกเว้นทางตอนบนสุด บริเวณอำเภอน้ำหนาวและทางตอนล่างสุดบริเวณ อำเภอศรีเทพมีปริมาณฝนเฉลี่ยต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตร บริเวณอำเภอเมืองมีปริมาณฝนตลอดปี 1,144.8 มิลลิเมตร และมีฝนตก 121 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดในจังหวัดนี้คือเดือนสิงหาคม มีปริมาณฝนเฉลี่ย 211.5 มิลลิเมตร⁽¹¹⁾

ข้อมูลของจังหวัดเพชรบูรณ์มาจาก แหล่งข้อมูลที่สำคัญจากสองหน่วยงาน คือ ส่วน สारสนเทศอุตุนิยมิวิทยา ศูนย์อุตุนิยมวิทยา ภาคเหนือเผยแพร่ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และ ปริมาณฝนของภาคเหนือ (รายวัน) .พ.ศ. 2560 ถึง 2567⁽¹²⁾ ข้อมูลจำนวนผู้ป่วย - เสียชีวิตรายเดือน แยกรายจังหวัดจากระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค พ.ศ. 2546 ถึง 2567⁽¹³⁾ การศึกษาจำนวนผู้ป่วยโรคที่ สัมพันธ์กับปริมาณฝนและอุณหภูมิจะสามารถ พยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคที่จะเพิ่มขึ้นหรือ ลดลง จากรายงานลักษณะอุณหภูมิและปริมาณฝน ที่กับจำนวนผู้ป่วยโรคติดต่อในจังหวัดเพชรบูรณ์ที่ มีการผันแปรในรอบปี ผลการศึกษาความสัมพันธ์ และความเสี่ยงสามารถใช้ในการวางแผนงาน ควบคุมการเกิดโรคในพื้นที่ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ/ ปริมาณฝนกับจำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปาก โรคพิษ จากเห็ด โรคเมลิออยโดสิส และโรคฉี่หนูในจังหวัด เพชรบูรณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็น การศึกษาเชิงสังเกต (observational study) แบบ ecological time-series analysis วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือน เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาณฝนกับจำนวนผู้ป่วยโรค มือเท้าปาก โรคเมลิออยโดสิส โรคฉี่หนู และโรคพิษ จากเห็ด ในจังหวัดเพชรบูรณ์

ประชากร

ข้อมูลของจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย อุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดรายวัน เฉลี่ย ปริมาณฝนรายวันเฉลี่ยเป็นข้อมูลรายเดือน⁽¹²⁾ และจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปาก โรคเมลิ ออยโดสิส โรคฉี่หนู และโรคพิษจากเห็ด⁽¹³⁾

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลจากประชากรจำนวน 44 เดือนตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2564 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2567 เป็นช่วงเวลาตั้งแต่การปรับตัวเรื่องการทำความ สะอาดมือและการใช้หน้ากากอนามัยในช่วงสถานการณ์ โควิด-19 จนเกิดการผ่อนคลายแล้ว^(14,15)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด (องศาเซลเซียส) และปริมาณฝน (มิลลิเมตร) ของภาคเหนือ (รายวัน) รวบรวมจากส่วนสารสนเทศอุตุนิยมิวิทยา ศูนย์ อุตุนิยมิวิทยาภาคเหนือ⁽¹²⁾ และจำนวนผู้ป่วยโดยรวม รายเดือนโรคที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยอุณหภูมิและ ปริมาณฝน รวบรวมจากระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค⁽¹³⁾ ที่เปิดให้ บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ เป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2564 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2567

เครื่องมือ อุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลเป็นตาราง บันทึกรายเดือนในแต่ละแถว (row) คือ 1 เดือน ส่วนในแนวสดมภ์ (column) ประกอบด้วยตัวแปร คือ เดือนที่ อุณหภูมิต่ำสุดรายวันเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด รายวันเฉลี่ย ปริมาณฝนรายวันเฉลี่ยเป็นข้อมูลราย เดือนของเดือนในแต่ละแถว และจำนวนผู้ป่วยราย เดือนโรคมือเท้าปาก โรคเมลิออยโดสิส โรคฉี่หนู และ โรคพิษจากเห็ด โดยบันทึกลงในโปรแกรมสำเร็จรูปใน รูปแบบตาราง (Excel)

ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรม วิเคราะห์สถิติ jamovi 2.3.28^(16,17) (jamovi will always be free and open) โมดูล GLAM⁽¹⁸⁾

การวิเคราะห์ข้อมูล

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

การเลือกใช้สหสัมพันธ์เพียร์สันเพื่อดูขนาดความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของสองตัวแปร แม้ว่าถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติซึ่งควรจะไปใช้สหสัมพันธ์สเปียร์แมนก็ตาม ความหมายของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน⁽¹⁹⁾ เป็นดังนี้ ถ้ามีค่าเข้าใกล้ ± 1 แสดงถึงสหสัมพันธ์โดยสมบูรณ์เมื่อตัวแปรหนึ่งเพิ่มขึ้นอีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตาม การพิจารณาจากค่าสัมบูรณ์ ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 1 มีความสัมพันธ์กันสูง ระหว่าง 0.30 ถึง 0.49 ก็มีความสัมพันธ์กันปานกลาง 0 ถึง 0.29 จัดว่ามีความสัมพันธ์กันต่ำ และถ้าเข้าใกล้ศูนย์แสดงถึงการไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

ตัวแบบเชิงเส้นนัยทั่วไป (Generalized linear model)

ตัวแบบเชิงเส้นนัยทั่วไปใช้กับตัวแปรตามที่เป็นการนับจำนวนที่เป็นจำนวนเต็ม ไม่ติดลบใช้รูปแบบการกระจายของตัวแปรตามที่มีการแจกแจงปัวซอง (Poisson distribution) หรือการแจกแจงทวินามลบ (negative binomial distribution) ที่มีความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย (overdispersion)^(20,21)

เมื่อค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม $E[Y] = \mu$

ฟังก์ชันเชื่อมโยงล็อก (The log link)

$$g(\mu) = \log(\mu) = X\beta$$

$$\mu = \exp(X\beta)$$

เมื่อ Y เป็น เวคเตอร์ของตัวแปรตาม

$E[Y]$ เป็น ค่าคาดหวัง (Expectation) ของ Y

X เป็น เมทริกซ์ของตัวแปรต้น

β เป็น เวคเตอร์สัมประสิทธิ์ของ X

ค่า $\exp(\beta)$ คือ อัตราอุบัติการณ์ (Incident Rate Ratio - IRR) เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร

ตาม เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย ถ้าเท่ากับ 1.05 ค่าคาดหวังของตัวแปรตามก็จะเปลี่ยนไป 1.05 เท่า แต่ถ้าน้อยกว่า 1 เช่น 0.85 ก็จะหมายความว่าตัวแปรต้นเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ค่าคาดหวังตัวแปรตามลง เหลือ 0.85 เท่า⁽¹⁸⁾

