โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19
Proper equation studies for spreading COVID-19 disease

ชื่อนิสิต นายพชรพล อโศกสกุล 6033528223

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา คณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19

นายพชรพล อโศกสกุล

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Proper equation studies for spreading COVID-19 disease

Phacharaphon Asoksakul

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science Program in Mathematics
Department of Mathematics and Computer Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2020
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อโครงงาน	การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19
โดย	นายพชรพล อโศกสกุล
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรสินี ภัทรโกศล

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2301499 โครงงานวิทยาศาสตร์ (Senior Project)

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ เนียมมณี) หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงาน

P Bhattarakosol

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรสินี ภัทรโกศล) อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เดช มนทกานติรัตน์) กรรมการ

.....

(อาจารย์ ดร.มนต์ชัย ศูเอกชัย) กรรมการ

พชรพล อโศกสกุล:การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19. (Proper equation studies for sprerading COVID-19 disease) อ.ที่ปรึกษาโครงงาน: รศ.ดร.ภัทรสินี ภัทรโกศล, 50 หน้า.

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายของโรค COVID-19 โดยใช้ข้อมูลของการแพร่ระบาดในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 44 รัฐ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation) และโมเดลถดถอยพหุที่ประกอบด้วยตัวแปรแบบจัดกลุ่ม (Multiple Regression model with categorical variable)

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนผู้ติดเชื้อ COVID-19 ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ ฤดูกาลที่แตกต่างกันของแต่ละรัฐ จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมของแต่ละรัฐ จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ของแต่ละรัฐ จำนวนผู้เสียชีวิตสะสมของแต่ละรัฐ จำนวนประชากรในแต่ละรัฐ อุณหภูมิเฉลี่ย และความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐ โดยโมเดลการแพร่กระจายของโรค COVID-19 ที่ผ่านการวิเคราะห์ด้วยโมเดลถดถอยพหุที่ประกอบด้วยตัวแปรแบบจัดกลุ่ม โดยใช้ปัจจัยข้างต้นที่กล่าวมา จะมีความแม่นยำที่ 70.4% เมื่อใช้ค่า r

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต พชรพล

สาขาวิชา คณิตศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาโครงงานหลัก P Bhattarakosol

ปีการศึกษา 2563

6033528223 : MAJOR MATHEMATICS

KEYWORDS : COVID-19/ Equation for spreading COVID-19 disease

Phacharaphon Asoksakul : Proper equation studies for spreading COVID-19 disease. Advisor Associate Professor Dr. Pattarasinee Pattarakoson. 50 pp.

The objective of this study is to find a proper model for COVID-19 pandemic using the pandemic data in 44 states of the United States of America. These data were analyzed using various statistical values: percentage, mean, Pearson's correlation, and Multiple Regression model with categorical variable.

It was shown in the study that factors affecting the number of COVID-19 cases are state locations, seasons at different times, cumulative number of infected people, new deaths, accumulated number of deaths, the population of each state, daily average temperature and the population density of each state. The diffusion model of COVID-19 in this study was analyzed by Multiple Regression model with categorical variable. By using the above factors mentioned, it will have an accuracy of 70.4%, measuring by R^2

Department :Mathematics and Computer Science Student's Signature Phacharaphon

Field of Study : Mathematics Advisor's Signature P Bhattarakosol

Academic Year : 2020

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน “การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่ระบาดของโรค COVID-19” ของข้าพเจ้านั้นจะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีถ้าขาด รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรสินี ภัทรโกศล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ข้าพเจ้านั้นขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างยิ่งที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ทั้งยังสละเวลาส่วนตัวให้ความช่วยเหลือ ข้าพเจ้าซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน และถ่ายทอดความรู้แก่ข้าพเจ้า รวมทั้งพี่ ๆ น้อง ๆ ที่คอยแนะนำและให้กำลังใจ และขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนเงินทุนแก่ข้าพเจ้าสำหรับการจัดทำโครงงานนี้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าหวังว่าโครงงานเรื่องนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อยสำหรับผู้ที่สนใจหรือนำไปศึกษาต่อ หากมีข้อผิดพลาดประการใดต้องกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูปภาพ ..... ญ
บทที่1 บทนำ 11
1.1 ความเป็นมาและเหตุผลการวิจัย 11
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 11
1.3 ขอบเขตการวิจัย 12
1.4 ขั้นตอนการวิจัย 12
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12
1.6 โครงสร้างของรายงาน 13
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 14
2.2 บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
บทที่ 3 วิธีการวิจัย 17
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 18
3.2 กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล 19
3.3 ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล 21
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 21
บทที่ 4 ผลการวิจัย 25

ส่วนที่ 1 ข้อมูลด้านประชากรของผู้ที่ติดเชื้อในแต่ละรัฐ 26
ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านประชากรของผู้ที่ติดเชื้อในแต่ละเขต 27
ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์สมมติฐาน 28
ส่วนที่ 4 สมการการแพร่กระจายของโรค COVID-19 38
บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 41
5.1 อภิปรายผล 41
รายการอ้างอิง 44
ภาคผนวก ก แบบเสนอหัวข้อโครงงาน รายวิชา 2301399 Project Proposal ปีการศึกษา 2563 46
ภาคผนวก ข 50
ประวัติผู้เขียน 50

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บได้จากเว็บไซต์ coivdtracking.com..... 20
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์ Climate.gov.....20
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลส่วนที่ 3 - ส่วนที่ 5.....21
ตารางที่ 4.1 ตารางค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s Correlations).....29
ตารางที่ 4.2 ตาราง Tests of Between-Subjects Effects.....32
ตารางที่ 4.3 Parameter Estimates.....38

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 การแบ่งเขตประเทศตามลักษณะภูมิอากาศ 16
รูปที่ 3.1 ขั้นที่ 1 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable.....22
รูปที่ 3.2 ขั้นที่ 2 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable..... 23
รูปที่ 3.3 ขั้นที่ 3 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable..... 23
รูปที่ 3.4 ขั้นที่ 4 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable..... 24
รูปที่ 3.5 ขั้นที่ 5 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable..... 24
รูปที่ 3.6 ขั้นที่ 6 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable..... 25
รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบสัดส่วนของผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตในแต่ละเขต.....27

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุผลการวิจัย

เนื่องด้วยจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ครั้งนี้มีผู้ติดเชื้อประมาณ 48 ล้านคน และเสียชีวิต 1.2 ล้านคน จากประชากรโลกประมาณ 7,800 ล้านคน [1] โดยสาเหตุของการเสียชีวิตไม่ได้เกิดจากการติดเชื้อ COVID-19 โดยตรง แต่สาเหตุของการเสียชีวิตจะเกิดจากปัจจัยอื่นที่เกิดขึ้นโดยมิได้คาดหมาย เช่น ความพร้อมด้านสาธารณสุขของประเทศ นโยบายการรักษาพยาบาลและการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขของประเทศ เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากหลายประเทศที่มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากอันสืบเนื่องจากความไม่พร้อมด้านสาธารณสุขของประเทศ เช่น ประเทศอินเดีย และประเทศปากีสถาน เป็นต้น หรือการเสียชีวิตของประชาชนจำนวนมากอันเนื่องจากนโยบายการรักษาพยาบาลและการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขของประเทศไม่เอื้ออำนวยต่อประชากรอย่างชัดเจน เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น ทั้งนี้อัตราการเสียชีวิตของประชากรโลกได้ผ่านวงจรในระยะแรกเรียบร้อยแล้ว และได้วนกลับเข้าสู่ระยะที่สองของการเสียชีวิตเป็นที่เรียบร้อยแล้วในหลายประเทศทั่วโลกเนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีวัคซีนที่ป้องกันโรคนี้ได้แม้ว่าจะมีหลายประเทศพยายามคิดค้นวัคซีนในการรักษาอย่างเร่งด่วน ไม่ว่าจะเป็นประเทศจีน หรือประเทศสหรัฐอเมริกา [2] ผลของการระบาดอย่างต่อเนื่องนี้ทำให้เกิดผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของผู้คน และภาวะเศรษฐกิจของชาติได้อย่างมากมายในหลากหลายด้าน

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของประเด็นการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 จึงมีความประสงค์ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของโรค และโมเดลที่ใช้ประมาณการจำนวนผู้ติดเชื้อในแต่ละพื้นที่ เพื่อช่วยให้ผู้บริหารแต่ละพื้นที่สามารถวางแผนรับมือกับการระบาดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น อันจะส่งให้ผลกระทบเชิงลบที่เกิดต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์และเศรษฐกิจลดลงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19
2. ศึกษาโมเดลการแพร่กระจายของโรค COVID-19

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ข้อมูลการแพร่ระบาดจะใช้ข้อมูลของ ประเทศอเมริกา ในช่วงเวลาตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 31 ธันวาคม 2563 ที่ได้จากหน่วยงาน Centers of Disease Control and Prevention ของประเทศสหรัฐอเมริกา [3]
2. ข้อมูลประกอบการพิจารณาต่าง ๆ เช่น ข้อมูลสภาพอากาศ จะเป็นข้อมูลของหน่วยงาน U.S. Climate Data เท่านั้น [4]

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโรค COVID-19 และปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการแพร่กระจายของโรค
2. กำหนดตัวแปรที่สำคัญในการแพร่ระบาดของโรค COVID-19
3. รวบรวม ตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูล
4. แปลผล สรุปผล และเขียนรายงานรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้มีดังนี้

สำหรับผู้ที่อ่านงานวิจัยนี้

1. ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ระบาดของโรค COVID-19
2. ทราบถึงสมการที่ใช้ประมาณผู้ติดเชื้อในการแพร่ระบาดครั้งต่อไป
3. นำข้อมูลไปปรับใช้ให้องค์ความรู้และประยุกต์แก่บุคคลทั่วไป

