



การแพร่ระบาดของโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค



จริญญา ต้วงฟู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาภูมิศาสตร์

ธันวาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ และหัวหน้า  
ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้  
พิจารณาวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การแพร่ระบาดของโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค” เห็นสมควร  
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของ  
มหาวิทยาลัยนเรศวร



.....  
(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)  
อาจารย์ที่ปรึกษา



.....  
(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)  
ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์



.....  
(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)  
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.พัฒนา ราชวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องใดๆ และเอาใจใส่อยู่ตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณหน่วยงานและองค์กรต่างๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กรมควบคุมโรค องค์การอนามัยโลก (WHO) และเว็บไซต์ world meter

กราบขอบคุณ มารดาและครอบครัวของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอบคุณเพื่อนๆที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างเต็มที่จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



จิรัญญา ค้วงฟู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การแพร่ระบาดของโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค
ผู้ศึกษาค้นคว้า	จิรัญญา ด้วงฟู
ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์พัฒนา ราชวงศ์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
คำสำคัญ	วิกฤตโควิด - ๑๙, ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน, การวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การแพร่ระบาดของโควิด - ๑๙ ในบริบทภูมิศาสตร์ภูมิภาค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบเชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙ บนสถานการณ์โลก รวบรวมข้อมูลจากองค์การอนามัยโลก และเว็บไซต์ world meter ข้อมูลที่ได้เป็นตัวเลขผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตสะสมของประเทศที่มีผู้ติดเชื้อมากกว่า 10,000 รายขึ้นไป ซึ่งมีทั้งหมด 80 ประเทศทั่วโลก แบ่งเป็น 4 ทวีป คือ ทวีปเอเชียและออสเตรเลีย ทวีปยุโรป ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ และทวีปแอฟริกา โดยใช้วิธีการทางสถิติเชิงพรรณนา และใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาพบว่า การระบาดใหญ่ระลอกแรกของโควิด - ๑๙ เกิดขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม แต่ช่วงเวลาที่มียอดตัวเลขการติดเชื้อสูงสุดของแต่ละประเทศ คือ ช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน โดยการแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ที่เรากันพบ คือ มีการแพร่ระบาดจากประเทศที่อยู่ในซีกโลกตะวันออกในระยะเริ่มแรกไปสู่ประเทศในซีกโลกตะวันตกในเวลาต่อมา นอกจากนี้ยังพบอีกว่า มีการแพร่ระบาดจากภูมิภาคที่เป็นเขตอากาศร้อนไปยังภูมิภาคที่เป็นเขตอากาศอบอุ่น และเมื่อนำปัจจัยทางพื้นที่เกี่ยวกับความเป็นเมือง และสภาพภูมิอากาศ มาวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ ทำให้ได้ผลการถดถอยที่มีความเหมาะสม มีพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะของแต่ละพื้นที่ โดยพบว่า ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน มีความสัมพันธ์กับความความเป็นเมืองและสภาพภูมิอากาศ

<b>Title</b>	COVID-19 epidemic in regional geography
<b>ProvinceAuthors</b>	Jiranya Duangfoo
<b>Advisor Assistant Professor</b>	Pathana Rachavong, Associated Professor
<b>Academic Paper</b>	B.S. Thesis in Geography, Naresuan University, 2020
<b>Keywords</b>	COVID-19 Crisis, The basic reproduction number, Geographically Weighted Regression

### ABSTRACT

This research COVID-19 epidemic in regional geography. Objective to study the spatial patterns of the COVID-19 epidemic on the global situation. Collected data from the World Health Organization and world meter website, the data obtained is the number of infected people and cumulative deaths of countries with more than 10,000 people infected with 80 countries in total, divided into 4 continents: Asia and Australia, Europe, North and South America And Africa. Using descriptive statistical methods and using geographically weighted regression analysis in data analysis.

The study found that most of the COVID-19 outbreak was in February. To march the period when each country had the highest number of infections Is from May to September the COVID-19 epidemic has spread from east to west. When divided by time zone and there is an epidemic from tropical climates to warm climates when divided by air zone and introduced two factors of the area: urbanity and climate let's analyze geographically weighted regression. Until obtaining an appropriate regression equation help analyze the data until obtaining the characteristic parameters of each area. The analysis results showed that baseline level of infection they are related to urbanization and climate.

# สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวความคิด.....	2
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19).....	6
2.2 ระบาดวิทยา.....	6
2.3 ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน.....	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
3 การระบาดของ SARS-CoV-2.....	13
3.1 การระบาดของ SARS-CoV-2.....	13
3.2 ค่าระดับการระบาด $R_0$ .....	18
3.3 การวิเคราะห์ช่วงเวลาของการระบาด.....	26
4 ความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ของโควิด-๑๙.....	34
4.1 รูปแบบเชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙.....	34
4.2 การวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์.....	37
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	49
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	49
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	50
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	53

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	55
ประวัติผู้วิจัย.....	57



ลิขสิทธิ์ มหาวิทาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การจัดข้อมูลและตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์.....	3
2 ค่าระดับการระบาด R0 ของ 12 ประเทศที่มีจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมมากที่สุดในโลก..	18
3 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปเอเชียและออสเตรเลีย.....	19
4 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปยุโรป.....	21
5 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปอเมริกาเหนือและใต้.....	23
6 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปแอฟริกา.....	24
7 ตารางแสดงประเทศที่มีการระบาดระลอกที่ 1 ระลอกที่ 2 และระลอกที่ 3.....	26
8 ช่วงเวลาที่มีการระบาดใหญ่ของ SARS-CoV-2.....	27
9 ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในประเทศสูงสุด.....	28
10 ระยะเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุด.....	31
11 การแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค - แบ่งตามเขตเวลา.....	34
12 การแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค - แบ่งตามเขตอากาศ.....	36
13 พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR .....	37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



## บัญชีภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรอบแนวความคิด.....	2
2 จำนวนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 รายใหม่.....	14
3 จำนวนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 สะสม.....	16
4 จำนวนผู้เสียชีวิตจาก SARS-CoV-2 รายใหม่.....	17
5 จำนวนผู้เสียชีวิตจาก SARS-CoV-2 สะสม.....	18
6 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Predicted.....	38
7 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Residual.....	40
8 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient Intercept....	42
9 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B1 ความเป็นเมือง.....	45
10 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B2 เขตอากาศ.....	47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

