# ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนผู้ติดเชื้อ COVID-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา
# Factors Affecting the Number of COVID-19 Cases in USA

สุปราณี ลิสวัสดิ์*[1], ชนิศา ธนัตวัชรกรกุล[2],
วิวรรธณี เดชกุลทอง[3], พชร ปราพรม[4], เบญจมาศ ตุลยนิติกุล[5]
[1,5] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี
[2,3,4] นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี
*Corresponding author supranee@mathstat.sci.tu.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา และศึกษาช่วงระยะเวลาย้อนหลังที่ส่งผลต่อระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 โดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ติดเชื้อรายวัน จำนวน 50 รัฐ รวมข้อมูลทั้งสิ้น 139 วัน โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบล่าช้า (Lagged Correlation Analysis) จากการศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ติดเชื้อกับปัจจัยต่าง ๆ ได้ผลสรุปว่า ปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อ อุณหภูมิและค่ารังสี UV มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม ในขณะที่ระดับ PM2.5 และความเร็วลมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อ เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ขึ้นกับเวลา ตัวแปรอุณหภูมิ ค่ารังสี UV และค่าความเร็วลม มีความสัมพันธ์สูงสุดในช่วงเวลา 10 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ และระดับ PM2.5 มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในช่วงเวลา 9 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ ในส่วนของตัวแปรปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อในทุกช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษา เมื่อพิจารณาแบบรายภูมิภาค พบว่าจำนวนผู้ติดเชื้อกับอุณหภูมิ และค่ารังสี UV มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในภาคกลาง ระดับ PM2.5 มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในภาคตะวันตก ในส่วนของจำนวนผู้ติดเชื้อกับค่าความเร็วลม มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในภาคใต้ เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ไม่ขึ้นอยู่กับเวลา พบว่าขนาดพื้นที่รัฐมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อค่อนข้างต่ำ จำนวนแพทย์ จำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร และจำนวนโรงพยาบาล มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 และค่าแรงขั้นต่ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับจำนวนผู้ติดเชื้อ

**คำสำคัญ :** โควิด-19, สหสัมพันธ์แบบล่าช้า, สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน

**Abstract**

The objective of this study was to study the factors infected the number of COVID-19 cases in the United States and to study the time period affecting the correlation of various factors to the number of COVID-19 cases in the United States of America. The number of daily COVID-19 case in the United States for 50 states were considered. The total of 139 days data

were analyzed using correlation analysis and lagged correlation analysis. The study found that the number of COVID-19 cases were correlated with various variables during the study period. The rainfall variables were not related to the number of cases. Temperature and UV radiation were correlated in the opposite direction with the number of cases, while the level of PM2.5 and air velocity were correlated in the same direction with the number of cases. When considering each of the variables with respect to time, it was found that the relationship between the number of cases and the temperature, wind speed and UV radiation was at highest in the past 10 days when the infection was found. When considering the relationship between the number of cases and the level of PM2.5, it was found that the relationship was at highest in the past 9 days. The rainfalls were not correlated with the number of cases during all studied periods. Considering by the regions, the Central region was found to have the highest relationship between the number of COVID-19 cases and the temperature and UV radiant. The relationship between the number of COVID-19 cases and the levels of PM2.5 was found to have the strongest relationship in the Western region. The number of COVID-19 cases in the Western region was found to have the highest relationship with the wind speed. Considering the factors that do not depend on time, all the factors used in this study were related to the number of COVID- 19 cases. The size of the state area correlated in the same direction as the number of COVID-19 cases. The number of doctors, the population, the population density, and the number of hospitals have a correlation in the same direction with the number of COVID-19 cases. The wages have a correlation in the opposite direction with the number of COVID-19 cases.

**Keywords**: Covid-19, Lagged Correlation Analysis, Spearman's Correlation

**บทนำ**

ไวรัสโคโรนา (Coronavirus) เป็นไวรัสที่ถูกพบครั้งแรกในปี 1960 แต่ยังไม่ทราบแหล่งที่มาอย่างชัดเจนว่ามาจากที่ใด ไวรัสนี้เป็นไวรัสที่สามารถติดเชื้อได้ทั้งในมนุษย์และสัตว์ ปัจจุบันมีการค้นพบไวรัสสายพันธุ์นี้แล้วทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ส่วนสายพันธุ์ที่กำลังแพร่ระบาดหนักทั่วโลกตอนนี้เป็นสายพันธุ์ที่ยังไม่เคยพบมาก่อน คือ สายพันธุ์ที่ 7 จึงถูกเรียกว่าเป็น "ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่" และในภายหลังถูกตั้งชื่ออย่างเป็นทางการว่า "โควิด-19" (Coronavirus Disease Starting in 2019 : COVID-19) (คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2563)