สำหรับผู้ทำโครงงานวิจัยนี้

1. เรียนรู้วิธีการคำนวณหาค่าทางสถิติ
2. เรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูล ปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบกับประเด็นที่เราสนใจ

1.6 โครงสร้างของรายงาน

บทที่ 2 จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะประกอบไปด้วย วรรณกรรมและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีการวิจัย ซึ่งจะประกอบไปด้วย การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วิธีการเก็บข้อมูล การนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ผล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4 จะกล่าวถึงผลการวิจัย ซึ่งจะประกอบไปด้วย ข้อมูลทางด้านประชากรของผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ ข้อมูลทางด้านประชากรของผู้ติดเชื้อในแต่เขต การวิเคราะห์สมมติฐาน และสมการการแพร่กระจายโรค COVID-19

บทที่ 5 จะกล่าวถึงข้อสรุป และข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยเรื่อง “การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19” ได้ศึกษาบทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

COVID-19 (Coronavirus disease starting in 2019) หมายถึง โรคติดต่อซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาชนิดที่มีการค้นพบล่าสุด ไวรัสและโรคอุบัติใหม่นี้ไม่เป็นที่รู้จักเลยก่อนที่จะมีการระบาดในเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีนในเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019 ขณะนี้โรค COVID-19 มีการระบาดใหญ่ไปทั่วส่งผลกระทบแก่หลายประเทศทั่วโลก [5]

โดยความอันตรายจากโรค COVID-19 ไม่ได้มีผลจากโรคเพียงอย่างเดียว แต่อีกทั้งมียอดผู้ติดเชื้อเกินความสามารถในการรักษาของแพทย์และเมื่อผู้ติดเชื้อไวรัสมีอาการเชื้อลงไปที่ปอดในการรักษาแพทย์จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องพยุงการทำงานของปอดและหัวใจ ซึ่งอุปกรณ์นี้เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นและมีจำนวนจำกัดในแต่ละพื้นที่ทำให้ผู้ติดเชื้อบางรายได้รับการรักษาที่ไม่ดีพอ เป็นเหตุผลทำให้มียอดผู้เสียชีวิตเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ควรจะเป็น [6]

เนื่องจากการศึกษาวิจัยนี้จะดำเนินการโดยใช้ข้อมูลของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาข้อมูลการแบ่งเขตปกครองของประเทศและค้นพบข้อมูลดังต่อไปนี้

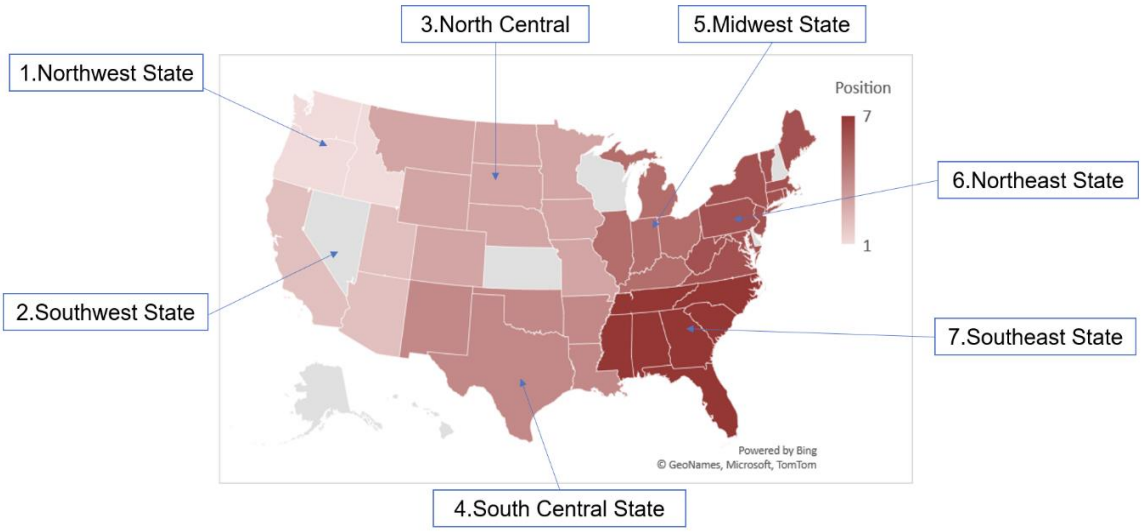
ประเทศสหรัฐอเมริกาแบ่งการปกครองออกเป็นรัฐ แต่ละรัฐถือเป็นหน่วยการปกครองส่วนท้องถิ่นของสหรัฐอเมริกาซึ่งมีอธิปไตยในการปกครองตนเองร่วมกับรัฐบาลกลาง ประกอบด้วยรัฐทั้งหมด 50 รัฐ ได้แก่

อลาบามา (Alabama)	อลาสกา (Alaska)
อริโซนา (Arizona)	อาคันซัส (Arkansas)
แคลิฟอเนีย (California)	โคโรลาโด (Colorado)
คอนเน็กติคัต (Connecticut)	เดละแวร์ (Delaware)
ฟลอริดา (Florida),	จอร์เจีย (Georgia)
ฮาไวน์ (Hawaii)	ไอดาโฮ (Idaho)
อิลินอยส์ (Illinois)	อินเดียนา (Indiana)
ไอโอวา (Iowa)	แคนซัส (Kansas)
เคนทัคกี (Kentucky)	หลุยส์เซียนา (Louisiana)

เมนน์ (Maine)	แมรี่แลนด์ (Maryland)
แมสสาชูเซทส์ (Massachusetts)	มิชิแกน (Michigan)
มินนิโซตา (Minnesota)	มิสสิสิบปี (Mississippi)
มิซซูรี่ (Missouri)	มอนทานา (Montana)
เนบราสกา (Nebraska)	เนวาดา (Nevada)
นิวแฮมเชียร์ (New Hampshire)	นิวเจอร์ซี่ (New Jersey)
นิวแมกซิโก (New Mexico)	นิวยอร์ก (New York)
นอร์ธ คาโรไลนา (North Carolina)	นอร์ธ ดาโกทา (North Dakota)
โอไฮโอ (Ohio)	โอกลาโฮมา (Oklahoma)
โอรีกอน (Oregon)	เพนซิลวาเนีย (Pennsylvania)
โรดไอแลนด์ (RhodeIsland)	เซาว์ท คาโรไลนา (South Carolina)
เซาว์ท ดาโกทา (South Dakota)	เทนเนสสี (Tennessee)
เท็กซัส (Texas)	ยูทา (Utah)
เวอร์มอนท์ (Vermont)	เวอร์จิเนีย (Virginia)
วอชิงตัน (Washington)	เวสต์ เวอร์จิเนีย (WestVirginia)
วิสคอนสิน (Wisconsin)	ไวโอมิง (Wyoming)

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่กว้างขวาง จึงทำให้ภูมิอากาศแตกต่างกัน ดังนั้นรัฐเหล่านี้จะถูกแบ่งเป็น 7 เขตตามลักษณะของภูมิอากาศ ดังนี้ (ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ)

1. Northwest State ประกอบไปด้วยรัฐ Washington, Oregon, Idaho
2. Southwest State ประกอบไปด้วยรัฐ California, Nevada, Utah, Arizona
3. North Central State ประกอบไปด้วยรัฐ Montana, Wyoming, Colorado, North Dakota, South Dakota, Nebraska, Kansas, Minnesota, Iowa, Missouri
4. South Central State ประกอบไปด้วยรัฐ New Mexico, Oklahoma, Arkansas, Texas, Louisiana
5. Midwest State ประกอบไปด้วยรัฐ Wisconsin, Illinois, Michigan, Indiana, Ohio, Kentucky
6. Northeast State ประกอบไปด้วยรัฐ New Hampshire, Vermont, New York, Pennsylvania, West Virginia, Virginia, Maine, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut, New Jersey, Delaware, Maryland, District of Columbia
7. Southeast State ประกอบไปด้วยรัฐ Tennessee, North Carolina, South Carolina, Mississippi, Alabama, Georgia, Florida



รูปที่ 2.1 การแบ่งเขตประเทศตามลักษณะภูมิอากาศ

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาฤดูกาลของสหรัฐอเมริกา และพบว่า ฤดูกาลของสหรัฐอเมริกาแบ่งออกได้ 4 ฤดูกาล ได้แก่

1. ฤดูร้อน (Summer) โดยจะมีเวลาช่วง มิถุนายน – สิงหาคม
2. ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn) โดยจะมีเวลาช่วง กันยายน – พฤศจิกายน
3. ฤดูหนาว (Winter) โดยจะมีเวลาช่วง ธันวาคม – กุมภาพันธ์
4. ฤดูใบไม้ผลิ (Spring) โดยจะมีเวลาช่วง มีนาคม – พฤษภาคม

2.2 บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากโรค COVID-19 เป็นโรคอุบัติใหม่ ดังนั้นบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงไม่ปรากฏในช่วงการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เท่าที่ควร แต่ผู้ศึกษาวิจัยสามารถค้นพบงานวิจัยของ Hongchao Qi และคณะ (2563) ซึ่งได้วิจัยเรื่อง การแพร่กระจายโรค COVID-19 ในจีนแผ่นดินใหญ่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิและความชื้น: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิ และความชื้นส่งผลต่อการแพร่กระจายโรค COVID-19

2.3 โมเดล Multiple Regression with Categorical Variable

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยใช้ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หรือตัวแปรพยากรณ์ (Predictor) อย่างน้อยหนึ่งตัวไปพยากรณ์ หรืออธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ถ้าการวิเคราะห์การถดถอยประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ 1 ตัว สำหรับพยากรณ์ตัวแปรตาม 1 ตัว ซึ่งวัดเป็นค่าในเชิงปริมาณ เรียกว่า การวิเคราะห์การ ถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) แต่ถ้าใช้ตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว พยากรณ์ตัวแปรตามที่วัดในเชิง ปริมาณ 1 ตัว เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยพหุ (Multiple Regression)