หลายทศวรรษที่ผ่านมา ได้เกิดการระบาดของเชื้อโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่มีความรุนแรงมาอย่างต่อเนื่อง เช่น โรคระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันร้ายแรง (โรคซาร์ส: Severe Acute Respiratory Syndrome - SARS) ที่ระบาดในช่วงปี ค.ศ.2002-2003 โดยเริ่มระบาดจากประเทศจีนและกระจายไปทั่วโลก มีผู้ติดเชื้อกว่า 8,000 คน อัตราการเสียชีวิตร้อยละ 10 หรือโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (โรคเมอร์ส: Middle East Respiratory syndrome, MERS) ซึ่งมีการระบาดในประเทศแถบตะวันออกกลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งซาอุดีอาระเบีย มีผู้ติดเชื้อกว่า 2,000 คน อัตราการเสียชีวิตร้อยละ 35

การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เริ่มต้นที่ประเทศจีน มีต้นกำเนิดมาจากตลาดอาหารทะเลแห่งหนึ่งในเมืองอู่ฮั่น เมืองหลวงของจังหวัดหูเป่ย์ และเป็นศูนย์กลางการเดินทางเชื่อมโยงไปยังเมืองใหญ่ๆอีกหลายเมืองของสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยผู้ติดเชื้อกลุ่มแรกที่เป็นคนงานและลูกค้าของตลาดขายส่งอาหารทะเลอู่ฮั่น ต่อมาวันที่ 11 มีนาคม 2563 องค์การอนามัยโลกประกาศให้โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นโรคระบาดใหญ่ (Pandemic) มีจำนวนผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว อัตราการเสียชีวิตจากโรคในขณะนี้ประมาณร้อยละ 5.1 กลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงส่วนมากเป็นผู้สูงอายุและผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน

ในช่วงแรกของการระบาดในเดือนมกราคม มีผู้ติดเชื้อสะสมทั่วโลก 9,837 ราย เสียชีวิตรวม 214 ราย รักษาหายรวม 186 ราย ประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมมากที่สุดคือประเทศจีน มีผู้ติดเชื้อทั้งหมด 9,692 ราย ต่อมาในเดือนกุมภาพันธ์ การระบาดได้แพร่กระจายไปยังประเทศเพื่อนบ้านและมีการระบาดอย่างหนักในประเทศจีน มีผู้ติดเชื้อสะสมทั่วโลก 85,403 ราย เสียชีวิตรวม 2,924 ราย ในเดือนมีนาคมถึงเมษายน เริ่มมีการระบาดเริ่มลุกลามมายังทวีปเอเชีย ตะวันออกกลาง และยุโรป โดยในเดือนมีนาคม มีผู้ติดเชื้อสะสมทั่วโลกทั้งหมด 750,890 ราย และมีผู้เสียชีวิตรวม 36,405 ราย และเดือนเมษายน มีผู้ติดเชื้อสะสม 3,090,445 ราย และมียอดผู้เสียชีวิตสะสม 217,769 ราย ในช่วงเดือนพฤษภาคม ได้เกิดการระบาดหนักในทวีปยุโรปและเริ่มแพร่ระบาดไปยังอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 5,934,936 ราย และมียอดผู้เสียชีวิตสะสม 367,166 ราย ต่อมาในเดือนมิถุนายนโควิด - ๑๙ เริ่มระบาดสู่ทวีปอเมริกาใต้และรัสเซีย มีผู้ติดเชื้อสะสมทั่วโลก 10,185,374 ราย เสียชีวิต 503,862 ราย และในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม หลายๆ ประเทศเริ่มมีการระบาดรอบ 2 และรอบ 3 เช่น ประเทศญี่ปุ่น ประเทศออสเตรเลีย สิงคโปร์ และอินเดีย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษารูปแบบเชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙ ทั่วโลก เพื่อให้ข้อมูลเชิงพื้นที่เกี่ยวกับการแพร่กระจายของโควิด - ๑๙ สำหรับการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อ นอกจากนี้งานวิจัยยังได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์ เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙ กับตัวแปรต่างๆ

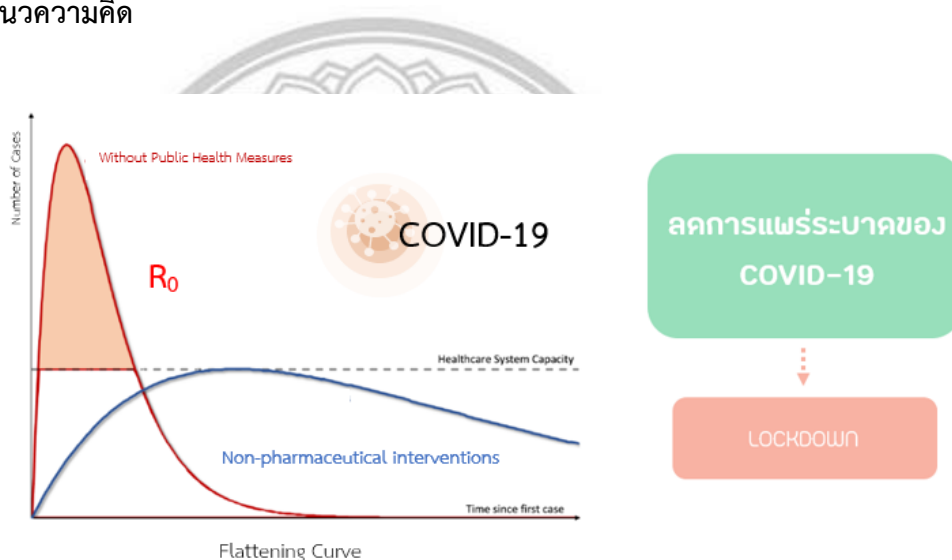
## 1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

ศึกษารูปแบบเชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙ ทั่วโลก

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

นำข้อมูลผู้ติดเชื้อสะสมและผู้เสียชีวิตสะสมจาก Coronavirus Report ขององค์การอนามัยโลก และเว็บไซต์ worldometers.info ภายใต้ง่อนไขประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูง 80 ประเทศแรก

## 1.4 กรอบแนวความคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิด

## 1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

ข้อมูล

- แหล่งข้อมูล : องค์การอนามัยโลก และเว็บไซต์ worldometer
- วิธีการจัดเก็บข้อมูล : ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากองค์การอนามัยโลก
- หน่วยวิเคราะห์ข้อมูล : แบ่งเป็นประเทศ
- การจัดการข้อมูล

ตารางที่ 1 การจัดข้อมูลและตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์

	ตัวแปร	การจัดการข้อมูล	แหล่งข้อมูล
Dependent Variable	การติดเชื่อในแต่ละประเทศ	ค่า $R_0$ ของแต่ละประเทศ	Joe Hilton and Matt J. Keeling
Independent Variable	อัตราความเป็นเมือง	ร้อยละของประชากรที่อาศัยอยู่ในเมืองของแต่ละประเทศ	เว็บไซต์ ourworldindata.org
	สภาพภูมิอากาศ	เขตอากาศของแต่ละประเทศแบ่งตามการจำแนกของ Koppen	เว็บไซต์ <a href="http://hanschen.org/koppen">http://hanschen.org/koppen</a>

### วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

- สถิติเชิงพรรณนา ( Descriptive Statistics)
- การวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ (GWR: Geographically Weighted Regression)

จากสมการแบบจำลองถดถอยทั่วไป  $y_i = \beta_0 + \sum_k \beta_k x_{ik} + \varepsilon_1$  นำมาพิจารณาในรูปแบบของ GWR เพื่อแสดงลักษณะท้องถิ่นเข้าไป โดยเขียนเป็นสมการใหม่ได้

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_1$$

เมื่อ  $(u_i, v_i)$  แทนค่าพิกัดของจุด  $i$  แต่ละจุดบนพื้นที่ และ  $\beta_k(u_i, v_i)$  เป็นค่าแสดงอิทธิพลของตัวแปรนั้นบนจุด  $i$  โดยพื้นที่ที่เวลานี้สามารถวัดค่าบนพื้นผิว ณ จุดต่างๆได้อย่างชัดเจน สมการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์ จะพิจารณาถึงความแปรปรวนบนพื้นที่ในรูปของความสัมพันธ์ที่ปรากฏอยู่ และการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์ก็สามารถที่จะวัดความสัมพันธ์นั้นได้ กระบวนการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆของการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์ ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความลำเอียงกับความผิดพลาดมาตรฐาน การประมาณค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวที่ได้แสดงค่าระดับบางอย่างของคุณสมบัติเชิงพื้นที่ที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน ซึ่งค่าประมาณที่ได้ที่เข้าใกล้ 1 จะแสดงความสัมพันธ์ทั้งด้านความเข้มข้นและทิศทาง ดังนั้นเมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่ง ณ ตำแหน่ง  $i$  หมายถึง เราใช้สมการข้างบนเพื่อประมาณค่าในย่านบริเวณรอบๆจุด  $i$  ซึ่งก็คือการที่นำเอาสมการถดถอยทั่วไปมาใช้ในการคำนวณ การประมาณการจัดการดังกล่าวจะมีค่าความลำเอียงเกิดขึ้นบ้าง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการถดถอยถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ ไปแสดงผลต่อจุดอื่นๆ อย่างไรก็ตาม

ตาม ถ้าหากว่าจำนวนตัวอย่างที่เก็บมามีขนาดใหญ่พอและสามารถแก้ความลำเอียงที่เกิดขึ้นได้ เพื่อลดผลกระทบที่ว่ามันจึงจำเป็นต้องมีการปรับวิธีการด้วยการชั่งน้ำหนักหาอิทธิพลที่แท้จริงของจุดที่อยู่รอบๆ จุด  $i$

สำหรับการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ในสถานะแบบจำลองทางสถิติ นั้น มีรายละเอียดในฐานะที่การวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ เป็นแบบจำลองทางสถิติอย่างหนึ่งมากกว่าที่จะเป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูล สมมติว่าเรามีกลุ่มตัวอย่างสำหรับ  $i = 1, \dots, n$  และ  $j = 1, \dots, k$  เป็นตัวแปรตาม  $y$  หากเราเติมชุดข้อมูลแสดงพิกัดที่ตั้ง (Location Coordinates)  $\{(u_i, v_i)\}$  จพสามารถเขียนสมการตามแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ได้

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^k x_{ij} \beta_j(u_i, v_i) + \varepsilon_1$$

เมื่อ  $\{\beta_0(u_i, v_i)\}$  คือ ฟังก์ชัน  $k+1$  ที่ต่อเนื่องกันบนตำแหน่งที่ตั้งในขอบเขตพื้นที่ศึกษา  $\varepsilon_1$  เป็นค่าความผิดพลาดสุ่มในแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์ พื้นฐานนี้เราสมมติให้มีการกระจายอย่างปกติที่เป็นอิสระด้วยค่าเฉลี่ยศูนย์ และมีความแปรปรวนปกติ  $\sigma^2$  เป้าหมายของการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์คือการประมาณค่าจากฟังก์ชันนี้ โดยการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์มีลักษณะพิเศษที่ต้องการประมาณค่าโดยฟังก์ชันที่ใช้วิธี Kernel - Based Methods.