ระดับนัยสำคัญทางสถิติในบทความนี้ กำหนดที่ 0.05

จริยธรรมการวิจัยและการพิทักษ์สิทธิ์

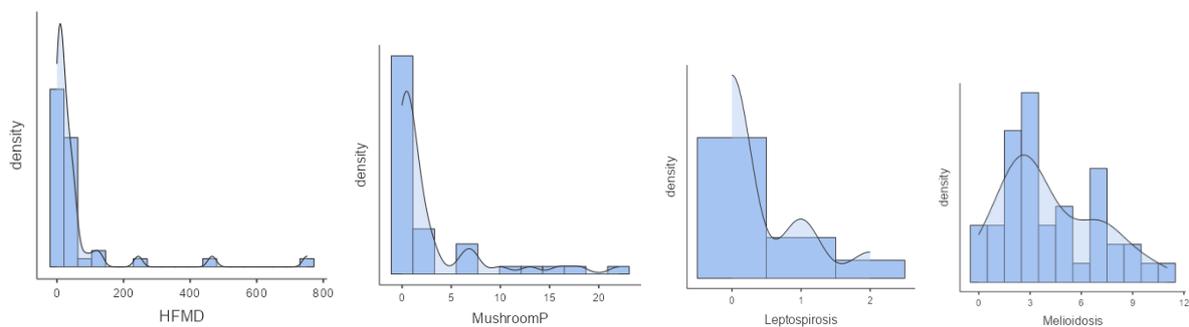
ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคที่เกี่ยวข้องจากปัจจัยอุณหภูมิและปริมาณฝน คือ โรคมือเท้าปาก โรคเมลิออยโดสิส โรคฉี่หนู และโรคพิษจากเห็ดรวบรวมจากระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 ซึ่งเป็นข้อมูลเปิดเผยสาธารณะโดยสำนักระบาดวิทยา⁽¹³⁾ เป็นจำนวนข้อมูลผู้ป่วยรวมรายเดือนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงถึงผู้ป่วยรายบุคคลใด ๆ ได้ จึงไม่เข้าข่ายงานวิจัยในคน ตามประกาศมหาวิทยาลัยมหิดล เรื่อง แนวปฏิบัติสำหรับโครงการวิจัยที่ไม่เข้าข่ายการวิจัยในคน พ.ศ. 2565⁽²²⁾ และการประเมินตามแบบประเมินว่าโครงการวิจัยเข้าข่ายการวิจัยในคนหรือไม่⁽²³⁾

ผลการวิจัย

จังหวัดเพชรบูรณ์มีสถิติรายเดือนเกี่ยวกับอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ปริมาณฝนรวม และปริมาณฝนเฉลี่ยแสดงในตาราง 1 และจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคที่เกี่ยวข้องจากปัจจัยอุณหภูมิและปริมาณฝนในจังหวัดเพชรบูรณ์ดังแสดงในตาราง 2 โรคฉี่หนูมีผู้ป่วยเพียง 17 คนในรอบ 44 เดือน จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปาก โรคพิษจากเห็ด และโรคเมลิออยโดสิส มีลักษณะความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย (overdispersion) และมีการแจกแจงที่แตกต่างไปจากการแจกแจงปกติ (ไม่ใช่โค้งระฆังคว่ำ) ดังแสดงในภาพ 1

ตาราง 1 สถิติพรรณนาปริมาณฝนเฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ยของจังหวัดเพชรบูรณ์ 44 เดือน (มกราคม 2564–สิงหาคม 2567)

ค่าสถิติ	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	ปริมาณฝนรวม	ปริมาณฝนเฉลี่ย
ค่าเฉลี่ย	23.10	34.50	86.10	2.82
มัธยฐาน	24.10	33.80	61.10	1.98
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.55	2.48	92.80	3.06
ค่าต่ำสุด	16.90	31.00	0.00	0.00
ค่าสูงสุด	26.00	43.50	363.00	12.10
Shapiro-Wilk W	0.866	0.897	0.855	0.853
Shapiro-Wilk p-value	< .001	< .001	< .001	< .001



ภาพ 1 แสดงการแจกแจงจำนวนผู้ป่วยรายเดือนของโรคมือเท้าปาก และโรคพิษจากเห็ด โรคmelioidosis และโรคฉี่หนู ในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วง 44 เดือน (มกราคม 2564–สิงหาคม 2567)

ตาราง 2 สถิติพรรณนาจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคทั้งสี่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ 44 เดือน (มกราคม 2564–สิงหาคม 2567)

ค่าสถิติ	โรคมือเท้าปาก	โรคพิษจากเห็ด	โรคmelioidosis	โรคฉี่หนู
ค่าเฉลี่ย	57	3	4	0
มัธยฐาน	18	1	3	0
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	133	5	3	1
ความแปรปรวน	17641	27	8	0
ค่าต่ำสุด	0	0	0	0
ค่าสูงสุด	751	22	11	2
Shapiro-Wilk W	0.429	0.629	0.931	0.62
Shapiro-Wilk p-value	< .001	< .001	0.012	< .001

ค่าสหสัมพันธ์รายคู่ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ปริมาณฝนรวม และปริมาณฝนเฉลี่ย พบว่า ปริมาณฝนรวมกับอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ 0.55 และกับปริมาณฝนเฉลี่ยกับอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ 0.55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง 3-1

จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปากมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคพิษจากเห็ด โรคmelioidosis และโรคฉี่หนู โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน 0.38, 0.39, และ 0.55 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง 3-2

จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปากกับ ปริมาณฝนรวมมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน 0.35 จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคพิษจากเห็ด กับอุณหภูมิ ต่ำสุดเฉลี่ยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน 0.43 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่จำนวน

ผู้ป่วยรายเดือนโรคเมลิออยโดสิส และจำนวนผู้ป่วย รายเดือนโรคฉี่หนูมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน กับตัวแปรต้นคืออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย ปริมาณฝนรวม และปริมาณฝนเฉลี่ย อย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด ดังแสดงในตาราง 3-3

ตาราง 3-1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างปัจจัยภูมิอากาศของจังหวัดเพชรบูรณ์ 44 เดือน (มกราคม 2564–สิงหาคม 2567)

ปริมาณฝนและอุณหภูมิ	ปริมาณฝนรวม	ปริมาณฝนเฉลี่ย	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย
	1.00		
ปริมาณฝนเฉลี่ย	[1.00, 1.00]		
	< .001		
	0.55	0.55	
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย	[0.31, 0.73]	[0.20, 0.73]	
	< .001	< .001	
	-0.16	-0.16	0.35
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	[-0.44, 0.14]	[-0.44, 0.14]	[0.06, 0.59]
	0.293	0.297	0.019

หมายเหตุ ตัวเลขบน คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ตัวเลขตรงกลาง คือ [95% C.I. Lower, 95% C.I. Upper] ตัวเลขล่าง คือ p-value

ตาราง 3-2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างระหว่างจำนวนผู้ป่วยรายเดือน (ราย) ของจังหวัดเพชรบูรณ์ 44 เดือน (มกราคม 2564–สิงหาคม 2567)

โรคทั้ง 4	โรคมือเท้าปาก	โรคพิษจากเห็ด	โรคเมลิออยโดสิส
	0.38		
โรคพิษจากเห็ด	[0.09, 0.61]		
	0.011		
	0.39	-0.01	
โรคเมลิออยโดสิส	[0.10, 0.62]	[-0.30, 0.29]	
	0.009	0.958	
	0.55	0.28	0.29
โรคฉี่หนู	[0.30, 0.73]	[-0.02, 0.53]	[-0.01, 0.54]
	< .001	0.069	0.058

ตาราง 3-3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างจำนวนผู้ป่วยรายเดือน (ราย) กับ ปัจจัยภูมิอากาศ ของจังหวัดเพชรบูรณ์ 44 เดือน (มกราคม 2564–สิงหาคม 2567)

ปัจจัยภูมิอากาศ	โรคมือเท้าปาก	โรคพิษจากเห็ด	โรคเมลิออยโดสิส	โรคฉี่หนู
	0.35	0.38	0.11	0.28
ปริมาณฝนรวม	[-0.59, 0.06]	[0.09, 0.61]	[-0.19, 0.40]	[-0.02, 0.53]
	0.019	0.012	0.475	0.07
	0.35	0.37	0.11	0.27
ปริมาณฝนเฉลี่ย	[0.06, 0.58]	[0.09, 0.60]	[-0.19, 0.40]	[-0.03, 0.52]
	0.021	0.013	0.466	0.077

ปัจจัยภูมิอากาศ	โรคมือเท้าปาก	โรคพิษจากเห็ด	โรคเมลิออยโดสิส	โรคฉี่หนู
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย	0.17 [-0.14, 0.44]	0.43 [0.15, 0.64]	-0.20 [-0.47, 0.11]	0.27 [-0.03, 0.53]
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	0.273 -0.17 [-0.45, 0.13]	0.004 -0.08 [-0.37, 0.25]	0.198 -0.19 [-0.46, 0.12]	0.072 -0.04 [-0.33, 0.26]
	0.267	0.618	0.223	0.797

หมายเหตุ ตัวเลขบน คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ตัวเลขตรงกลาง คือ [95% C.I. Lower, 95% C.I. Upper] ตัวเลขล่าง คือ p-value

ตัวแบบตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป

จังหวัดเพชรบูรณ์ในช่วงระยะเวลา 44 เดือน ระหว่างมกราคม พ.ศ. 2564 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2567 โรคมือเท้าปาก, โรคพิษจากเห็ด, โรคเมลิออยโดสิส, และโรคฉี่หนู มีผู้ป่วยเฉลี่ยรายเดือนเดือนละ 57, 4, 0, และ 3 รายตามลำดับ จำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยรายเดือนโรคมือเท้าปากและจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยรายเดือนโรคพิษจากเห็ดที่สามารถสร้างตัวแบบที่เหมาะสมคือ ตัวแบบถดถอยควอไซปัวซง (Quasi-Poisson) การสร้างตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไปผู้ป่วยเฉลี่ยรายเดือนโรคเมลิออยโดสิสไม่มีตัวแปรต้นที่สอดคล้องกับข้อมูลแต่อย่างใด แม้ว่าจะมีผู้ป่วยโดยเฉลี่ยเดือนละ 4 รายกรณีโรคฉี่หนูมีผู้ป่วยรวมเพียง 17 ราย เท่ากับ

0.39 รายต่อเดือน เมื่อปิดเศษทศนิยม 0 ตำแหน่ง จึงมีค่าเฉลี่ยรายเดือนเป็น 0 ราย

ตัวแบบถดถอยควอไซปัวซง เป็นตัวแบบที่สอดคล้องกับข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปาก) มีปริมาณฝนรวมเป็นตัวแปรต้น และจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคพิษจากเห็ดมีอุณหภูมิต่ำสุดเป็นตัวแปรต้น ค่าอัตราอุบัติการณ์ ($\exp(B1)$) เมื่อปริมาณฝนรวมรายเดือนเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตรแล้ว จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปากจะเพิ่มเป็น 1.01 เท่าจากค่าเฉลี่ย เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสแล้ว จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคพิษจากเห็ดจะเพิ่มเป็น 1.95 เท่าจากค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป

ตัวแปรตาม	โรคมือเท้าปาก	โรคพิษจากเห็ด
ตัวแปรต้น	ปริมาณฝนรวม	อุณหภูมิต่ำสุด
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน	0.35	0.43
p-value	0.019	0.004
ตัวแบบ GLM	Quasi-Poisson	Quasi-Poisson
R-squared	0.221	0.399
Loglikelihood ratio tests		
χ^2	12.80	22.40
df	1	1
p-value	< .001	<.001
สมการ GLM		
(Intercept)	3.825	0.292
Independent variable		
exp(B0)	45.82	1.34
95%CI	21.76-82.38	0.56-2.68
z	11.42	0.69

ตัวแปรตาม	โรคมือเท้าปาก	โรคพิษจากเห็ด
ตัวแปรต้น	ปริมาณฝนรวม	อุณหภูมิต่ำสุด
p-value	< .001	0.400
exp(B1)	1.01	1.95
95%CI	1.00-1.01	1.39-3.085
z	2.71	3.82
p-value	0.01	.002

สรุปผลการวิจัย

สำหรับจังหวัดเพชรบูรณ์ ข้อมูลตัวแปรต้น ปริมาณฝนรวมรายเดือนมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปากรายเดือน และ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคพิษจากเห็ดที่สามารถประเมินอัตราการอุบัติการณ์เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยจะส่งผลต่อจำนวนผู้ป่วยรายเดือนตามวิธีการของตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป

การอภิปรายผลการวิจัย

จำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปากรายเดือนมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันกับปริมาณฝนรวม ปริมาณฝนเฉลี่ย และ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย เท่ากับ 0.35, 0.35 และ 0.17 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเชิงภูมิภาคที่อุตุนิยมวิทยา 8 ประการ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และ จำนวนชั่วโมงแสงแดด ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปาก⁽²⁾ แต่ในการศึกษานี้ จำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปากรายเดือนมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันกับอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย -0.17 ซึ่งเป็นไปในทางตรงกันข้าม ส่วนตัวแบบควอไซปัวซง จำนวนผู้ป่วยโรคมือเท้าปากรายเดือน โดยมีอัตราอุบัติการณ์ 1.01 กับปริมาณฝนรวม เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Yang et al.⁽²⁴⁾ ซึ่งมีอัตราอุบัติการณ์ 1.08, 2.05 และ 1.25 สำหรับปริมาณฝนน้อย, มาก และรุนแรงตามลำดับแล้ว อัตราอุบัติการณ์ของจังหวัดเพชรบูรณ์ก็จะต่ำกว่ามาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