ตัวแปร (Variable) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variable) เป็นตัวแปรที่สามารถวัดค่าได้ เช่น คะแนนจากการสอบนักเรียน น้ำหนัก อายุ เป็นต้น ตัวแปรอีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ ตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative Variable) เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถ วัดค่าได้ เช่น เพศ อาชีพ วิธีสอน เป็นต้น โดยที่ตัวแปรเหล่านี้ก็มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามเช่นกัน

โดยโมเดลการวิเคราะห์ของผู้วิจัยได้พิจารณาตัวแปรทั้ง 2 ประเภท สามารถกระทำ ได้โดยจัดกระทำตัวแปรดังกล่าวให้เป็นตัวแปรจัดประเภท (Categorical Variable)

2.4 นิยามศัพท์

ตัวแปรที่จะใช้อ้างอิงในการวิจัยเพื่อหาโมเดลการแพร่กระจายของโรค COVID-19 ที่เหมาะสมมีดังต่อไปนี้

1. New case หมายถึง จำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่ในแต่ละวันที่เกิดขึ้นในแต่ละรัฐ
2. Cumulative cases หมายถึง จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมตั้งแต่มีการเริ่มระบาดในแต่ละรัฐ
3. New death หมายถึง จำนวนผู้เสียชีวิตที่มีสาเหตุมาจากโรค COVID-19 ในแต่ละวันที่เกิดขึ้นในแต่ละรัฐ
4. Cumulative death หมายถึง จำนวนผู้เสียชีวิตที่มีสาเหตุมาจากโรค COVID-19 สะสมตั้งแต่มีการเริ่มระบาดของโรค
5. ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน หมายถึง ค่าอุณหภูมิสูงสุดและค่าอุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวันรวมกันแล้วหารด้วยสอง
6. ความหนาแน่นของประชากร หมายถึง จำนวนประชากรต่อหน่วยพื้นที่

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของโครงการนี้ คือ การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19 ดังนั้น ผู้ศึกษาได้กำหนดระเบียบวิธีการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ คือ

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ขอบเขตของประชากร

เนื่องจากการศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19 ร่วมกับข้อมูลที่สามารถหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงจะใช้จำนวนผู้ติดเชื้อและจำนวนประชากรของประเทศอเมริกาเป็นจำนวนทั้งสิ้น 44 รัฐ ได้แก่

อลาบามา (Alabama)	อลาสกา (Alaska)
อริโซนา (Arizona)	อาคันซัส (Arkansas)
แคลิฟอเนีย (California)	โคโรลาโด (Colorado)
คอนเน็กติคัต (Connecticut)	ฟลอริดา (Florida)
จอร์เจีย (Georgia)	ไอดาโฮ (Idaho)
อิลินอยส์ (Illinois)	อินเดียนา (Indiana)
ไอโอวา (Iowa)	แคนซัส (Kansas)
หลุยส์เซียนา (Louisiana)	เมนน์ (Maine)
แมรี่แลนด์ (Maryland)	แมสสาชูเซทส์ (Massachusetts)
มิชิแกน (Michigan)	มินนิโซตา (Minnesota)
มิสสิสิบปี (Mississippi)	มิซซูรี่ (Missouri)
มอนทานา (Montana)	เนบราสกา (Nebraska)
นิวเจอร์ซี่ (New Jersey)	นิวแมกซิโก (New Mexico)
นิวยอร์ก (New York)	นอร์ธ คาโรไลนา (North Carolina)
นอร์ธ ดาโกทา (North Dakota)	โอไฮโอ (Ohio)
โอกลาโฮมา (Oklahoma)	โอรีกอน (Oregon)
เพนซิลวาเนีย (Pennsylvania)	โรดไอแลนด์ (RhodeIsland)
เซาว์ท คาโรไลนา (South Carolina)	เซาว์ท ดาโกทา (South Dakota)
เทนเนสสี (Tennessee)	เท็กซัส (Texas)

ยูทา (Utah)	เวอร์มอนท์ (Vermont)
เวอร์จิเนีย (Virginia)	วอชิงตัน (Washington)
เวสต์ เวอร์จิเนีย (WestVirginia)	ไวโอมิง (Wyoming)

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่กว้างขวาง จึงทำให้ภูมิอากาศแตกต่างกัน ดังนั้นรัฐเหล่านี้จะถูกแบ่งเป็น 7 เขตตามลักษณะภูมิอากาศ ดังนี้

1. Northwest State จะประกอบด้วย Washing, Oregon, Idaho
2. Southwest State จะประกอบด้วย California, Utah, Arizona
3. North Central State จะประกอบด้วย Colorado, Iowa, Minnesota, Missouri, Montana, Nebraska, North Dakota, South Dakota, Wyoming
4. South Central State จะประกอบด้วย Arkansas, Louisiana, New Mexico, Oklahoma, Texas
5. Midwest State จะประกอบด้วย Illinois, Indiana, Kentucky, Michigan, Ohio
6. Northeast State จะประกอบด้วย Connecticut, Maine, Maryland, Massachusetts, New Jersey, New York, Pennsylvania, Rhode Island, Vermont, Virginia, West Virginia
7. Southeast State จะประกอบด้วย Alabama, Florida, Georgia, Mississippi, North Carolina, South Carolina, Tennessee

3.2 กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล

3.2.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ส่วนที่ 1 รวบรวมข้อมูลการแพร่ระบาดและการเสียชีวิตรายวันของแต่ละรัฐ

ข้อมูลที่ใช้จะเก็บจากเว็บไซต์ coivdtracking.com ซึ่งเป็นขององค์กร The atlantic จะเก็บข้อมูลจำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่ต่อวัน ผู้ติดเชื้อสะสม ผู้เสียเสียชีวิตจากโรค COVID-19 ต่อวัน ผู้เสียชีวิตสะสม ของแต่รัฐ ซึ่งจะเก็บข้อมูตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2563 (เรียกดู ณ วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2564) ตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บได้แสดงดัง **ตารางที่ 3.1**

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บได้จากเว็บไซต์ coivdtracking.com

Date	State	New_cases	Cumulative_cases	New_deaths	Cumulative_deaths
1/6/2020	Alabama	461	18075	15	646
2/6/2020	Alabama	279	18354	5	651
3/6/2020	Alabama	200	18554	2	653
4/6/2020	Alabama	212	18766	0	653
5/6/2020	Alabama	307	19073	23	676
6/6/2020	Alabama	636	19709	13	689
7/6/2020	Alabama	457	20166	3	692
8/6/2020	Alabama	424	20590	26	718
9/6/2020	Alabama	481	21071	11	729
10/6/2020	Alabama	555	21626	15	744

ส่วนที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภูมิอากาศรายวันของแต่ละรัฐ

ข้อมูลที่ใช้จะเก็บจากเว็บไซต์ Climate.gov ของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา (เรียกดู ณ วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564) ดังแสดงใน **ตารางที่ 3.2** ซึ่งมีข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

1. อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวันของแต่ละรัฐ (TMAX)
2. อุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวันของแต่ละรัฐ (TMIN)
3. ค่าหยาดน้ำฟ้าในแต่ละวันของแต่ละรัฐ (PRCP)
4. แรงลมเฉลี่ยในแต่ละวันของแต่ละรัฐ (AWND)

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์ Climate.gov

Date	State	TMAX	TMIN	TAVG	GT	PRCP	AWND
1/6/2020	Alabama	89	68	79	75-80	0	6.26
2/6/2020	Alabama	89	69	78	75-80	0	3.58
3/6/2020	Alabama	91	70	79	75-80	0	4.47
4/6/2020	Alabama	93	71	82	80-85	0.18	6.26
5/6/2020	Alabama	87	71	77	75-80	0.27	6.93
6/6/2020	Alabama	88	74	78	75-80	0	14.54
7/6/2020	Alabama	90	76	81	80-85	1.34	11.41
8/6/2020	Alabama	92	75	80	80-85	0.77	7.38
9/6/2020	Alabama	89	74	81	80-85	1.06	7.16
10/6/2020	Alabama	87	66	78	75-80	0	6.49

ส่วนที่ 3 รวบรวมข้อมูลจำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากรในแต่ละรัฐ

ส่วนที่ 4 แบ่งช่วงฤดูกาลในแต่ละรัฐว่าในแต่ละเดือนอยู่ในฤดูใดบ้าง

ส่วนที่ 5 แบ่งเขตที่อยู่ของแต่ละรัฐเป็น 7 เขต ตามที่กำหนด

ตัวอย่างข้อมูลที่กล่าวในส่วนที่ 3 – 5 ดังแสดงใน **ตารางที่ 3.3**

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลส่วนที่ 3 - ส่วนที่ 5

Date	State	Position	Season	Populaton	Density
1/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
2/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
3/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
4/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
5/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
6/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
7/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
8/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
9/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427
10/6/2020	Alabama	7	1	4934190	97.427

3.3 ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดเข้ารหัสข้อมูลเพื่อความสะดวกต่อการคำนวณ
2. นำข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel เข้าสู้โปรแกรม SPSSv22.0

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล และแปลงค่าข้อมูลโดยการลงรหัสบันทึกข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ได้แก่ SPSSv22.0, Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

3.4.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

ค่าสถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลได้จากผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด แล้วจะนำค่าเฉลี่ยมาใช้กับการหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน

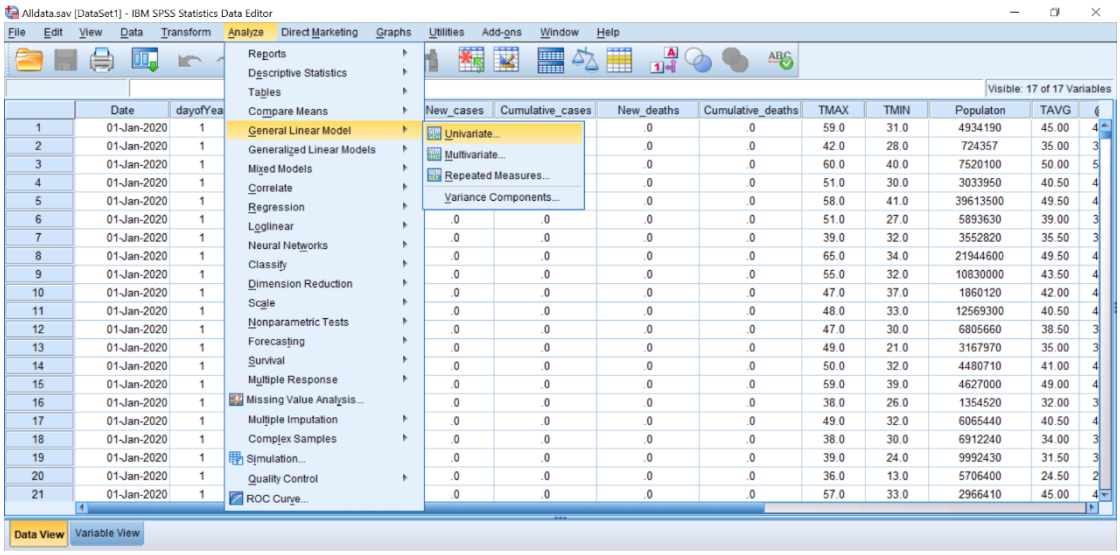
3.4.2 สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบสมมติฐาน ด้วยวิธี Multiple regression model with categorical variable ผ่านโปรแกรม SPSSv22.0 ทั้งนี้ ก่อนการดำเนินการหาโมเดลผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยกำหนดให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ (New case) และจำนวนผู้เสียชีวิตในแต่ละวัน (New death) เป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรต่าง ๆ ที่เก็บได้นอกจากสองตัวแปรนี้จะเป็นตัวแปรอิสระ คือ ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ จำนวนผู้ป่วยสะสม จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม จำนวนประชากรในแต่ละรัฐ อุณหภูมิเฉลี่ย ความเร็วลมเฉลี่ย ฤดูกาล ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละรัฐ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระจะใช้ค่า Pearson's correlation ซึ่งนอกจากจะดูค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแล้ว ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันได้อีกด้วย ซึ่งถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable

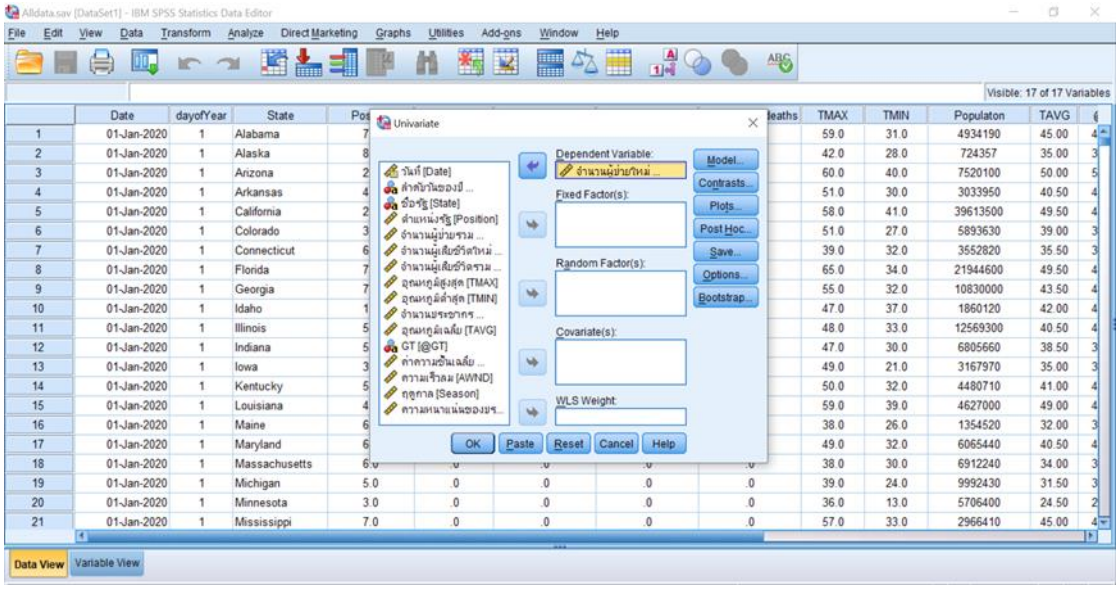
3.4.2.1 วิธีการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable ด้วย SPSSv22.0

รูปที่ 3.1 ขั้นที่ 1 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable



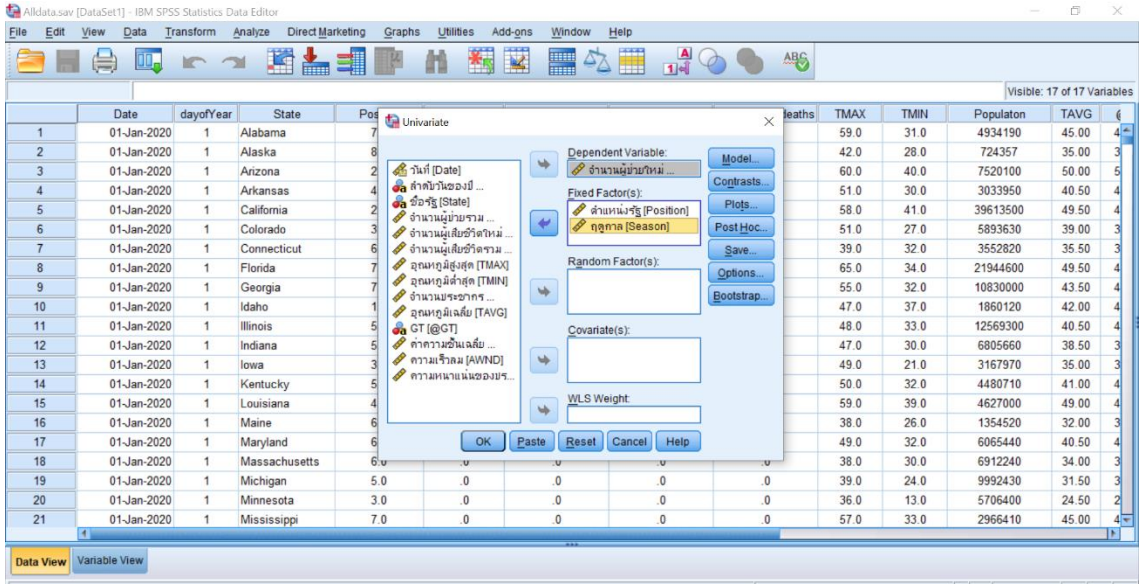
เลือก Analyze -> General Linear Model -> Univariate

รูปที่ 3.2 ขั้นที่ 2 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable



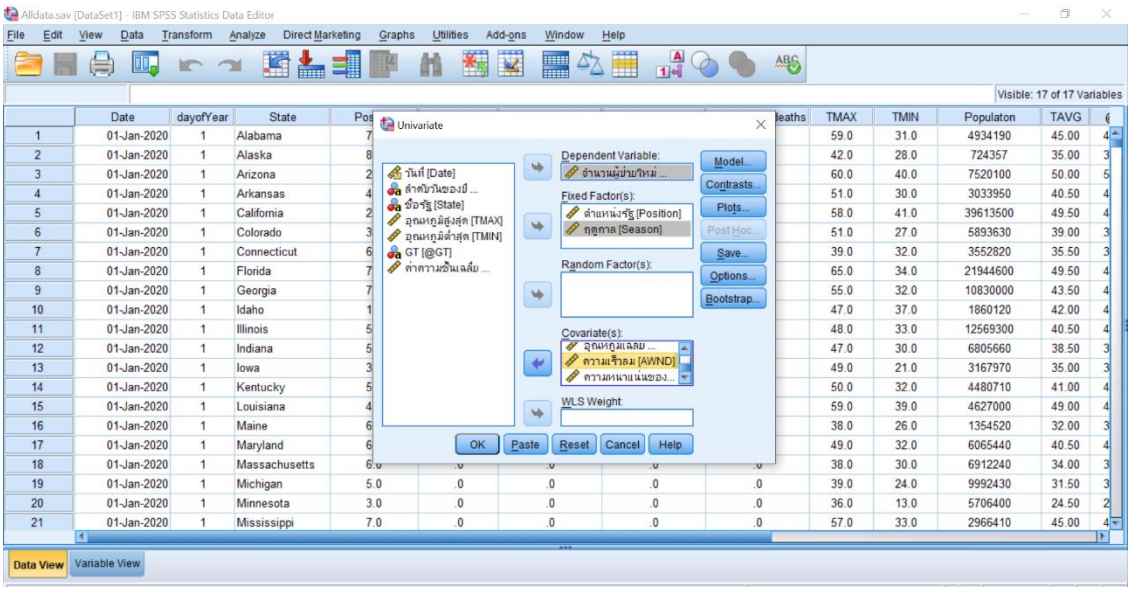
เลือกตัวแปรตามใส่ในช่อง Dependent Variable