ค่า Log - Likelihood สำหรับการประมาณค่าจากฟังก์ชันจึงเขียนได้ว่า

$$L(\beta_0(u, v) \dots \beta_k(u, v) | D) = -\frac{\sigma^2}{2} \sum_{i=1}^n \left( y_1 - \beta_0(u_i, v_i) - \sum_{j=1}^k x_{ij} \beta_j(u_i, v_i) \right)^2$$

เมื่อ  $D$  เป็นยูเนียนของเซต  $\{x_{ij}\}, \{y_i\}$  และ  $\{(u_i, v_i)\}$  ทั้งนี้ในหลายสถานการณ์ที่ใช้การวิเคราะห์ถดถอยแบบนั้นพารามิเตอร์ การเลือกฟังก์ชันและการประมาณค่าสูงสุดที่แสดงนี้จะไม่ค่อยมีประโยชน์นัก แต่ด้วยการกระจายของค่าความผิดพลาดที่กล่าวข้างบนนี้ วิธีการ Maximum Likelihood จะทำให้ฟังก์ชันของ  $\beta_k(u_i, v_i)$  ถูกใช้ในรูปของค่ากำลังสองน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากว่าฟังก์ชันดังกล่าวนี้เป็นสิ่งชี้ขาด จึงอาจจะใส่ค่า  $(u_i, v_i)$  ที่จะทำให้เกิดผลรวมกำลังสองของค่าความผิดพลาดเท่ากับศูนย์ได้ มีกลยุทธ์ที่เป็นทางเลือกเพื่อหลีกเลี่ยงความคลุมเครือที่ว่าอยู่สองทาง ทางแรกกำหนดฟังก์ชัน  $B_0(B_1)$  โดยให้เงื่อนไขกับพารามิเตอร์บางอย่างใช้เทคนิคที่จำเป็นในการประมาณค่าพารามิเตอร์หรือ ทางที่สองใช้วิธีการบางอย่างที่นอกเหนือจาก Maximum Likelihood มาวัดค่าในแบบจำลองตามสมการพื้นฐานของการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ ด้วยวิธีการแรกดูเหมือนจะดีหากเรามีเหตุผลที่ทำให้เชื่อว่ารูปแบบของฟังก์ชันนั้นเหมาะสมอยู่แล้ว แต่ในการศึกษาทางภูมิศาสตร์จำนวนมากไม่ได้สรุปเช่นนั้น นั่นหมายความว่า วิธีการที่สองดูจะเหมาะสมสำหรับงานวิจัยทางภูมิศาสตร์มากกว่า

1. Local Likelihood ถูกนำมาพิจารณาในการใช้ประโยชน์ เพื่อการวิเคราะห์ในรายละเอียดเชิงพื้นที่ที่เรียกว่าแต่ละท้องถิ่น รายละเอียดต่างๆ ของแต่ละพื้นที่มากกว่าที่จะคำนวณค่าประมาณ  $\{B_0(u,v), \dots, B_k(u,v)\}$  แบบภาพรวม

2. การใช้ค่า P-Values เพื่อการอ้างอิงทางสถิติ การจำลองถดถอยทั่วไป Goodness of Fit ถูกนำมาใช้เพื่อวัดค่าผลรวมความผิดพลาดกำลังสอง (Sum of Squares Residual) โดยอ้างอิงถึงความผิดพลาดของผลรวมยกกำลังสอง (Residual sum of squares) ซึ่งภายใต้ข้อกำหนดของแบบจำลองทั่วไปที่มีจำนวนพารามิเตอร์  $k$  ตัว จะสามารถคำนวณค่าความผิดพลาดของผลรวมยกกำลังสอง

3. การทดสอบการแสดงออกทางพื้นที่ของพารามิเตอร์แต่ละตัวไว้ได้โดยหลักการของความแปรเปลี่ยนไปบนพื้นที่ในแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์ โดยมีวิธีการในการใช้การวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์คำนวณสัมประสิทธิ์ที่เราให้ความสนใจในแต่ละจุดข้อมูลทั้ง  $n$  จุด และคำนวณความแปรปรวน (หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ถ้าหากความแปรปรวนของพารามิเตอร์  $k$  ตัว ถูกเขียนไว้ในรูป  $V_k$

4. ช่วงของความเชื่อมั่น (Confidence Intervals) ณ ตรงนี้การอ้างอิงจะเป็นสิ่งที่เน้นตรงช่วงความเชื่อมั่นของการประมาณค่าต่างๆมากกว่าการทดสอบนัยสำคัญในการสร้างช่วงของความเชื่อมั่นในจุดต่างๆ ของสัมประสิทธิ์การถดถอยนั้น เราจะต้องรู้จักรูปแบบของเมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยภูมิศาสตร์ ค่าเหล่านี้สามารถ invert ลงไปในเมทริกซ์ได้ การแสดงอาจจะเป็นการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้กลับมาใหม่

5. การใช้ AIC เป็นทางเลือก วิธีการหนึ่งที่มีประโยชน์มาก คือ AIC (Akaike Information Criterion) โดยวิธีการนี้มีแนวคิดอยู่ที่การประเมินค่า เป็นการวัดระยะห่างของข้อมูลการกระจายตามแบบจำลองของ  $g$  กับการกระจายตามความเป็นจริงของ  $f$  ในการเปรียบเทียบค่าที่ได้แต่ละค่าตามแบบจำลอง  $g_1 \dots g_l$  ที่เรากำหนดให้ค่าเหล่านี้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุดจะไม่เหมือนกับการอ้างอิงสถิติทั่วไปที่เราไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าสมมุติฐานนั้นเป็นจริงอย่างชัดเจน

#### การนำเสนอข้อมูล

- ตารางแสดงคุณลักษณะของข้อมูล
- แผนที่แสดงค่าสถิติที่จัดการด้วยโปรแกรมสารสนเทศ ArcMap
- แบบจำลอง Geographically Weighted Regression

## บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2 เป็นการนำเสนอทฤษฎี แนวความคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ระบาดของ  
โควิด - ๑๙ ที่ได้จากการทบทวนงานวิจัยและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

**ไวรัสโคโรนา (Coronavirus)** เป็นไวรัสที่ถูกพบครั้งแรกในปี 1960 แต่ยังไม่ทราบแหล่งที่มาอย่างชัดเจนว่ามาจากที่ใด แต่เป็นไวรัสที่สามารถติดเชื้อได้ทั้งในมนุษย์และสัตว์ ปัจจุบัน มีการค้นพบไวรัสสายพันธุ์นี้แล้วทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ส่วนสายพันธุ์ที่กำลังแพร่ระบาดหนักทั่วโลกตอนนี้เป็นสายพันธุ์ที่ 7 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อนในมนุษย์ จึงถูกเรียกว่าเป็น **ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่** และภายหลังได้ถูกตั้งชื่ออย่างเป็นทางการว่า **โควิด - ๑๙**