การศึกษาของ Xiong et al.⁽⁵⁾ จำนวนผู้ป่วยโรคพิษจากเห็ดในมณฑลกุ้ยโจวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิพื้นดินที่ 15 ซม. เฉลี่ยรายวัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน และระยะเวลาแสงแดดเฉลี่ยรายวัน และเมื่อปัจจัยอุตุนิยมวิทยาใดๆใด คู่หนึ่งเพิ่มขึ้น ก็จะมีผู้ป่วยโรคพิษจากเห็ดเพิ่มขึ้น แต่ในการศึกษาของจังหวัดเพชรบูรณ์มีเพียงปัจจัยอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะมีผู้ป่วยโรคพิษจากเห็ดรายเดือนเพิ่มขึ้นถึง 1.95 เท่า

การศึกษาจำนวนผู้ป่วยโรคเมลิออยซิสในประเทศสิงคโปร์พบอัตราเสี่ยง เมื่อปริมาณฝน, ความชื้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เท่ากับ 1.20, 1.01 และ 1.01 ตามลำดับ Liu et al.⁽²⁴⁾ ขณะที่ในการศึกษารั้งนี้ ไม่พบตัวแบบสมการถดถอยที่สอดคล้องกับข้อมูล

การศึกษาจำนวนผู้ป่วยโรคฉี่หนูในประเทศบราซิลของ Hacker et al.⁽²⁵⁾ พบว่าโรคฉี่หนูมักเกิดขึ้นพร้อมกับฝนตกหนักและเหตุการณ์น้ำท่วมในบราซิล ขณะที่ในการศึกษารั้งนี้ไม่พบตัวแบบสมการถดถอยที่สอดคล้องกับข้อมูล อาจเป็นเพราะปริมาณฝนรวมรายเดือนมีค่าเฉลี่ยเพียง 82 มิลลิเมตร (2.82 มิลลิเมตรต่อวัน) และลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขา ระบายน้ำได้ดี และเมื่อตรวจสอบเดือนที่มีปริมาณฝนรวมมากกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวน 15 เดือน ก็พบว่ามีผู้ป่วยโรคฉี่หนูเดือนละ 0 ถึง 2 ราย รวมจำนวน 11 รายขณะที่เดือนที่มีปริมาณฝนรวมต่ำกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวน 29 เดือน มีผู้ป่วยเดือนละ 1 คน จำนวน 6 เดือนเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม การวิจัยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่มีลักษณะเฉพาะของพื้นที่ซึ่งการวิจัยในท้องถิ่นแห่งหนึ่งไม่แนะนำให้นำไปใช้กับอีกท้องถิ่นหนึ่ง⁽²⁶⁾

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำตัวแบบเชิงเส้นนี้ไปเกี่ยวกับจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคมือเท้าปากที่มีปริมาณฝนรวมเป็นตัวแปรต้น และ โรคพิษจากเห็ดที่มีอุณหภูมิต่ำสุดเป็นตัวแปรต้นนี้ หน่วยงานบริหารงานสาธารณสุขในพื้นที่และเครือข่ายสามารถนำไปใช้ในการวางแผนดำเนินการเฝ้าระวังต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาข้อมูลรายวันและข้อมูลรายวันของตัวแปรต้นวันก่อนหน้า (Lag) ตามจำนวนวันที่จะแสดงอาการเมื่อได้รับเชื้อ (การดำเนินโรค) เพื่อพัฒนาตัวแบบที่เหมาะสมต่อไป