รูปที่ 3.3 ขั้นที่ 3 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable



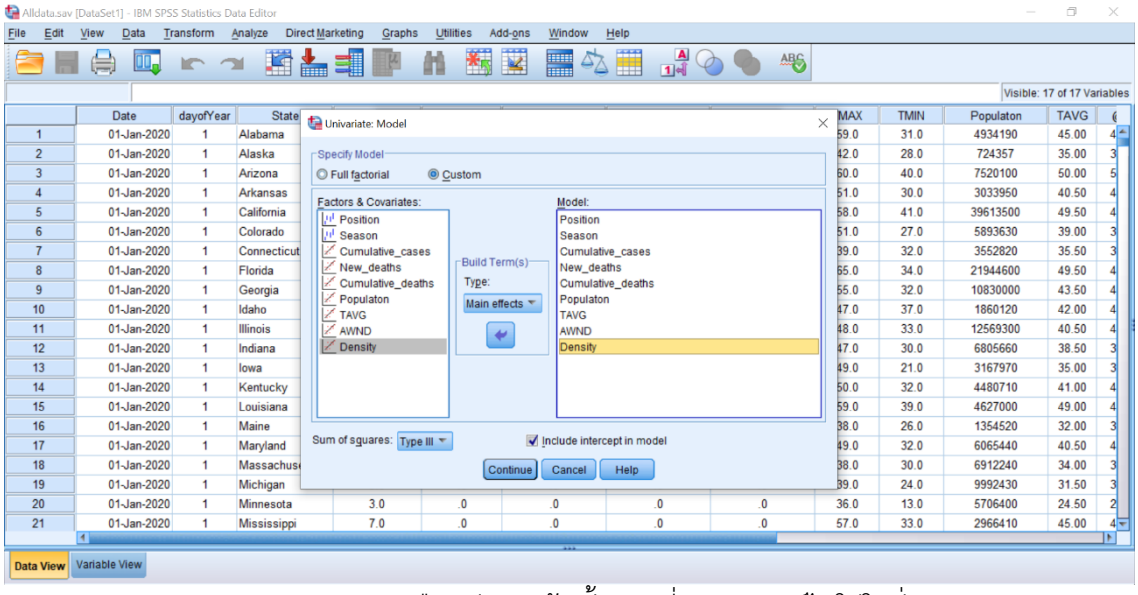
เลือกตัวแปรต้นที่มีลักษณะเป็นตัวแปรจัดประเภท(Categorical Variable) ใส่ในช่อง Fixed Factor

รูปที่ 3.4 ขั้นที่ 4 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable



เลือกตัวแปรต้นที่มีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variable) ไปใส่ในช่อง Covariate

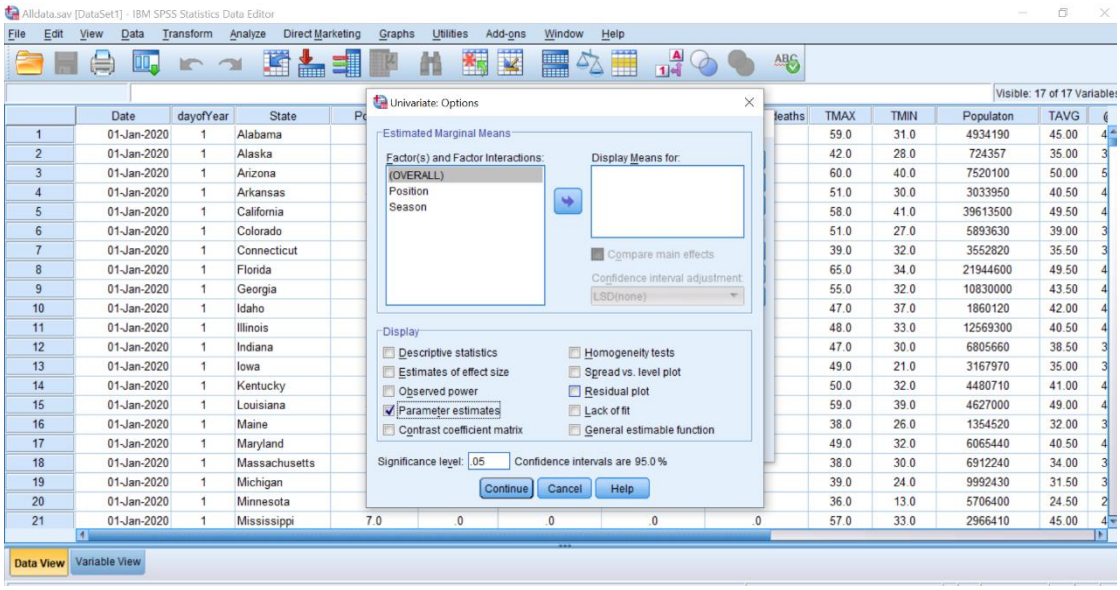
รูปที่ 3.5 ขั้นที่ 5 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable



กด Model -> Custom เลือกตัวแปรต้นทั้งหมดที่จะวิเคราะห์ไปใส่ในฝั่ง Model

และเลือก Type เป็น Main effects

รูปที่ 3.6 ขั้นที่ 6 ในการวิเคราะห์ Multiple regression model with categorical variable



กด Option เลือก Parameter estimates

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19 โดยกลุ่มประชากรของรัฐในสหรัฐอเมริกาจำนวน 44 รัฐ และภูมิอากาศรายวันของแต่ละรัฐ ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลภาพรวมด้านประชากรของผู้ติดเชื้อ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านประชากรของผู้ติดเชื้อในแต่ละเขต

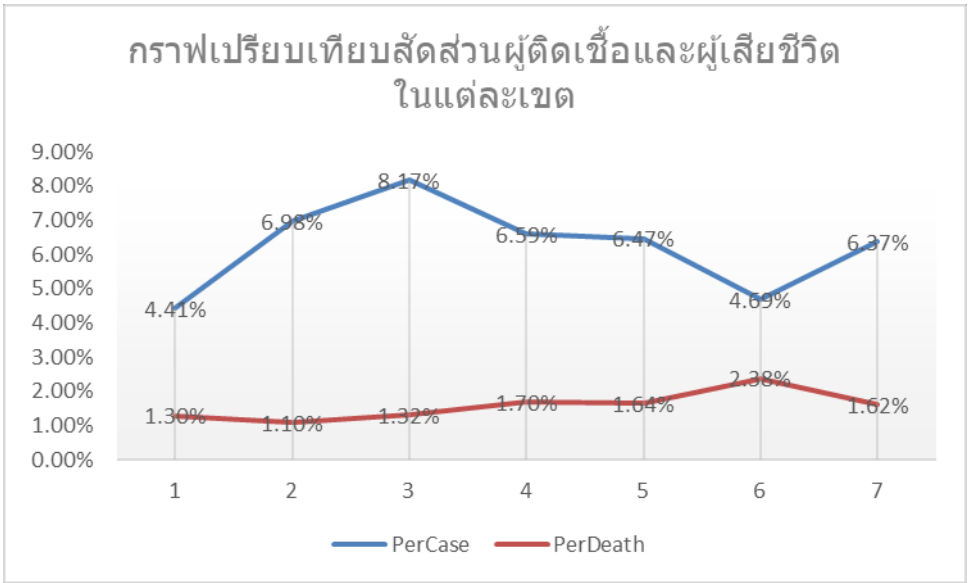
ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์สมมติฐาน

ส่วนที่ 4 สมการการแพร่ระบาดของโรค COVID-19

ส่วนที่ 1 ข้อมูลภาพรวมด้านประชากรของผู้ที่ติดเชื้อ

สัดส่วนของการติดเชื้อต่อประชากร สัดส่วนผู้เสียชีวิตต่อผู้ที่ติดเชื้อ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563 ถึง 31 ธันวาคม 2563 พบว่าจากประชากรทั้ง 44 รัฐ มีจำนวนทั้งหมด 314,904,870 ล้านคน มีผู้ติดเชื้อทั้งหมด 18,557,860 คน คิดเป็นร้อยละ 5.89 และเสียชีวิตทั้งหมด 322,405 คน คิดเป็นร้อยละ 1.74 โดยรัฐ North Dakota เป็นรัฐที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อสูงที่สุด โดยมีสัดส่วนการติดเชื้อภายในรัฐอยู่ที่ร้อยละ 12.01 และรัฐ Vermont เป็นรัฐที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อต่ำที่สุด โดยมีสัดส่วนการติดเชื้อภายในรัฐอยู่ที่ร้อยละ 1.19

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านประชากรของผู้ที่ติดเชื้อในแต่ละเขต



รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบสัดส่วนของผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตในแต่ละเขต

จาก **รูปที่ 4.1** พบว่าสัดส่วนผู้ติดเชื้อและสัดส่วนผู้เสียชีวิตในแต่ละเขตมีความแตกต่างกัน โดยในเขตที่ 3 (North Central State) มีสัดส่วนการติดเชื้อที่สูงที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 8.17 และในเขตที่ 6 (Northeast State) มีสัดส่วนการเสียชีวิตที่สูงที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 2.38

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์สมมติฐาน

การหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยต้องการที่จะวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม คือ จำนวนผู้ป่วยรายใหม่ กับ ตัวแปรต้นต่าง ๆ โดยที่มีการกำหนดให้ตัวแปรต้นมีดังนี้

1. ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ
2. จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม
3. จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม
4. จำนวนประชากรในแต่ละรัฐ
5. อุณหภูมิเฉลี่ย
6. ความเร็วลมเฉลี่ย
7. ฤดูกาล
8. ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละรัฐ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ภายใต้ตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ผลของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันแสดงใน **ตารางที่ 4.1**

ตารางที่ 4.1 ตารางค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlations)