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ที่กำลังเกิดขึ้นในขณะนี้ มีผู้ที่ได้รับการยืนยันว่าติดเชื้อรายแรกที่เมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย์ เมื่อวันที่ 31 ธ.ค.ปี 2019 (สำนักข่าว BBC, 2563) หลังจากนั้นรัฐบาลจีน

จึงได้ทำการสืบสวนหาแหล่งแพร่เชื้อของการระบาดในครั้งนี้ที่เมืองอู่ฮั่น ซึ่งโควิด-19 เป็นไวรัสที่สามารถติดต่อได้ มีการแพร่เชื้อได้ทั้งทางอากาศผ่านละอองจากระบบทางเดินหายใจของผู้ป่วยเมื่อผู้ป่วยไอ จาม หรือผ่านการสัมผัสกับสารคัดหลั่งต่างๆ จากผู้ติดเชื้อ โดยมีผู้ป่วยหลายรายที่ไม่แสดงอาการเลยก็สามารถแพร่เชื้อได้ ซึ่งองค์การอนามัยโลกกำลังทำการศึกษาวิจัยในเรื่องการแพร่เชื้อในการแพร่ระบาดของผู้ป่วยที่ไม่แสดงอาการ โดยอาการทั่วไปของผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ที่พบมากที่สุดคือ มีไข้ (มีอุณหภูมิสูงกว่า 37.5°C) มีอาการไอ และอ่อนเพลีย โดยประมาณ 1 ใน 5 ของผู้ติดเชื้อโควิด-19 จะมีอาการหนักและหายใจลำบาก โดยเฉพาะผู้สูงอายุและมีโรคประจำตัว เช่นความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน หรือมะเร็ง มีแนวโน้มที่จะมีอาการป่วยรุนแรงกว่าผู้ไม่มีอาการดังกล่าว (World Health Organization, 2563)

สถานการณ์การระบาดของโคโรนาไวรัสสายพันธุ์ใหม่รอบโลกแม้ว่าในขณะนี้จะมีการฉีดวัคซีนไปแล้วบ้างในบางประเทศ แต่ก็ยังคงมีความน่าเป็นห่วงเนื่องจากในขณะนี้เชื้อไวรัสโควิด-19 เริ่มมีการกลายพันธุ์เป็นเชื้อไวรัสสายพันธุ์ใหม่ซึ่งชื่อว่า “สายพันธุ์ B117” ที่มีการค้นพบครั้งแรกที่ประเทศสหราชอาณาจักร และในขณะนี้เริ่มมีการแพร่ระบาดไปในหลายประเทศแล้ว ซึ่งเชื้อไวรัสสายพันธุ์ใหม่นี้สามารถติดต่อได้ง่ายขึ้น จึงทำให้มีการแพร่ระบาดได้รวดเร็วขึ้น และทำให้จำนวนของผู้ป่วยรายใหม่ยังสูงถึง 809,004 รายต่อวัน ซึ่งในขณะนี้มีคนติดเชื้อทั่วโลกสูงถึง 140,322,903 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตรวม 3,003,794 ราย (ข้อมูล ณ วันที่ 18 เมษายน 2564) ซึ่งประเทศที่มีจำนวนผู้ติดเชื้อมากที่สุดเป็นอันดับ 1 คือ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีผู้ติดเชื้ออยู่ที่ 31,250,635 ราย ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อจำนวนผู้ติดเชื้อ โดยผู้วิจัยทำการแบ่งปัจจัยเป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ค่ารังสี UV ค่าปริมาณน้ำฝน ค่าความเร็วลม ระดับ PM2.5 และ ปัจจัยที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ได้แก่ จำนวนบุคลากรทางการแพทย์ จำนวนประชากร ขนาดพื้นที่ จำนวนโรงพยาบาล และค่าแรงขั้นต่ำ

เนื่องจากเชื้อไวรัสนี้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา และในอนาคตอาจจะมีการแพร่ระบาดครั้งใหม่เกิดขึ้น ผลงานวิจัยนี้จะทำให้ภาครัฐ ทราบถึงปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อเพื่อจะได้มีการเตรียมพร้อมและรับมือได้ดีมากยิ่งขึ้น อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและเป็นกรณีศึกษาในการวิเคราะห์ในมิติอื่น ๆ ต่อไป

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา
2. เพื่อศึกษาช่วงระยะเวลาย้อนหลังที่ส่งผลต่อระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา

**ขอบเขตของการวิจัย**

**1. ด้านข้อมูล**

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 รายวันในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 50 รัฐ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวมรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15 กรกฎาคม 2563 ถึง 30 พฤศจิกายน 2563 รวมทั้งสิ้น 139 วัน โดยข้อมูลที่ทำการศึกษาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ และเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

**2. ด้านทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์**

(1) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

สหสัมพันธ์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปว่ามีความสัมพันธ์ในระดับใด และมีความสัมพันธ์ในทิศทางใด ซึ่งการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปร 2 ตัวเรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปรมากกว่า 2 ตัว เรียกว่า สหสัมพันธ์เชิงพหุ (Multiple Correlation) (ธราดล เสาร์ชัย, 2554)

(2) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation Coefficient)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation Coefficient หรือ Spearman's rho) สำหรับตัวอย่างจะใช้สัญลักษณ์ $r_s$ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุด (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2545) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 $\left(-1 \le r_s \le 1\right)$ ) โดยที่ ถ้า $r_s$ มีเครื่องหมาย + หมายถึงการมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน และ ถ้า $r_s$ มีเครื่องหมาย – หมายถึงการมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้าม

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n} D_i^2}{n(\mathrm{n}^2 - 1)}$$

โดยที่ $r_s$ เป็น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน

$\sum_{i=1}^{n} D_i^2$ เป็น ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของอันดับแต่ละคู่

$n$ เป็น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**Gupta A., Pradhan B., and Maulud A. (2020)** การระบาดของโควิด-19 แพร่ระบาดอย่างรุนแรงในอินเดีย การเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยที่ได้รับการยืนยันรายวันเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 5 รายต่อวันในช่วงต้นเดือนมีนาคม และเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 249 รายต่อวันในช่วงต้นเดือนมิถุนายน ตัวแปรอุณหภูมิสูงสุด (TMax) อุณหภูมิต่ำสุด (TMin) อุณหภูมิค่าเฉลี่ย (TMean) อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (TDew) และ ความเร็วลม (WS) ระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง 4 มิถุนายน 2563 ใน 9 เมืองใหญ่ๆ ได้รับการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาผลกระทบของสภาพอากาศประจำวันต่อการติดเชื้อโควิด-19 ในวันนั้น และวันที่ 7, 10, 12, 14, 16 วันก่อนที่จะตรวจพบผู้ป่วยเหล่านี้ (กล่าวคือในวันแพร่เชื้อ) ความสัมพันธ์ของสเปียร์แมนแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ต่ำอย่างมีนัยสำคัญกับ

ความเร็วลม อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิค่าเฉลี่ย และ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูลย้อนหลัง 14 วันจะเห็นได้ว่าดีกว่าเมื่อเทียบกับระยะเวลาย้อนหลังอื่น ๆ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงระยะฟักตัวที่น่าจะเป็น 14±2 วัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการแพร่กระจายของโควิด-19 มีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ที่ศึกษา

เมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2563 มีรายงานผู้ป่วยโควิด-19 รายแรกในกรุงจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย วันที่ 15 พฤษภาคม 2563 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมคือ 16,496 ราย โดยมีผู้เสียชีวิต 1,076 ราย Sopaheluwakan A. และคณะ (2020) ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของสภาพอากาศกับจำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่ของโควิด-19 ใน 6 เมืองในอินโดนีเซีย มีการรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายวันจากสถานีตรวจอากาศในบริเวณใกล้เคียงแต่ละเมืองในช่วงวันที่ 3 มีนาคม ถึง 30 เมษายน 2563 พร้อมกับข้อมูลผู้ป่วยโควิด-19 ทำการทดสอบความสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลทั้งสองชุดนั้น ผลการวิจัยพบว่าข้อมูลสภาพอากาศเกี่ยวข้องกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 กล่าวคืออุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) มีความสัมพันธ์เชิงบวกและเชิงลบกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้นผันแปรได้ง่ายโดยมีความสัมพันธ์ที่สูงสุดที่พบในเวลา 5 วัน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าจำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่ของโควิด-19 ในอินโดนีเซียมีความสัมพันธ์ที่ผันแปรกับสภาพอากาศ