การทบทวนมาตรการเฝ้าระวังโรคมือเท้าปาก โรคฉี่หนู โรคเมลิออยซิส และโรคพิษจากเห็ดอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเมื่อปริมาณฝนรวมรายเดือนมากกว่า 100 มิลลิเมตร เนื่องจากมีจำนวนผู้ป่วยในเดือนดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นกว่าเดือนที่มีปริมาณฝนรวมรายเดือนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

จำนวนผู้ป่วยโรคเมลิออยโดสิสมีจำนวนผู้ป่วยรายเดือนที่ไม่สัมพันธ์กับอุณหภูมิและปริมาณฝน จึงควรทำการศึกษาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องนอกจากปัจจัยอุณหภูมิและปริมาณฝน

เอกสารอ้างอิง

1. พรเทพ สนวนดอก. โรคมือเท้าปาก. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สมาคมโรคติดต่อในเด็กแห่งประเทศไทย; ม.ป.ป. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://www.pidst.or.th/A297.html>
2. Duan C, Zhang X, Jin H, Cheng X, Wang D, Bao C, Zhou M, Ahmad T, Min J. Meteorological factors and its association with hand, foot and mouth disease in Southeast and East Asia areas: a meta-analysis. *Epidemiol Infect.* 2018;147:e50. doi:10.1017/S0950268818003035
3. กลุ่มงานวิชาการ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13(แพร่). เทคนิคการสำรวจความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ จังหวัดน่าน รายงานประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานวิชาการ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13(แพร่); ม.ป.ป. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://readcard.dnp.go.th/km/docs/tech.pdf>
4. สหภูมิ ศรีสุเมะ. ระวัง "เห็ดพิษ" ช่วงฤดูฝน เสี่ยงรับประทานอาจถึงชีวิต. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: งานสื่อสารองค์กร คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี; 2561. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://www.rama.mahidol.ac.th/ramachannel/article/ระวังเห็ดพิษช่วงฤดูฝน/>
5. Xiong S, Wu A, Weng L, Zhang K, Wu M, Li H, Zhang L, Wu M, Li H, Zuo P, Zhu S, Li J, Guo H, Long T. Study on the correlation between the number of mushroom poisoning cases and meteorological factors based on the generalized additive model in Guizhou Province, 2023. *BMC Public Health* 2024; 24: 2628. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20050-6>
6. สุวัชรินทร์ โรจน์ชีวพันธ์. โรคเมลิออยด์พบบ่อยในฤดูฝน. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ:โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย; 2564. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://chulalongkornhospital.go.th/kcmh/line/โรคเมลิออยด์พบบ่อยในฤดู/>
7. Wongbutdee J, Saengnill W, Jittimane J, Panomket P, Saenwang P. The association between the mapping distribution of melioidosis incidences and meteorological factors in an endemic area: Ubon Ratchathani, Thailand (2009–2018). *Natural and Life Sciences Communications* 2021; 20(4): e2021083. DOI : <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2021.083>