Correlations

		จำนวนผู้ป่วยใหม่	จำนวนผู้เสียชีวิตใหม่	ตำแหน่งรัฐ	จำนวนผู้ป่วยรวม	จำนวนผู้เสียชีวิตรวม	จำนวนประชากร	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความเร็วลม	ฤดูกาล	ความหนาแน่นของประชากร
จำนวนผู้ป่วยใหม่	Pearson Correlation	1	.570**	.028**	.789**	.547**	.446**	-.007	-.065**	-.079**	.060**
	Sig. (2-tailed)		0.000	.000	0.000	0.000	0.000	.372	.000	.000	.000
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738
จำนวนผู้เสียชีวิตใหม่	Pearson Correlation	.570**	1	.099**	.498**	.436**	.387**	.039**	-.007	.046**	.158**
	Sig. (2-tailed)	0.000		.000	0.000	0.000	0.000	.000	.390	.000	.000
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738
ตำแหน่งรัฐ	Pearson Correlation	.028**	.099**	1	.074**	.185**	.055**	.098**	-.139**	.020*	.400**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.011	0.000
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738
จำนวนผู้ป่วยรวม	Pearson Correlation	.789**	.498**	.074**	1	.821**	.538**	.041**	-.111**	-.145**	.111**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	.000		0.000	0.000	.000	.000	.000	.000
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738
จำนวนผู้เสียชีวิตรวม	Pearson Correlation	.547**	.436**	.185**	.821**	1	.503**	.114**	-.113**	-.203**	.339**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	.000	0.000		0.000	.000	.000	.000	0.000
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738
จำนวนประชากร	Pearson Correlation	.446**	.387**	.055**	.538**	.503**	1	.168**	-.121**	.001	.152**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	.000	0.000	0.000		.000	.000	.856	.000
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738
อุณหภูมิเฉลี่ย	Pearson Correlation	-.007	.039**	.098**	.041**	.114**	.168**	1	-.152**	-.523**	-.002
	Sig. (2-tailed)	.372	.000	.000	.000	.000	.000		.000	0.000	.779
	N	15729	15729	15729	15729	15729	15729	15729	15720	15729	15729
ความเร็วลม	Pearson Correlation	-.065**	-.007	-.139**	-.111**	-.113**	-.121**	-.152**	1	.170**	-.051**
	Sig. (2-tailed)	.000	.390	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	15724	15724	15724	15724	15724	15724	15720	15724	15724	15724
ฤดูกาล	Pearson Correlation	-.079**	.046**	.020*	-.145**	-.203**	.001	-.523**	.170**	1	.001
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.011	.000	.000	.856	0.000	.000		.912
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738
ความหนาแน่นของประชากร	Pearson Correlation	.060**	.158**	.400**	.111**	.339**	.152**	-.002	-.051**	.001	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	0.000	.000	0.000	.000	.779	.000	.912	
	N	15738	15738	15738	15738	15738	15738	15729	15724	15738	15738

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

จาก **ตารางที่ 4.1** จะพบว่า

ผู้ติดเชื้อรายใหม่ มีความสัมพันธ์กับ จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม จำนวนประชากรในแต่ละรัฐ ความเร็วลมเฉลี่ย ฤดูกาลในเวลานั้นๆ และ ความหนาแน่นของประชากรในรัฐนั้นๆ

โดยที่ฤดูกาลมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ย จึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ทางอ้อมกับจำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่

ดังนั้นผู้ติดเชื้อรายใหม่จะมีความสัมพันธ์ทางตรงกับจำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม จำนวนประชากรในแต่ละรัฐ ความเร็วลมเฉลี่ย ฤดูกาลในเวลานั้นๆ และ ความหนาแน่นของประชากรในรัฐนั้นๆ และมีความสัมพันธ์ทางอ้อมกับอุณหภูมิเฉลี่ย

<u>การวิเคราะห์โมเดล</u>

เนื่องจากข้อมูลที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้วิเคราะห์ ผู้วิจัยได้แบ่งตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละรัฐและฤดูกาลของแต่ละช่วงเวลาเป็นหมวดหมู่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะใช้ Regression model with categorical dependent variable ในการวิเคราะห์สมมติฐาน เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ผู้วิจัยได้รวมรวบมา โดยสมมติฐานมีทั้งหมด 9 ข้อดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละรัฐที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0: ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : ฤดูกาลที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : ฤดูกาลที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 3 จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 4 จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 5 จำนวนผู้เสียชีวิตสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : จำนวนผู้เสียชีวิตสะสมในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : จำนวนผู้เสียชีวิตสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 6 จำนวนประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : จำนวนประชากรที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : จำนวนประชากรที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 7 อุณหภูมิฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : อุณหภูมิเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรคCOVID-19

H_1 : อุณหภูมิฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 8 ความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : ความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : ความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

สมมติฐานข้อที่ 9 แรงลมเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_0 : แรงลมเฉลี่ยในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรคCOVID-19

H_1 : แรงลมเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลของการวิเคราะห์เพื่อหาสมการประมาณผู้ติดเชื้อรายใหม่ ด้วยวิธีที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ 3 แสดงใน **ตารางที่ 4.2**

ตารางที่ 4.2 ตาราง Tests of Between-Subjects Effects

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: จำนวนผู้ป่วยใหม่

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7.696E+10[a]	16	4810295624	2333.985	.000
Intercept	151492136.0	1	151492136.0	73.505	.000
Position	179281760.4	6	29880293.40	14.498	.000
Season	354343056.6	3	118114352.2	57.310	.000
Cumulative_cases	2.235E+10	1	2.235E+10	10844.814	.000
New_deaths	4220120951	1	4220120951	2047.629	.000
Cumulative_deaths	3480728842	1	3480728842	1688.871	.000
Populaton	28180458.12	1	28180458.12	13.673	.000
TAVG	199968856.6	1	199968856.6	97.026	.000
Density	45644973.52	1	45644973.52	22.147	.000
AWND	765342.351	1	765342.351	.371	.542
Error	3.236E+10	15703	2060979.554		
Total	1.309E+11	15720			
Corrected Total	1.093E+11	15719			

a. R Squared = .704 (Adjusted R Squared = .704)

จาก **ตารางที่ 4.2** จะพบว่าการทดสอบปัจจัยในการแพร่ระบาดโดยกำหนดตัวแปร ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ ฤดูกาลของแต่ละช่วงเวลา จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม ผู้เสียชีวิตรายใหม่ ผู้เสียชีวิตสะสม

จำนวนประชากร อุณหภูมิเฉลี่ย ความหนาแน่นของประชากร และแรงลมเฉลี่ย จะได้ค่า $R^2 = 70.4\%$ ของการแปรผันของจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ซึ่งอธิบายได้จากตัวแปรข้างต้น

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม ตำแหน่งที่ตั้ง (Position)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละรัฐที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละรัฐที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละรัฐที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม ฤดูกาล (Season)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : ฤดูกาลที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : ฤดูกาลที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

ฤดูกาลที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม (Cumulative Cases)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

จำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ (New Deaths)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรคCOVID-19

H_1 : จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม (Cumulative Deaths)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : จำนวนผู้เสียชีวิตสะสมในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : จำนวนผู้เสียชีวิตสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

จำนวนผู้เสียชีวิตสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม จำนวนประชากร (Population)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : จำนวนประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : จำนวนประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

จำนวนประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม อุณหภูมิเฉลี่ย (TAVG)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : อุณหภูมิเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : อุณหภูมิเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

อุณหภูมิเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม ความหนาแน่นของประชากร (Density)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : ความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : ความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.000 < α = 0.05

สรุปผล

ความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากตัวแปรร่วม แรงลมเฉลี่ย (AWND)

สมมติฐานที่ในการทดสอบ คือ

H_0 : แรงลมเฉลี่ยในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

H_1 : แรงลมเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

การพิจารณาค่า Sig จากตาราง Tests of Between-Subjects Effects

พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จะได้ค่า Sig = 0.542 > α = 0.05

สรุปผล

แรงลมเฉลี่ยในแต่ละวันไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

จากการทดสอบสมมติฐานทั้ง 9 ข้อ จะได้ว่าโมเดลที่ได้มีค่า $R^2 = 0.704$ แสดงว่า ความแม่นยำในการทำนายจำนวนผู้ป่วยใหม่คือ 70.4% ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถกำหนดตัวแปรที่จะไปสร้างสมการการแพร่กระจายของโรค COVID-19 ได้ดังนี้

1. ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละรัฐ
2. ฤดูกาลของแต่ละรัฐในช่วงวันนั้น ๆ
3. จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม
4. จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่
5. จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม
6. จำนวนประชากรในแต่ละรัฐ
7. อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละรัฐของวันนั้น ๆ
8. ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละรัฐ

ส่วนที่ 4 สมการการแพร่กระจายของโรค COVID-19

เนื่องจากตำแหน่งของรัฐมีทั้งสิ้น 7 ตำแหน่ง และฤดูกาลแบ่งได้เป็น 4 ฤดู ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ของตำแหน่งและฤดูกาลต่าง ๆ ภายในสมการสามารถหาได้ดัง **ตารางที่ 4.3** นี้

ตารางที่ 4.3 Parameter Estimates

Parameter Estimates

Dependent Variable: จำนวนผู้ป่วยใหม่

Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	387.622	78.550	4.935	.000	233.654	541.589
[Position=1.0]	73.188	54.002	1.355	.175	-32.663	179.038
[Position=2.0]	308.637	54.094	5.706	.000	202.605	414.668
[Position=3.0]	108.932	42.684	2.552	.011	25.266	192.598
[Position=4.0]	100.983	44.572	2.266	.023	13.618	188.349
[Position=5.0]	367.552	45.913	8.005	.000	277.557	457.547
[Position=6.0]	207.158	44.645	4.640	.000	119.648	294.668
[Position=7.0]	.000[a]	.	.	.	.	.
[Season=1]	433.331	40.606	10.672	.000	353.738	512.924
[Season=2]	-15.249	36.417	-.419	.675	-86.630	56.132
[Season=3]	-162.132	38.509	-4.210	.000	-237.614	-86.650
[Season=4]	.000[a]	.	.	.	.	.
Cumulative_cases	.013	.000	104.232	.000	.013	.013
New_deaths	13.264	.293	45.326	.000	12.691	13.838
Cumulative_deaths	-.202	.005	-41.112	.000	-.212	-.193
Populaton	.0000075	2.036E-6	3.664	.000	3.470E-6	1.145E-5
TAVG	-10.775	1.093	-9.860	.000	-12.918	-8.633
Density	.278	.058	4.788	.000	.164	.392