โควิด - ๑๙ มีต้นกำเนิดมาจากตลาดอาหารทะเลแห่งหนึ่งในเมืองอู่ฮั่น เมืองหลวงของจังหวัดหูเป่ย์ สาธารณรัฐประชาชนจีน ในช่วงปลายปี 2562 ต่อมาได้แพร่กระจายไปยังภูมิภาคอื่นๆ ทั่วโลกผ่านการเดินทาง เนื่องจากการมีพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ติดต่อกัน และมีการเดินทางเชื่อมต่อกันและกัน โดยเชื้อไวรัสนี้ก่อให้เกิดอาการป่วยระบบทางเดินหายใจในคน และสามารถแพร่เชื้อจากคนสู่คนได้ อาการทั่วไปของโควิด - ๑๙ ได้แก่ อาการระบบทางเดินหายใจ มีไข้ ไอ หายใจถี่ หายใจลำบาก ในกรณีที่อาการรุนแรงมาก อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ปอดบวม ปอดอักเสบ ไตวาย หรืออาจเสียชีวิต

### 2.2 ระบาดวิทยา

ระบาดวิทยาเป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาด้านสุขภาพในกลุ่มประชากรอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ จึงเป็น เครื่องมือ ที่สำคัญของคนทำงานด้านสุขภาพเพื่อแก้ไขปัญหาด้านสุขภาพต่างๆ ในชุมชนหรือพื้นที่ที่รับผิดชอบ แม้ว่าการระบาดวิทยาได้เริ่มก่อตัวจริงเมื่อไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา แต่ก็มีวิวัฒนาการที่เป็นการแก้ไขปัญหาสุขภาพโดยใช้กระบวนการเชิงวิทยาศาสตร์มาช้านานแล้ว เมื่อ 460 ปีก่อนคริสตกาล Hippocrates ปรราชญ์ชาวกรีก ได้อธิบายว่า การเกิดโรคไม่ใช่เกิดจากอำนาจลึกลับ แต่น่าจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเรา ในศตวรรษที่ 16 Fracastoro แพทย์ชาวอิตาลี ได้อธิบายว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค คือ เชื้อโรค และพบว่าการถ่ายทอดโรคได้ 3 แบบ คือ จากคนสู่คน จากทางอากาศ และโดยผ่านทางวัตถุตัวกลาง

## ปัจจัยสามทางระบาดวิทยา

การเกิดปัญหาด้านสุขภาพทุกๆ อย่างมีปัจจัยพื้นฐานสำคัญมาจากปัจจัยสามทางระบาดวิทยาเสมอ กล่าวคือ ต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านตัวมนุษย์ (Host), ปัจจัยด้านสิ่งก่อโรค (Agent) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) ถ้าปัจจัยทั้งสามอยู่ในภาวะสมดุล ปัญหาทาง สุขภาพในชุมชนจะไม่เกิดขึ้น

### ปัจจัยด้านตัวมนุษย์ (Host)

กรอบแนวคิดสำหรับพิจารณาปัจจัยด้านตัวมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปัญหาสุขภาพที่สนใจศึกษา ได้แก่ อายุ เพศ พันธุกรรม ปัจจัยทางสรีรวิทยา พฤติกรรมอนามัยส่วนบุคคล บุคลิกภาพส่วนบุคคล เป็นต้น (กระทรวงสาธารณสุข, 2542: 8-9; ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร, 2553: 18-21; มสธ., 2556: 2- 24 ถึง 2-27)

ปัจจัยด้านอายุ บางกลุ่มอายุอาจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำให้ป่วยด้วยโรคใดโรคหนึ่งได้ง่าย ได้แก่ เด็กอ่อนอาจป่วยเป็นโรคผิวหนังผื่นแพ้หรือหอบหืดแพ้อากาศได้ง่าย คนสูงอายุป่วยเป็นโรคกระดูกพรุนหรือตาต้อกระจกได้ง่าย เป็นต้น ส่วนคนวัยแรงงานอาจ ติดเชื้อโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์รวมถึง HIV (Human Immunodeficiency Virus) ได้ง่ายเพราะเป็นวัย เจริญพันธุ์

ปัจจัยด้านเพศ โรคบางโรคเป็นในบางเพศง่ายกว่าอีกเพศหนึ่ง ได้แก่ พบการป่วยวัณโรคในเพศชายมากกว่าเพศหญิงโดยยังไม่มีคำอธิบายที่ชัดเจน มะเร็งปอดพบในเพศชายมากกว่า ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ด้วย (ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร, 2553: 19)

ปัจจัยด้านพันธุกรรม โรคหลายโรคเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ได้แก่ เบาหวาน มะเร็งเต้านม ไขมันในเลือดสูง

ปัจจัยด้านภูมิคุ้มกัน การที่มีภูมิคุ้มกันของโรคมาก่อน (ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร, 2553: 20) โดยทั่วไป จะช่วยป้องกันโรคนั้นๆ ได้ เช่น หัด อีสุกอีใส เป็นต้น แต่สำหรับบางโรคก็อาจทำให้ป่วยรุนแรง ขึ้นได้

### ปัจจัยด้านสิ่งก่อโรค (Agent)

โดยทั่วไป ปัจจัยด้านสิ่งก่อโรคนี้อาจหมายถึงสาเหตุจริงๆ ที่ทำให้เกิดโรค อาจจะเป็นสิ่งมีชีวิต (เช่น เชื้อโรค) หรือไม่มีชีวิต (เช่น สารกัมมันตภาพรังสี) ก็ได้ อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มโรคไม่ติดต่อ (non-communicable diseases) ได้แก่ โรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ความดันโลหิตสูง เบาหวาน การระบุสิ่งก่อโรคก็อาจทำได้ยุ่งยากกว่าโรคอื่นๆ ทั่วไปอาจแบ่งได้ออกเป็น 4 พวกใหญ่ๆ คือ

1. สิ่งก่อโรคทางชีวภาพ (biological agents)
2. สิ่งก่อโรคทางเคมี (chemical agents)
3. สิ่งก่อโรคทางกายภาพ (physical agents)
4. สิ่งก่อโรคทางสรีรวิทยา (physiological agents)



### ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

1. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment) ได้แก่ ภาวะโลกร้อน ซึ่งอาจทำให้โรคติดต่อหรือโรคติดเชื้อเขตร้อนแพร่ระบาดได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น
2. สิ่งแวดล้อมทางเคมี (chemical environment) ได้แก่ ภาวะสารพิษหรือควันพิษในอากาศ ที่ทำให้คนเป็นโรคมะเร็งในรบบทางเดินหายใจมากขึ้น
3. สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ (biological environment) คือ สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เช่น ยุงลาย เป็นพาหะของไวรัสเดงกี ยุงก้นปล่องเป็นพาหะนำเชื้อไข้มาเลเรีย
4. สิ่งแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม (socio-economic environment) ได้แก่ วัฒนธรรมหรือขนบธรรมเนียมประเพณีความเชื่อของชุมชน

### การควบคุมโรคกับการป้องกัน

การป้องกัน (prevention) การป้องกันโดยทั่วไปแบ่งเป็น การป้องกันปฐมภูมิหรือขั้นที่หนึ่ง การป้องกันทุติยภูมิหรือขั้นที่สองและการป้องกันตติยภูมิหรือขั้นที่สาม การป้องกันแต่ละขั้นจะมีจุดประสงค์และประโยชน์แตกต่างกันไปสำหรับการป้องกันการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ทางด้านสุขภาพ การควบคุมโรค (disease control) หมายถึง การลดปัญหา โรคที่เกิดขึ้นแล้วในชุมชนให้ลดน้อยลงจนหมดไปหรืออยู่ในระดับที่ไม่เป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขตามที่ได้กำหนดไว้ ผลบางส่วนซึ่งเกิดจากการดำเนินงานควบคุมโรคนั้นๆ ที่ป้องกันไม่ให้โรคจากผู้ป่วยมีการแพร่กระจายไปยังคนปกติซึ่งยังไม่ติดเชื้อหรือยังไม่ป่วย จึงกล่าวรวมกันไปว่าการป้องกันควบคุมโรค หรือการป้องกันและควบคุมโรค

### หลักทั่วไปของการควบคุมโรค

โดยทั่วไปจะเริ่มด้วยการใช้หลักปัจจัยสามทางระบาดวิทยา โดยใช้หลักปัจจัยสามทางระบาดวิทยาในการจัดทำกรอบแนวคิด เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาโรคที่สนใจ โดยการกำหนดหรือถอดออกมาเป็นมาตรการแก้ไขปัญหาคือ เนื่องจากจะทำให้มีความครอบคลุมของกรอบแนวคิดอย่างรอบด้าน โดยการจัดทำกรอบแนวคิด สามารถทำได้ใน 2 ลักษณะ คือ

1. กรอบแนวคิดทางวิชาการ
2. กรอบแนวคิดเชิงพื้นที่

### กลยุทธ์การควบคุมโรค

กลยุทธ์การควบคุมโรคเป็นมาตรการบางอย่างที่ใช้ควบคุมโรค แต่สามารถนำสู่ความสำเร็จในการควบคุมโรคนั้นๆได้ กลยุทธ์จึงไม่ใช่มาตรการต่างๆไป แต่เป็นมาตรการพิเศษที่เป็นหนทางสู่ความสำเร็จ อย่างไรก็ตาม ไม่ใช่ทุกๆโรคจะสามารถกำหนดกลยุทธ์สำหรับการควบคุมโรคออกมาได้ แต่มีเพียงบางโรคเท่านั้นที่สามารถกำหนดกลยุทธ์ขึ้นมา กลยุทธ์การควบคุมโรคสำหรับแต่ละโรคจะไม่เหมือนกัน เพราะธรรมชาติการเกิดและแพร่กระจายโรคแต่ละโรคไม่เหมือนกัน ดังนั้น โดยทั่วไปกลยุทธ์ของโรคหนึ่งจึงนำไปใช้เป็นกลยุทธ์ของอีกโรคหนึ่งไม่ได้

## 2.3 ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน

ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน ( $R_0$ ) อ่านออกเสียงว่า “R naught - อาร์ นาซจ” เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการติดต่อหรือการถ่ายทอดของผู้ติดเชื้อโรคและปรสิต ดัชนี  $R_0$  มักจะพบในระบาดวิทยาและเอกสารทางด้านสาธารณสุข และสามารถพบได้ในสื่อสารมวลชนยอดนิยมได้เช่นกัน ดัชนี  $R_0$  ได้รับการอธิบายว่าเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดพื้นฐานและที่ซับซ้อนที่สุดสำหรับการศึกษาพลวัตของโรคติดเชื้อ โดยทั่วไปแล้ว การรายงาน ดัชนี  $R_0$  สำหรับการเกิดโรคระบาดขึ้นครั้งหนึ่ง จะบอกเป็นตัวเลขเดียว หรือบอกเป็นช่วงต่ำ-สูง และการตีความจะถูกนำเสนอแบบตรงไปตรงมา เช่น คาดว่าการระบาดจะยังคงดำเนินต่อไปหากดัชนี  $R_0$  มีค่า  $> 1$  และการระบาดจะสิ้นสุดลงแล้ว หากดัชนี  $R_0$  มีค่า  $< 1$  สำหรับขนาดที่เป็นไปได้ของการระบาดหรือการแพร่ระบาดมักขึ้นอยู่กับระดับขนาดของดัชนี  $R_0$  ของสำหรับเหตุการณ์นั้น และดัชนี  $R_0$  สามารถนำไปใช้ในการประมาณสัดส่วนของประชากรที่ต้องได้รับการฉีดวัคซีนเพื่อกำจัดการติดเชื้อจากการแพร่ระบาด ดัชนี  $R_0$  เคยถูกคำนวณค่าขึ้นมาและใช้สำหรับอธิบายการระบาดของโรคหัดโปลิโอ ไข้หวัดใหญ่ โรคไวรัสอีโบล่า โรคเอชไอวี โรคติดเชื้อที่มีพาหะนำโรค และโรคติดต่ออื่นๆ อีกมากมาย