8. กรมควบคุมโรค. รายละเอียดโรค เลปโตสไปโรซิส (Leptospirosis, Weil Disease). [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมโรค; 2562. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก https://ddc.moph.go.th/disease_detail.php?d=16
9. Hacker KP, Sacramento GA, Cruz JS, de Oliveira D, Nery N Jr, Lindow JC, Carvalho M, Hagan J, Diggle PJ, Begon M, Reis MG, Wunder EA Jr, Ko AI, Costa F. Influence of rainfall on leptospira infection and disease in a tropical urban setting, Brazil. *Emerg Infect Dis.* 2020 Feb;26(2):311-314. doi: 10.3201/eid2602
10. สำนักบริการการทะเบียน กรมการปกครอง. สถิติประชากรทางทะเบียนราษฎร (รายเดือน) จำนวนประชากรรายอายุ. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักบริการการทะเบียน; 2567. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/mainpage>
11. ศูนย์ภูมิภาค กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. ภูมิภาคจังหวัดเพชรบูรณ์ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ศูนย์ภูมิภาค; 2566. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <http://climate.tmd.go.th/data/province/เหนือ/ภูมิภาคเพชรบูรณ์.pdf>
12. ส่วนสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ. ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณฝน ของภาคเหนือ (รายวัน). อุตุนิยมวิทยา. ภูมิภาคจังหวัดเพชรบูรณ์ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ส่วนสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา; 2567. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก http://www.cmmet.tmd.go.th/forecast/pt/Max_Min_Rainfall.php
13. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. 2567. ระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สำนักระบาดวิทยา; 2567. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <http://doe.moph.go.th/surdata/>
14. งานโรคติดต่ออุบัติใหม่ กลุ่มพัฒนาวิชาการโรคติดต่อ. สถานการณ์โรคติดต่อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) มาตรการสาธารณสุข และปัญหาอุปสรรคการป้องกันควบคุมโรคในผู้เดินทาง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมโรค; 2564. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://ddc.moph.go.th/uploads/files/2017420210820025238.pdf>
15. กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อและอาการสำคัญของโรคติดต่ออันตราย (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2563 พ.ศ. 2565. ราชกิจจานุเบกษา ตอนพิเศษ 223 ง เล่มที่ 139 (ลงวันที่ 20 กันยายน 2565).
16. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. (Version 4.1) [Computer software]. 2021 [cited 2024 Sep 20]. Available from: <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
17. The jamovi project. jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. 2022 [cited 2024 Sep 20]. Available from: <https://www.jamovi.org>.
18. Gallucci M. GAMLj: General analyses for linear models. [jamovi module]. 2019 [cited 2024 Sep 20]. Available from: <https://gamlj.github.io/>.
19. Statistics solutions. Pearson's correlation coefficient: a comprehensive overview [Internet]. 2022. [cited 2024 Sep 2]. Available from: <https://www.statistics-solutions.com/free-resources/directory-of-statistical-analyses/pearsons-correlation-coefficient/>
20. Walker JA. Statistics for the experimental biologist a guide to best (and Worst) practices. Chapter 2.0 Generalized linear models I: count data [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 28]. Available from: https://www.middleprofessor.com/files/applied-biostatistics_bookdown/_book/generalized-linear-models-i-count-data.html

21. พงษ์เดช สารการ, ภูลกร จำปาหวาย. ความครอบคลุมและยืดหยุ่น : ประเด็นที่ควรถูกพิจารณาสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไปในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพและการสาธารณสุขชุมชน. 2563; 3(2): 144-158.
22. มหาวิทยาลัยมหิดล. ประกาศมหาวิทยาลัยมหิดล เรื่อง แนวปฏิบัติสำหรับโครงการวิจัยที่ไม่เข้าข่ายการวิจัยในคน. เพชรบูรณ์ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2565. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://sp.mahidol.ac.th/th/LAW/policy/2565-MU-Non-Human.pdf>
23. ศูนย์ส่งเสริมจริยธรรมการวิจัยในคน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล. แบบประเมินว่าโครงการวิจัยของท่านเข้าข่ายการวิจัยในคนหรือไม่. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2565. [เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://sp.mahidol.ac.th/ethics-human/forms/checklist/2022+Human%20Research%20Checklist-researcher.pdf>
24. Liu X, Pang L, Sim SH, Goh KT, Ravikumar S, Win MS, Tan G, Cook AR, Fisher D, Chai LY. Association of melioidosis incidence with rainfall and humidity, Singapore, 2003-2012. *Emerg Infect Dis.* 2015; 21(1): 159-62. doi: 10.3201/eid2101.140042.
25. Hacker KP, Sacramento GA, Cruz JS, de Oliveira D, Nery N Jr, Lindow JC, Carvalho M, Hagan J, Diggle PJ, Begon M, Reis MG, Wunder EA Jr, Ko AI, Costa F. Influence of Rainfall on *Leptospira* Infection and Disease in a Tropical Urban Setting, Brazil. *Emerg Infect Dis.* 2020; 26(2): 311-314. doi: 10.3201/eid2602.190102.
26. Yang F, Ma Y, Liu F, Zhao X, Fan C, Hu Y, Hu K, Chang Z, Xiao X. Short-term effects of rainfall on childhood hand, foot and mouth disease and related spatial heterogeneity: evidence from 143 cities in mainland China. *BMC Public Health* 2020; 20(1): 1528. doi: 10.1186/s12889-020-09633-1.