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

จาก **ตารางที่ 4.3** จะได้สมการถดถอยที่คำนวณด้วยวิธีการ Regression model with categorical dependent variable คือ

$$y = \tau_i + \tau_j + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + 387.622$$

โดย

y คือ จำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่ (คน)

τ_i คือ ค่าคงที่เมื่อตำแหน่งของรัฐนั้น ๆ อยู่ในเขตต่าง ๆ เมื่อ $i \in \{1,2,3,4,5,6,7\}$ โดยที่

$\tau_1 = 73.188$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในเขต Northwest State

$\tau_2 = 308.637$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในเขต Southwest State

$\tau_3 = 108.932$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในเขต North Central State

$\tau_4 = 100.983$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในเขต South Central

$\tau_5 = 367.552$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในเขต Midwest State

$\tau_6 = 207.158$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในเขต Northeast State

$\tau_7 = 0$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในเขต Southeast State

ซึ่งสามารถแปรผลได้ดังนี้

เนื่องจาก เขตที่ 7 (Southeast State) ถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรเปรียบเทียบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

สัมประสิทธิ์ $\tau_1 = 73.188$ มีความหมายว่า เขตที่ 1 (Northwest State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 73.188 ราย

สัมประสิทธิ์ $\tau_2 = 308.637$ มีความหมายว่าเขตที่ 2 (Southwest State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 308.637 ราย

สัมประสิทธิ์ $\tau_3 = 108.932$ มีความหมายว่า เขตที่ 3 (North Central State) จะมีผู้ที่ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 108.932 ราย

สัมประสิทธิ์ $\tau_4 = 100.983$ มีความหมายว่า เขตที่ 4 (South State) จะมีผู้ที่ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 100.983 ราย

สัมประสิทธิ์ $\tau_5 = 367.552$ มีความหมายว่า เขตที่ 5 (Midwest State) จะมีผู้ที่ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 367.552 ราย

สัมประสิทธิ์ $\tau_6 = 207.158$ มีความหมายว่า เขตที่ 6 (Northeast State) จะมีผู้ที่ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 207.158 ราย

τ_j คือ ค่าคงที่เมื่อฤดูกาลของรัฐนั้น ๆ อยู่ในฤดูกาลต่าง ๆ เมื่อ $j\epsilon\ \{1,2,3,4\}$

โดยที่

$\tau_1 = 433.331$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในฤดูกาล Summer

$\tau_2 = -15.249$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในฤดูกาล Autumn

$\tau_3 = -162.132$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในฤดูกาล Winter

$\tau_4 = 0$ เมื่อรัฐที่คำนวณอยู่ในฤดูกาล Spring

ซึ่งสามารถแปรผลได้ดังนี้

เนื่องจาก ฤดูกาลที่ 4 (Spring) ถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรเปรียบเทียบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

สัมประสิทธิ์ $\tau_1 = 433.331$ มีความหมายว่า ฤดูกาลที่ 1 (Summer) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าฤดูกาลที่ 4 อยู่ 433.331 ราย

สัมประสิทธิ์ $\tau_2 = -15.249$ มีความหมายว่า ฤดูกาลที่ 2 (Autumn) จะมีผู้ได้รับเชื้อน้อยกว่าฤดูกาลที่ 4 อยู่ 15.249 ราย

สัมประสิทธิ์ $\tau_3 = -162.132$ มีความหมายว่า ฤดูกาลที่ 3 (Winter) จะมีผู้ได้รับเชื้อน้อยกว่าฤดูกาลที่ 4 อยู่ 162.132 ราย

β_1 คือ สัมประสิทธิ์ของจำนวนผู้ติดเชื้อสะสม โดยที่ $\beta_1 = 0.0.13$

β_2 คือ สัมประสิทธิ์ของจำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ โดยที่ $\beta_2 = 13.264$

β_3 คือ สัมประสิทธิ์ของจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม โดยที่ $\beta_3 = -0.202$

β_4 คือ สัมประสิทธิ์ของจำนวนประชากร โดยที่ $\beta_4 = 0.0000075$

β_5 คือ สัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน โดยที่ $\beta_5 = -10.775$

β_6 คือ สัมประสิทธิ์ของความหนาแน่นของประชากร โดยที่ $\beta_6 = 0.278$

x_1 คือ จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม (คน)

x_2 คือ จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ (คน)

x_3 คือ จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม (คน)

x_4 คือ จำนวนประชากรของรัฐนั้น ๆ (คน)

x_5 คือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวันของรัฐนั้น ๆ (องศาฟาเรนไฮต์)

x_6 คือ ความหนาแน่นของประชากรของรัฐนั้น ๆ (คนต่อตารางกิโลเมตร)

บทที่ 5
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุปการวิจัย เรื่องการศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19 โดยมีกลุ่มประชากรเป็นรัฐในสหรัฐอเมริกาจำนวน 44 รัฐ โดยใช้ข้อมูลการแพร่ระบาดและภูมิอากาศรายวันของแต่ละรัฐ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสถิติ โดยค่าสถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย Pearson's correlation และ Regression model with categorical dependent variable สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.1 อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา พบว่า ร้อยละของจำนวนผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตในแต่ละรัฐมีความแตกต่างกันในแต่ละรัฐ เมื่อจัดแบ่งรัฐต่าง ๆ เหล่านี้เป็น 7 เขตตามลักษณะภูมิประเทศ ก็ทำให้เห็นชัดขึ้นว่าในแต่ละเขตมีร้อยละของการติดเชื้อและเสียชีวิตที่แตกต่างกัน

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 1 พบว่าตำแหน่งที่ตั้งที่แตกต่างกันของแต่ละรัฐส่งผลต่อการแพร่กระจายโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 2 พบว่าฤดูกาลที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 3 พบว่าจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 4 พบว่าจำนวนผู้ติดผู้เสียชีวิตรายใหม่ที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 5 พบว่าจำนวนผู้เสียชีวิตสะสมที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 6 พบว่าจำนวนประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 7 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 8 พบว่าความหนาแน่นของประชากรที่แตกต่างกันในแต่ละรัฐมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานที่ 9 พบว่าแรงลมเฉลี่ยรายวันแตกต่างกันในแต่ละรัฐไม่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิจัยจะได้ว่าสมการ

$$y = \tau_i + \tau_j + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + 387.622$$

เป็นสมการที่ใช้ประมาณผู้ติดเชื้อในการแพร่ระบาด เนื่องจากค่า $R^2 = 70.4\%$ จึงสรุปได้ว่า 70.4% ของการแปรผันของจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ซึ่งสามารถอธิบายได้จากตัวแปรต่าง ๆ คือ ตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ ฤดูกาลของแต่ละช่วงเวลา จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม จำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ จำนวนผู้เสียชีวิตสะสม จำนวนประชากรในแต่ละรัฐ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และความหนาแน่นของประชากรในแต่ละรัฐ ทั้งนี้

ตัวแปรตำแหน่งที่ตั้งของรัฐ (τ_i) เป็นตัวแปรแบบหมวดหมู่ซึ่ง เขตที่ 7 (Southeast State) เป็นตัวแปรเปรียบเทียบ ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลโดยรวมจะได้ว่า เขตที่ 1 (Northwest State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 73.188 ราย เขตที่ 2 (Southwest State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่ากว่าเขตที่ 7 อยู่ 308.637 ราย เขตที่ 3 (North Central State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 108.932 ราย เขตที่ 4 (South State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 100.983 ราย เขตที่ 5 (Midwest State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 367.552 ราย และเขตที่ 6 (Northeast State) จะมีผู้ได้รับเชื้อมากกว่าเขตที่ 7 อยู่ 207.158 ราย

ตัวแปรฤดูกาลของรัฐนั้น ๆ ในแต่ละช่วงเวลา (τ_j) เป็นตัวแปรแบบหมวดหมู่ซึ่งจะใช้ฤดูกาลที่ 4 (Spring) เป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งฤดูกาลที่ 1 (Summer) จะมีผลกระทบของผู้ป่วยรายใหม่ในแต่ละวันมากกว่าฤดูกาลที่ 4 อยู่ 433.331 ราย ฤดูกาลที่ 2 (Autumn) จะมีผลกระทบของผู้ป่วยรายใหม่ในแต่ละวันน้อยกว่าฤดูกาลที่ 4 อยู่ 15.249 ราย และฤดูกาลที่ 3 (Winter) จะมีผลกระทบของผู้ป่วยรายใหม่น้อยกว่าฤดูกาลที่ 4 อยู่ 162.132 ราย

ตัวแปรจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมของรัฐนั้น ๆ (β_1) เมื่อมีผู้ติดเชื้อสะสมของรัฐเพิ่มขึ้น 1 คนจะคาดหวังจะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น 0.013 คน เมื่อกำหนดให้ตัวแปรต้นอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่า รัฐใดที่มีผู้ติดเชื้อสะสมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีโอกาสที่จะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น

ตัวแปรจำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่ของรัฐนั้น ๆ (β_2) เมื่อมีผู้เสียชีวิตรายใหม่เพิ่มขึ้น 1 คนจะคาดหวังจะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น 13.264 คน เมื่อกำหนดให้ตัวแปรต้นอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่า รัฐใดที่มีจำนวนผู้เสียชีวิตรายใหม่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีโอกาสที่จะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น

ตัวแปรจำนวนผู้เสียชีวิตสะสมของรัฐนั้น ๆ (β_3) เมื่อมีผู้เสียชีวิตสะสมของรัฐเพิ่มขึ้น 1 คนจะความหวังว่าจะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่ลดลง 0.202 คน เมื่อกำหนดให้ตัวแปรต้นอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่า รัฐใดที่มีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสมเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีโอกาสที่จะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่ลดลง