### ความแปรปรวนของ $R_0$

การคำนวณค่า  $R_0$  มักจะใช้ฟังก์ชันที่มีพารามิเตอร์หลัก 3 ตัว คือ

- 1) ความยาวนานของการติดต่อหลังจากผู้ติดเชื้อ
- 2) โอกาสในการติดเชื้อต่อการติดต่อระหว่างบุคคลที่อ่อนไหวกับบุคคลติดเชื้อ
- 3) อัตราการสัมผัสกับผู้ป่วยมีเชื้อ

รวมถึงพารามิเตอร์บางอย่างที่สามารถเพิ่มเติมเข้ามาได้ เพื่ออธิบายวัฏจักรของการติดต่อของเชื้อโรคที่ซับซ้อนมากขึ้น (Dietz, 1993) นอกจากนี้ ปัจจัยหลักที่สำคัญทางระบาดวิทยา 3 ประการ (คือ สิ่งที่ทำให้เกิดโรค มนุษย์ และสภาพแวดล้อม) ที่บางครั้งก็เป็นแรงบันดาลใจให้เพิ่มพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมของทรัพยากรสาธารณสุข สภาพแวดล้อมของนโยบาย สภาพแวดล้อมอื่นที่ถูกสร้างขึ้นมา และปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อพลวัตและการประเมินค่า  $R_0$  แต่ถึงแม้ว่าการติดเชื้อโรค และความยาวนานของการสัมผัสติดเชื้อที่เป็นค่าคงที่ทางชีววิทยา  $R_0$  จะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงได้ ตามอัตราปฏิสัมพันธ์ในห้วงเวลาหรือบนพื้นที่ต่างๆ ของมนุษย์กับมนุษย์ หรือมนุษย์กับเชื้อโรค หลักฐานที่จำกัด สนับสนุนการบังคับใช้ของ  $R_0$  นอกภูมิภาคที่คำนวณค่าได้ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสัมผัส ประกอบด้วย ความหนาแน่นของประชากร องค์กรทางสังคม และฤดูกาล ล้วนมีผลกระทบต่อ  $R_0$  เนื่องจาก  $R_0$  เป็นฟังก์ชันที่แสดงอัตราการสัมผัสที่มีผลอย่างแท้จริง ดังนั้น ค่า  $R_0$  จึงเป็นฟังก์ชันของพฤติกรรมและองค์กรทางสังคมของมนุษย์ รวมถึงลักษณะทางชีววิทยาของเชื้อโรคด้วย

### การวัดและคำนวณค่าดัชนี $R_0$

การนับจำนวนผู้ติดเชื้อช่วงระหว่างการแพร่ระบาดอาจเป็นเรื่องยากมาก แม้ว่าเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจะใช้วิธีการเฝ้าระวังและติดตามการติดต่ออย่างเข้มข้น เพื่อพยายามค้นหาผู้ติดเชื้อทุกคน

แม้ว่าการวัดค่าดัชนี  $R_0$  ที่แท้จริงนั้น เป็นไปได้ในระหว่างการระบาดของโรคติดเชื้อที่เพิ่งเกิดใหม่ ซึ่งแพร่กระจายไปทั่วประชากรที่มีความอ่อนแอ แต่ก็มีระบบการเก็บข้อมูลที่เพียงพอที่จะจับภาพในช่วงแรกของการระบาดเมื่อ  $R_0$  ถูกวัดมาอย่างถูกต้องจึงเป็นผลให้ค่าดัชนี  $R_0$  เกือบจะถูกประเมินย้อนหลังจากข้อมูลความชุกของเชื้อที่จะทำให้เกิดการระบาด หรือโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงทฤษฎี รวมถึงการใช้จำนวนคนที่อ่อนแอต่อภาวะสมดุลในถิ่นถิ่น อายุเฉลี่ยที่ติดเชื้อ สมการแสดงขนาดสุดท้าย และอัตราการเพิ่มขึ้นที่แท้จริงด้วย เมื่อมีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่า  $R_0$  มักถูกประมาณด้วยสมการเชิงอนุพันธ์ แต่ไม่ว่าจะใช้แบบจำลองใดก็ตาม มักไม่ค่อยมีข้อมูลที่ตีพิมพ์คุณภาพนัก ดังนั้นค่าประมาณของ  $R_0$  ที่สร้างขึ้นโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จึงขึ้นอยู่กับความคิดสันใจของผู้สร้างแบบจำลอง โครงสร้างประชากรในแบบจำลอง เช่น แบบจำลองที่เน้นการรักษาส่วนที่อ่อนไหวต่อเชื้อ (susceptible-infectious-recovered model) หรือแบบจำลองที่เน้นการรักษาการสัมผัสที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (susceptible-exposed-infectious-recovered model) ซึ่งรวมถึงช่องสำหรับบุคคลที่สัมผัส แต่ยังไม่ติดเชื้อ เช่นเดียวกับสมมติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางประชากรศาสตร์ (เช่น การเกิดการเสียชีวิต และการย้ายถิ่น) เป็นพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่สำคัญ โดยจะต้องคำนึงถึงการผสมผสานของประชากรและรูปแบบการสัมผัสตัวอย่างเช่น การผสมผสานที่สมาชิกทั้งหมดของประชากรเป็นเนื้อเดียวกันนั้น สมาชิกทั้งหมดของกลุ่มนั้นจะมีแนวโน้มที่จะได้สัมผัสกับคนอื่นๆ เท่าๆ กัน ขณะที่การผสมผสานที่มีความต่างกัน จะทำให้รูปแบบการสัมผัสแปรปรวนระหว่างกลุ่มอายุหรือภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ การตัดสินใจอื่นๆ รวมถึงการใช้วิธีการแบบกำหนดแนวทางของผลลัพธ์เอาไว้ล่วงหน้า (deterministic approach) ที่จะให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกันทุกครั้งที่แบบจำลองวิเคราะห์และแสดงผลออกมา หรือวิธีการปล่อยให้เป็นไปตามโอกาสความน่าจะเป็น (stochastic approach) ที่สร้างการกระจายของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้บนพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยนำเข้า และวิธีการแจกแจงการกระจาย เช่น การกระจายแบบเกาส์เซียน หรือการกระจายที่มีรูปแบบชัดเจน เพื่อใช้อธิบายค่าที่เป็นไปได้ของพารามิเตอร์ เช่น อัตราการสัมผัสและระยะเวลาของการสัมผัสที่ทำให้มีโอกาสติดเชื้อ นอกจากนี้ ยังมีพารามิเตอร์อีกจำนวนมากที่รวมอยู่ในตัวแบบที่ใช้ในการประมาณค่า  $R_0$  นั้น เป็นเพียงการศึกษาที่คาดเดาเท่านั้น ค่าที่แท้จริงมักไม่เป็นที่รู้จัก หรือยากเกินไป หรือเป็นไปได้ที่จะวัดโดยตรง ข้อจำกัดนี้จะถูกนำมารวมเข้าด้วยกัน เมื่อแบบจำลองมีความซับซ้อนมากขึ้น และจำเป็นต้องใช้ปัจจัยนำเข้าเพิ่มเติม เช่น เมื่อต้องการใช้แบบจำลองเพื่อประเมินค่า  $R_0$  สำหรับอธิบายการเกิดโรคติดเชื้อที่มีเส้นทางการติดต่อที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งอาจรวมถึงตัวนำพาเชื้อ สิ่งแวดล้อม หรือสัตว์พาที่เป็นอ่างเก็บเชื้อโรค โดยสรุปแล้ว แม้ว่าค่า  $R_0$  จะเพียงแค่ว่าเท่ากับ 1 การระบาดของโรคติดต่อก็จะยังคงเกิดขึ้นในสถานที่ใดที่หนึ่ง ในห้วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยแบบจำลองต่างๆ ที่มีโครงสร้างและสมมติฐานต่างเพียงเล็กน้อย อาจสร้างการประมาณค่าที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะใช้ข้อมูลทางระบาดวิทยาเดียวกันมาเป็นปัจจัยนำเข้า