ในขณะที่หลายๆ ประเทศต่อสู้กับไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ปี 2019 Carleton T., Cornetet J., Huybers P., Kyle C. Meng and Proctor J. (2020) ทำการศึกษารวบรวมชุดข้อมูลเชิงพื้นที่ของผู้ป่วยโควิด-19 ที่ได้รับการยืนยัน ซึ่งประกอบด้วย 3,235 ภูมิภาคใน 173 ประเทศโดยมีสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นและแนวทางทางสถิติที่พัฒนาขึ้น โดยในการศึกษานี้พบว่ารังสีอัลตราไวโอเลต (UV) มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ออัตราการเติบโตของจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในแต่ละวัน การเพิ่มขึ้นของรังสี UV ช่วยลดอัตราการเติบโตของโควิด-19 รายวันลง ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ในช่วง 2.5 สัปดาห์ จำนวนวันย้อนหลังที่ทำให้ค่ารังสี UV มีความสัมพันธ์สูงสุดกับจำนวนผู้ติดเชื้อคือ 9 ถึง 11 วันหลังจากได้รับรังสี UV ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลารวมของการฟักตัว

**CDA Analysis Team (2020)** ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับไวรัสโควิด-19 และปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับไวรัสชนิดนี้ว่าส่งผลกระทบต่อประชากรทั่วไปอย่างไร ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่า ปัจจัยที่หนึ่งที่มีผลต่อจำนวนผู้ติดเชื่อโควิด-19 คืออายุ หรือกล่าวคือผู้ที่มีอายุมากกว่า 65 ปีจะมีความเสี่ยงสูง ปัจจัยที่สองคือการสูบบุหรี่ กล่าวคือผู้ที่สูบบุหรี่อาจจะมีความเสี่ยงสูง ปัจจัยที่สามคือประชาชนที่อาศัยอยู่ในประเทศที่มีระดับของมลพิษทางอากาศสูง กล่าวคือ ระดับ PM2.5 ถือเป็นหนึ่งในปัญหาหลักและเกี่ยวข้องกับไวรัสโคโรนา โดยจะมีการศึกษาเชิงลึกต่อไปหากมีข้อมูลเพิ่มขึ้นและมากพอ

**วิธีดำเนินการวิจัย**

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 กับปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาตั้งแต่วันที่ 15 กรกฎาคม ถึง 30 พฤศจิกายน 2563 รวมทั้งสิ้น 139 วัน

2. ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นของปัจจัยต่าง ๆ ว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov

3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 กับปัจจัยต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ได้แก่ ณ วันที่พบเชื้อ และ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ,13, 14 และ 16 วันย้อนหลัง ตามลำดับ โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) และวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบล่าช้า (Lagged Correlation Analysis)

4. นำข้อมูลระยะเวลาย้อนหลังที่มีความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับปัจจัยต่าง ๆ มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแยกรัฐ

5. นำข้อมูลระยะเวลาย้อนหลังที่มีความสัมพันธ์สูงสุดระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับปัจจัยต่าง ๆ มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบแยกภูมิภาค โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งหมดที่กล่าวมา ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม SPSS (version 22.0)

6. สรุปผลการวิจัย

**ผลการวิจัย**

**1. ผลการศึกษาช่วงระยะเวลาย้อนหลังที่ส่งผลต่อระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ขึ้นกับเวลา กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา**

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 รายวัน ในรัฐต่าง ๆ รวมทั้งสิ้น 50 รัฐ ในประเทศสหรัฐอเมริกา กับปัจจัยที่สนใจศึกษา โดยหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการของสเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation Coefficient) โดยผลการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ณ วันที่พบเชื้อและ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16 วันย้อนหลัง โดยได้ผลตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับปัจจัยที่ขึ้นกับเวลาทุกปัจจัยซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ระดับ PM2.5 (PM2.5) ความเร็วลม (Wind Speed) ค่ารังสี UV (UV Index) และปริมาณน้ำฝน (Rain) เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัย พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับตัวแปรอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันสูงสุดในช่วงเวลา 10 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ โดยมีค่า $r_s = -0.107$ (p-value < 0.05) กล่าวคืออุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในทิศตรงข้ามกับจำนวนผู้ติดเชื้อ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับ ระดับ PM2.5 พบว่า มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในช่วงเวลา 9 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ โดยมีค่า $r_s = 0.149$ (p-value < 0.05) กล่าวคือ ระดับ PM2.5 มีความสัมพันธ์ในทิศเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับความเร็วลมพบว่า มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในช่วงเวลา 10 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ โดยมีค่า $r_s = 0.034$ (p-value < 0.05) กล่าวคือความเร็วลมมีความสัมพันธ์ในทิศเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อ และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับค่ารังสี UV พบว่า มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในช่วงเวลา 10 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ โดยมีค่า $r_s = -0.186$ (p-value < 0.05) กล่าวคือค่ารังสี UV มีความสัมพันธ์ในทิศตรงข้ามกับจำนวนผู้ติดเชื้อ ในส่วนของตัวแปรปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อในทุกช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษา (p-value > 0.05)