ตัวแปรจำนวนประชากรของแต่ละรัฐ (β_4) เมื่อมีจำนวนประชากรในแต่ละรัฐเพิ่มขึ้น 1 คน จะคาดหวังว่าจะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น 0.0000075 คน เมื่อกำหนดตัวแปรต้นอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่า รัฐใดที่มีจำนวนประชากรสูงส่งผลให้มีโอกาสที่จะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น

ตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันของรัฐ (β_5) เมื่อมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันเพิ่มขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ จะคาดหวังว่าจะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่ลดลง 10.775 คน เมื่อกำหนดตัวแปรต้นอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่า วันใดที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงส่งผลให้มีโอกาสที่จะมีจำนวนผู้ติดเชื้อลดลง

ตัวแปรความหนาแน่นของประชากรของรัฐนั้น ๆ (β_6) เมื่อรัฐใดมีความหนาแน่นของประชากรเพิ่มสูงขึ้น 1 คนต่อตารางกิโลเมตร จะคาดหวังว่าจะมีผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น 0.278 คน เมื่อตัวแปรต้นอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่า รัฐใดที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงส่งผลให้มีโอกาสที่จะมีจำนวนผู้ติดเชื้อรายใหม่เพิ่มขึ้น

บทสรุป

จากการทำงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้รู้ถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 โดยมีปัจจัยทางด้าน ตำแหน่งที่ตั้ง ฤดูกาล ความหนาแน่นของประชากร จำนวนประชากร และอุณหภูมิเฉลี่ย อีกทั้งได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ข้อมูลที่มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน บางครั้งสวนทางกับการคาดคะเนของผู้วิจัย ทำให้ได้เรียนรู้ว่าในบางครั้งสิ่งที่เราคาดว่ามีความสัมพันธ์ อาจจะไม่มีความสัมพัทธ์กับข้อเท็จจริงทางสถิติที่ปรากฏก็เป็นได้

ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาเพิ่มเติมในปัจจัยในหลาย ๆ ด้านนอกจากทางด้านภูมิอากาศและภูมิประเทศ เช่น ภูมิคุ้มกันของแต่ละชาติพันธุ์ ลักษณะด้านการใช้ชีวิต เป็นต้น เพื่อนำมาสร้างโมเดลที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น
2) ควรนำโมเดล Machine learning มาวิเคราะห์ต่อยอดจากโมเดลข้างต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณให้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

1 .world health organization. WHO Coronavirus Disease(COVID-19) [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard | WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard With Vaccination Data [5 พฤศจิกายน 2563]

2. วัคซีนโควิด-19 ความท้าทายและความคาดหวัง [ออนไลน์]. 2020,แหล่งที่มา : Hfocus.org เจาะลึกระบบสุขภาพ [5 พฤศจิกายน 2563]

3. The COVID tracking project [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : https://coivdtracking.com [16 มกราคม 2564]

4. U.S. Climate Data Climate.gov [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : https://Climate.gov [15 มกราคม 2564]

5. Coronavirus disease (COVID-19) questions and answers [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : Q&A on COVID-19 (who.int) [15 มกราคม 2564]

6 .โควิด-19 : ผู้ป่วยจะล้นจนหมออาจต้องเลือกรักษาในสหราชอาณาจักร - BBC News ไทย [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : https://www.bbc.com/thai/international-52185797

7.Hongchao Qi, COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138778 [5 พฤศจิกายน 2563]

8.ชวลิต ทับสีรัก. (2555) ตัวแปรเชิงคุณภาพกับการวิเคราะห์การถดถอย: วารสารการวัดผลการศึกษา ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 กรกฎาคม 2555, หน้า 31-42 , แหล่งที่มา : https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwikxIbG4NzwAhXC7HMBHY3gBUwQFjAAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.tcithaijo.org%2Findex.php%2Fjemmsu%2Farticle%2Fdownload%2F149166%2F109533&usg=AOvVaw0s0nHB3EvDM8ZuvV6EmvD4

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กลุ่มที่ 25

เอกสารนี้ได้รับการอนุมัติจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานแล้ว

ลงชื่อ .....

(วันที่ .....)

แบบเสนอหัวข้อโครงงาน รายวิชา 2301399 Project Proposal

ปีการศึกษา 2563

ชื่อโครงงาน (ภาษาไทย)	การศึกษาสมการที่เหมาะสมสำหรับการแพร่กระจายโรค COVID-19
ชื่อโครงงาน (ภาษาอังกฤษ)	Proper equation studies for spreading COVID-19 disease
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ภัทรสินี ภัทรโกศล
ผู้ดำเนินการ	1. พชรพล อโศกสกุล เลขประจำตัวนิสิต 6033528223
	สาขาวิชา คณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักการและเหตุผล

เนื่องด้วยจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ครั้งนี้มีผู้ติดเชื้อประมาณ 48 ล้านคน และเสียชีวิต 1.2 ล้านคน จากประชากรโลกประมาณ 7,800 ล้านคน โดยสาเหตุของการเสียชีวิตไม่ได้เกิดจากการติดเชื้อ COVID-19 โดยตรง แต่สาเหตุของการเสียชีวิตจะเกิดจากปัจจัยอื่นที่เกิดขึ้นโดยมิได้คาดหมาย เช่น ความพร้อมด้านสาธารณสุขของประเทศ นโยบายการรักษาพยาบาลและการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขของประเทศ เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากหลายประเทศที่มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากอันสืบเนื่องจากความไม่พร้อมด้านสาธารณสุขของประเทศ เช่น ประเทศอินเดีย และประเทศปากีสถาน เป็นต้น หรือการเสียชีวิตของประชาชนจำนวนมากอันเนื่องจากนโยบายการรักษาพยาบาลและการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขของประเทศไม่เอื้ออำนวยต่อประชากรอย่างชัดเจน เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น ทั้งนี้อัตราการเสียชีวิตของประชากรโลกได้ผ่านวงจรในระยะแรกเรียบร้อยแล้ว และได้วนกลับเข้าสู่ระยะที่สองของการเสียชีวิตเป็นที่เรียบร้อยแล้วในหลายประเทศทั่วโลก เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีวัคซีนที่ป้องกันโรคนี้ได้แม้ว่าจะมีหลายประเทศพยายามคิดค้นวัคซีนในการรักษา

อย่างเร่งด่วน ไม่ว่าจะเป็นประเทศจีน หรือประเทศสหรัฐอเมริกา ผลของการระบาดอย่างต่อเนื่องนี้ทำให้เกิดผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของผู้คน และภาวะเศรษฐกิจของชาติได้อย่างมากมายในหลากหลายด้าน

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของประเด็นการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 จึงมีความประสงค์ในการหาโมเดลที่ใช้ประมาณการจำนวนผู้ติดเชื้อในแต่ละพื้นที่ เพื่อช่วยให้ผู้บริหารแต่ละพื้นที่สามารถวางแผนรับมือกับการระบาดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น อันจะส่งให้ผลกระทบเชิงลบที่เกิดต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์และเศรษฐกิจลดลงได้

วัตถุประสงค์

1.กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของโรค COVID-19

2.กำหนดโมเดลการแพร่กระจายของโรค COVID-19

ขอบเขตของโครงงาน

3. ข้อมูลการแพร่ระบาดจะใช้ข้อมูลของ ประเทศอเมริกา ในช่วงเวลาตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2563 ถึง 31 ธันวาคม 2563 ที่ได้จากหน่วยงาน Centers of Disease Control and Prevention ของประเทศสหรัฐอเมริกา
4. ข้อมูลประกอบการพิจารณาต่าง ๆ เช่น ข้อมูลสภาพอากาศ จะเป็นข้อมูลของหน่วยงาน U.S. Climate Data เท่านั้น

วิธีการดำเนินงาน

5. ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโรค COVID-19 และปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการแพร่ระบาด
6. กำหนดตัวแปรที่สำคัญในการแพร่ระบาดของโรค COVID-19
7. รวบรวม ตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูล
8. แปลผล สรุปผล และเขียนรายงานรายงาน

ขั้นตอน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโรค COVID-19 และปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อการแพร่ระบาด									
2.กำหนดตัวแปรที่สำคัญในการแพร่ระบาดของโรค COVID-19									
3.รวบรวม ตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูล									
4.แปลผล สรุปผล และเขียนรายงานรายงาน									

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สำหรับผู้ที่อ่านงานวิจัยนี้

1. ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ระบาดของโรค COVID-19
2. ทราบถึงสมการที่ใช้ประมาณผู้ติดเชื้อในการแพร่ระบาดครั้งต่อไป
3. นำข้อมูลไปปรับใช้ ให้องค์ความรู้และประยุกต์แกบุคคลทั่วไป

สำหรับผู้ทำโครงงานวิจัยนี้

1. เรียนรู้วิธีการคำนวณหาค่าทางสถิติ
2. เรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูล ปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบกับประเด็นที่เราสนใจ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. คอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม SPSS
3. โปรแกรม Microsoft เช่น Microsoft word, Microsoft Excel

งบประมาณ

1.	กระดาษ A4	500 บาท
2.	ปริ้นเอกสาร	1000 บาท
3.	เข้าเล่มเอกสาร	1000 บาท
	รวม	2500 บาท

เอกสารอ้างอิง

1.world health organization. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : https://covid19.who.int/table [5 พฤศจิกายน 2563]

2.Michael P. Ward, Humidity is a consistent climatic factor contributing to SARS-CoV-2 transmission [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : https://doi.org/10.1111/tbed.13766 [5 พฤศจิกายน 2563]

3.Michael P. Ward, COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis [ออนไลน์]. 2020, แหล่งที่มา : https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138778 [5 พฤศจิกายน 2563

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้เขียน

นายพชรพล อโศกสกุล

ประวัติ : นิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ รหัสประจำตัวนิสิต 6033528223