ตารางที่ 1: การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 รวมทุกรัฐในประเทศสหรับอเมริกา.

| ย้อนหลัง | ตัวแปร (correlation (p-value)) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Temperature | PM2.5 | Wind Speed | UV Index | Rain |
| 0 วัน | -0.102 * (0.000) | 0.128 * (0.000) | 0.033 * (0.006) | 0.181 * (0.000) | 0.017 (0.157) |
| 2 วัน | -0.099 * (0.000) | 0.135 * (0.000) | 0.03 * (0.012) | 0.184 * (0.000) | 0.011 (0.372) |
| 3 วัน | -0.103 * (0.000) | 0.134 * (0.000) | 0.024 * (0.046) | -0.185 * (0.000) | 0.011 (0.368) |
| 4 วัน | -0.102 * (0.000) | 0.141 * (0.000) | 0.033 * (0.004) | -0.184 * (0.000) | 0.007 (0.536) |
| 5 วัน | -0.103 * (0.000) | 0.145 * (0.000) | 0.030 * (0.014) | -0.185 * (0.000) | 0.009 (0.465) |
| 6 วัน | -0.103 * (0.000) | 0.143 * (0.000) | 0.027 * (0.022) | -0.184 * (0.000) | 0.005 (0.669) |
| 7 วัน | -0.105 * (0.000) | 0.147 * (0.000) | 0.020 * (0.009) | -0.183 * (0.000) | 0.007 (0.559) |
| 8 วัน | -0.103 * (0.000) | 0.138 * (0.000) | 0.024 * (0.048) | -0.183 * (0.000) | 0.009 (0.450) |
| 9 วัน | -0.100 * (0.000) | 0.149 * (0.000) | 0.025 * (0.037) | -0.185 * (0.000) | 0.005 (0.659) |
| 10 วัน | -0.107 * (0.000) | 0.133 * (0.000) | 0.034 * (0.010) | -0.186 * (0.000) | 0.007 (0.553) |
| 11 วัน | -0.105 * (0.000) | 0.134 * (0.000) | 0.030 * (0.013) | -0.185 * (0.000) | 0.006 (0.593) |
| 12 วัน | -0.103 * (0.000) | 0.135 * (0.000) | 0.030 * (0.013) | -0.185 * (0.000) | 0.016 (0.182) |
| 13 วัน | -0.100 * (0.000) | 0.143 * (0.000) | 0.030 * (0.013) | -0.185 * (0.000) | 0.024 (0.060) |
| 14 วัน | -0.099 * (0.000) | 0.141 * (0.000) | 0.026 * (0.033) | -0.183 * (0.000) | 0.018 (0.130) |
| 16 วัน | -0.095 * (0.000) | 0.129 * (0.000) | 0.026 * (0.024) | -0.182 * (0.000) | 0.090 (0.305) |

* Statistics significant at 0.05 significance level

**2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 กับปัจจัยที่ขึ้นกับเวลา ในช่วงระยะเวลา 10 วันย้อนหลังในแต่ละรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา**

จากผลสรุปของการศึกษาช่วงระยะเวลาย้อนหลังกับระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ที่กล่าวไปข้างต้นจะเห็นได้ว่าตัวแปรอุณหภูมิ ความเร็วลม และค่ารังสี UV มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในช่วงระยะเวลา 10 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ ส่วนระดับ PM2.5 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในช่วงระยะเวลา 9 วันย้อนหลังที่พบเชื้อ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับจำนวนผู้ติดเชื้อแยกเป็นรายรัฐ ในช่วงระยะเวลา 10 วันย้อนหลังเนื่องจากค่าของปัจจัยในช่วงระยะ 10 วันย้อนหลังมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 มากที่สุด ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละปัจจัยกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในระดับที่สูงส่วนมากจะเป็นรัฐที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกัน

ตารางที่ 2 : การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 แยกตามรัฐต่าง ๆ ในประเทศสหรับอเมริกา ณ เวลาย้อนหลัง 10 วัน.

| รัฐ | ตัวแปร (correlation (p-value)) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Temperature | PM2.5 | Wind Speed | UV Index |
| Alabama | -0.213 * (0.012) | 0.006 (0.941) | 0.013 (0.881) | -0.160 (0.061) |
| Alaska | -0.787 * (0.000) | 0.309 * (0.000) | -0.130 (0.128) | -0.840 * (0.000) |
| Arizona | -0.271 * (0.001) | -0.379 * (0.000) | -0.034 (0.693) | -0.162 (0.057) |
| Arkansas | -0.509 * (0.000) | -0.131 (0.125) | 0.357 * (0.004) | -0.588 * (0.000) |
| California | -0.100 (0.240) | -0.364 * (0.000) | -0.199 * (0.019) | 0.082 (0.334) |
| Colorado | -0.763 * (0.000) | -0.282 * (0.001) | 0.069 (0.418) | -0.753 * (0.000) |
| Connecticut | -0.372 * (0.000) | 0.058 (0.501) | 0.107 (0.208) | -0.334 * (0.000) |
| Delaware | -0.379 * (0.000) | 0.001 (0.989) | 0.120 (0.159) | -0.417 * (0.000) |
| Florida | -0.184 * (0.030) | 0.239 * (0.005) | 0.139 (0.102) | 0.143 (0.094) |
| Georgia | 0.269 * (0.001) | -0.073 (0.396) | -0.102 (0.231) | 0.352 * (0.000) |
| Hawaii | 0.266 * (0.002) | -0.110 (0.198) | 0.301 * (0.000) | 0.327 * (0.000) |
| Idaho | -0.729 * (0.000) | -0.310 * (0.000) | 0.139 (0.104) | -0.654 * (0.000) |
| Illinois | -0.749 * (0.000) | 0.037 (0.664) | 0.260 * (0.002) | -0.828 * (0.000) |
| Indiana | -0.720 * (0.000) | -0.078 (0.362) | 0.376 * (0.000) | -0.808 * (0.000) |
| Iowa | -0.691 * (0.000) | 0.300 * (0.000) | 0.238 * (0.005) | -0.876 * (0.000) |
| Kansas | -0.195 * (0.021) | -0.052 (0.542) | -0.076 (0.373) | -0.182 * (0.032) |
| Kentucky | -0.658 * (0.000) | 0.106 (0.216) | 0.400 * (0.000) | -0.755 * (0.000) |
| Louisiana | -0.058 (0.498) | -0.037 (0.664) | -0.105 (0.217) | 0.151 (0.075) |
| Maine | -0.511 * (0.000) | -0.243 * (0.004) | 0.037 (0.669) | -0.572 * (0.000) |
| Maryland | -0.317 * (0.000) | 0.153 (0.071) | -0.063 (0.460) | -0.416 * (0.000) |
| Massachusetts | -0.691 * (0.000) | -0.127 (0.136) | 0.190 * (0.025) | -0.764 * (0.000) |
| Michigan | -0.461 * (0.000) | -0.165 (0.052) | 0.195 * (0.022) | -0.561 * (0.000) |
| Minnesota | -0.572 * (0.000) | -0.193 * (0.023) | 0.345 * (0.000) | -0.655 * (0.000) |
| Mississippi | -0.131 (0.125) | -0.084 (0.323) | -0.078 (0.359) | -0.123 (0.149) |
| Missouri | -0.505 * (0.000) | -0.341 * (0.000) | 0.349 * (0.000) | -0.546 * (0.000) |
| Montana | -0.732 * (0.000) | -0.004 (0.960) | -0.172 * (0.043) | -0.795 * (0.000) |
| Nebraska | -0.776 * (0.000) | -0.023 (0.787) | 0.111 (0.195) | -0.878 * (0.000) |
| Nevada | -0.395 * (0.000) | -0.449 * (0.000) | 0.094 (0.269) | -0.291 * (0.001) |

| รัฐ | ตัวแปร (correlation (p-value)) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Temperature | PM2.5 | Wind Speed | UV Index |
| New Jersey | -0.235 * (0.005) | -0.128 (0.133) | 0.022 (0.798) | -0.797 * (0.000) |
| New Hampshire | -0.690 * (0.000) | -0.222 * (0.009) | 0.048 (0.578) | -0.797 * (0.000) |
| New Mexico | -0.680 * (0.000) | -0.077 (0.366) | 0.264 * (0.002) | -0.682 * (0.000) |
| New York | -0.714 * (0.000) | -0.122 (0.153) | 0.161 (0.059) | -0.886 * (0.000) |
| North Carolina | -0.501 * (0.000) | 0.125 (0.143) | -0.134 (0.116) | -0.519 * (0.000) |
| North Dakota | -0.828 * (0.000) | 0.183 * (0.031) | 0.292 * (0.000) | -0.878 * (0.000) |
| Ohio | -0.573 * (0.000) | -0.241 * (0.004) | 0.143 (0.093) | -0.653 * (0.000) |
| Oklahoma | -0.173 * (0.041) | -0.040 (0.642) | 0.048 (0.572) | -0.142 (0.096) |
| Oregon | -0.611 * (0.000) | -0.113 (0.185) | 0.124 (0.147) | -0.559 * (0.000) |
| Pennsylvania | -0.738 * (0.000) | -0.240 * (0.004) | 0.038 (0.658) | -0.802 * (0.000) |
| Rhode Island | -0.379 * (0.000) | -0.049 (0.568) | -0.020 (0.817) | -0.369 * (0.000) |
| South Carolina | 0.014 (0.870) | 0.099 (0.248) | -0.099 (0.246) | -0.017 (0.843) |
| South Dakota | -0.767 * (0.000) | 0.176 * (0.038) | 0.357 * (0.000) | -0.870 * (0.000) |
| Tennessee | -0.348 * (0.000) | -0.115 (0.177) | 0.043 (0.613) | -0.369 * (0.000) |
| Texas | -0.181 * (0.033) | -0.046 (0.587) | 0.004 (0.967) | -0.144 (0.090) |
| Utah | -0.817 * (0.000) | -0.152 (0.074) | -0.263 * (0.002) | -0.848 * (0.000) |
| Vermont | -0.486 * (0.000) | -0.070 (0.414) | 0.190 * (0.025) | -0.565 * (0.000) |
| Virginia | -0.378 * (0.000) | -0.162 (0.057) | -0.055 (0.518) | -0.511 * (0.000) |
| Washington | -0.399 * (0.000) | 0.053 (0.534) | -0.024 (0.781) | -0.313 * (0.000) |
| West Virginia | -0.622 * (0.000) | -0.109 (0.203) | 0.160 (0.059) | -0.855 * (0.000) |
| Wisconsin | -0.742 * (0.000) | 0.119 (0.164) | 0.267 * (0.002) | -0.826 * (0.000) |
| Wyoming | -0.699 * (0.000) | -0.311 * (0.000) | 0.003 (0.968) | -0.829 * (0.000) |

* Statistics significant at 0.05 significance level

**3. สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 กับปัจจัยที่ขึ้นกับเวลา ในช่วงระยะเวลา 10 วันย้อนหลังแบบแบ่งเป็นรายภูมิภาค**

จากผลสรุปของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 กับปัจจัยต่างๆ ในช่วงระยะเวลา 10 วันย้อนหลังแบบแยกรัฐ พบว่า รัฐที่มีความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละปัจจัยกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในระดับที่สูงส่วนมากจะเป็นรัฐที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกัน ที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพิจารณาความสัมพันธ์ในแต่ละปัจจัยกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 แยกตามภูมิภาค 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคตะวันตก

(Western), ภาคกลาง (Central), ภาคใต้ (Southern) และ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast) ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าจำนวนผู้ติดเชื้อกับอุณหภูมิ มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในภาคกลาง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r_s = -0.418$ จำนวนผู้ติดเชื้อกับระดับ PM2.5 มีความสัมพันธ์กันสูงสุดใน ภาคตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r_s = 0.187$ ในส่วนของจำนวนผู้ติดเชื้อกับค่าความเร็วลม มีความสัมพันธ์กันสูงสุดในภาคใต้ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r_s = 0.104$ และจำนวนผู้ติดเชื้อกับค่ารังสี UV มีความสัมพันธ์กันสูงสุดใน ภาคกลาง (Central) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r_s = -0.504$

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนระหว่างตัวแปรต่างๆ กับ จำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 แยกตามภูมิภาคต่างๆ ในประเทศสหรับอเมริกา ณ เวลาย้อนหลัง 10 วัน.

| ภูมิภาค | ตัวแปร (correlation (p-value)) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Temperature | PM2.5 | Wind Speed | UV_index |
| Western | -0.241 * (0.000) | 0.187 * (0.000) | 0.021 (0.381) | -0.310 * (0.000) |
| Central | -0.418 * (0.000) | 0.057 * (0.019) | 0.082 * (0.001) | -0.504 * (0.000) |
| Southern | 0.128 * (0.000) | 0.001 (0.957) | 0.104 * (0.000) | -0.003 (0.899) |
| Northeast | -0.277 * (0.000) | 0.109 * (0.000) | 0.083 * (0.003) | -0.279 * (0.000) |

* Statistics significant at 0.05 significance level

**4. สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 กับปัจจัยที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา**

ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับเวลาทุกปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่รัฐ (Size) และจำนวนผู้ติดเชื้อมีค่า $r_s = 0.12$ (p-value < 0.05) กล่าวคือขนาดพื้นที่รัฐมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ค่อนข้างต่ำ ในส่วนของจำนวนแพทย์ (Doctor), จำนวนประชากร (Population) , ความหนาแน่นประชากร Density และ จำนวนโรงพยาบาล (Hospital) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r_s = 0.483$, $r_s = 0.586$, $r_s = 0.624$ และ $r_s = 0.607$ (p-value < 0.05) ตามลำดับ กล่าวคือปัจจัยทั้ง 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 และค่าแรงขั้นต่ำ (Min Wage) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r_s = -0.047$ (p-value < 0.05) กล่าวคือค่าแรงขั้นต่ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับจำนวนผู้ติดเชื้อ

ตารางที่ 4 : การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา กับปัจจัยที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ณ เวลาย้อนหลัง 10 วัน.

| | Size | Doctor | Population | Density | Hospital | Min Wage |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Correlation | 0.120 * | 0.483 * | 0.586 * | 0.624 * | 0.607 * | -0.047 * |
| P value | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

* Statistics significant at 0.05 significance level

**สรุปผลการวิจัย**

งานวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิประเภทอนุกรมเวลารายวัน ซึ่งอยู่ในช่วงวันที่ 15 กรกฎาคม ถึง 30 พฤศจิกายน 2563 จำนวน 139 วัน และมีปัจจัยทั้งหมด 2 ประเภท คือ ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ได้แก่ อุณหภูมิ ระดับ PM2.5 ค่ารังสี UV ค่าปริมาณน้ำฝน ค่าความเร็วลมแบบรายวัน และปัจจัยที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ได้แก่ จำนวนบุคลากรทางการแพทย์ จำนวนประชากร ขนาดพื้นที่ ความหนาแน่นประชากร จำนวนโรงพยาบาล และค่าแรงขั้นต่ำ

การศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ติดเชื้อกับตัวแปร ตามช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งได้แก่ ณ วันที่พบว่าติดเชื้อ และ ณ เวลาย้อนหลัง 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16 วัน พบว่าตัวแปรปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อ ส่วนอุณหภูมิและค่ารังสี UV มีความสัมพันธ์ในทิศตรงข้ามกับจำนวนผู้ติดเชื้อ ในขณะที่ระดับ PM2.5 และความเร็วลมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อ

ปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับเวลาทุกปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 โดยขนาดพื้นที่ของรัฐมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ค่อนข้างต่ำ ปัจจัยจำนวนแพทย์ จำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร และจำนวนโรงพยาบาล มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 และค่าแรงขั้นต่ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับจำนวนผู้ติดเชื้อ

การศึกษาช่วงระยะเวลาย้อนหลัง พบว่า จำนวนวันย้อนหลัง 10 วัน ส่งผลต่อระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 สูงที่สุด ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงระยะฟักตัวของเชื้อโควิด-19 รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการรอผลตรวจ PCR-test

**เอกสารอ้างอิง**

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล (2563), โควิด-19 คืออะไร. Retrieved Dec 24, 2020 From https://www.gj.mahidol.ac.th/main/covid19/covid19is/.

World Health Organization (2020) Q&A on COVID-19 (general), Retrieved Dec 25, 2020, From https://www.who.int/thailand/emergencies/novel-coronavirus-2019/q-a-on-covid-19/q-a-on-covid-19-general.

CDA Analysis Team (2020). Covid-19 Data Analysis, Part 1: Demography, Behavior, and Environment. Retrieved Aug 31,2020, From https://dai-global-digital.com/covid-19-data-analysis-part-1-demography-behavior-and-environment.html.

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). United States COVID-19 Cases and Deaths by State over Time, Retrieved Jul 15,2020, From https://healthdata.gov/dataset/United-States-COVID-19-Cases-and-Deaths-by-State-o/hiyb-zgc2

Gupta A., Pradhan B., and Maulud A (2020). Estimating the Impact of Daily Weather on the Temporal Pattern of COVID-19 Outbreak in India. Earth Systems and Environment (2020) 4:523–534. From https://doi.org/10.1007/s41748-020-00179-1.

Jingyuan W. (2020). *High Temperature and High Humidity Reduce Transmission of COVID-19.* Retrieved Aug 20,2020, From https://www.researchgate.net/publication/339873481_High_Temperature_and_High_Humidity_Reduce_the_Transmission_of_COVID-19

Carleton.T et al., (2020) Global evidence for ultraviolet radiation decreasing COVID-19 growth rates. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2020. Vol118 no.1. From https://doi.org/10.1073/pnas.2012370118

Sopaheluwakan A. et al., (2020). The association between COVID-19 and meteorological factors in Indonesia. Retrieved Aug 20, 2020, Retrieved August 20,2020. From https://europepmc.org/article/PPR/PPR222336