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Franch-Pardo et al. (2020). ได้ทบทวนบทความวิทยาศาสตร์ 63 เรื่องเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการวิเคราะห์พื้นที่เชิงสถิติของภูมิศาสตร์ของโควิด - ๑๙ เพื่อทำความเข้าใจรูปแบบการกระจายของโควิด - ๑๙ ความหลากหลายของชุดรูปแบบที่ระบุไว้ในบทความนี้สามารถแบ่งออกเป็น 5 หมวดหมู่ของการทำแผนที่โรค คือ การวิเคราะห์ spatio-temporal ภูมิศาสตร์สุขภาพและภูมิศาสตร์สังคม ตัวแปรสิ่งแวดล้อม การทำชุดข้อมูล และการทำแผนที่บนเว็บ การศึกษาพยายามที่จะเน้นวิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ในการตีความผลกระทบสิ่งแวดล้อมและผลที่ตามมาของโควิด - ๑๙ เพื่อทำความเข้าใจกับผลกระทบทางสังคมและประชากร บทบาทของการทำชุดข้อมูลขนาดใหญ่และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่บนเว็บ การทบทวนครั้งนี้สรุปว่าการต่อสู้กับโควิด - ๑๙ เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเผชิญกับความท้าทายจากมุมมองแบบสหวิทยาการด้วยการวางแผนเชิงรุก ความเป็นปึกแผ่นระหว่างประเทศ และมุมมองระดับโลก การทบทวนนี้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และข้อมูลเชิงลึกที่สามารถรองรับการสืบค้นบรรณานุกรมในอนาคต และยังเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการทำความเข้าใจวิวัฒนาการของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการโรคระบาดใหญ่ทั่วโลกของศตวรรษที่ 21

งานวิจัยของ Dayun Kang et al.(2020). ได้อธิบายรูปแบบเชิงพื้นที่ และวัดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ของระยะแรกของการระบาดของโควิด - ๑๙ ในสาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่วันที่ 16 มกราคม ถึง 6 กุมภาพันธ์ 2563 การศึกษาครั้งนี้สำรวจพลวัตการแพร่ระบาดของโควิด - ๑๙ ในจีนแผ่นดินใหญ่ สถิติเชิงพื้นที่ของ Moran's I ที่มีค่าจำกัดความต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ในการทดสอบเพื่อตรวจสอบว่ามีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของการติดโควิด - ๑๙ หรือไม่ ผลการศึกษาพบว่าโมเดลส่วนใหญ่ยกเว้นโมเดลการเชื่อมต่อที่ใช้การดูแลทางการแพทย์ระบุว่ามีสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่สำคัญของการติดเชื้อโควิด - ๑๙ ตั้งแต่วันที่ 22 มกราคม 2020 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่นั้นมีส่วนช่วยในการทำความเข้าใจการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อและความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เป็นกุญแจสำคัญในการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ในช่วงแรกของการระบาดของโควิด - ๑๙ ในประเทศจีนแผ่นดินใหญ่

งานวิจัยของ Rebecca Forman et al. (2020). ได้ระบุบทเรียนสำคัญ 12 ข้อ ที่เราสามารถเรียนรู้ได้เพื่อลดต้นทุนทางเศรษฐกิจและสังคมจำนวนมหาศาลของการระบาด SARS-CoV-2 ที่แพร่ระบาดอย่างรวดเร็วนับตั้งแต่ผู้ป่วยรายแรกเข้าโจมตีเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีนเมื่อปลายปี 2562 และขณะนี้ได้เข้าสู่เกือบทุกส่วนของโลก ภายในกลางเดือนกุมภาพันธ์ 2020 จีน เกาหลีใต้ สิงคโปร์ ไต้หวัน และญี่ปุ่น เริ่มควบคุมการแพร่กระจายของไวรัส ในทางกลับกันก็มีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในยุโรปและสหรัฐอเมริกา เพื่อตอบสนองการแพร่ระบาดของโรค หลายประเทศจึงต้องออกมาตรการล็อกดาวน์โดยการออกเป็นกฎหมาย เพื่อบังคับใช้อย่างเข้มงวด มีการแยกทางกายภาพซึ่งกำลังทำลายล้างเศรษฐกิจทั่วโลกออก ซึ่งทั้ง 12 บทเรียนนี้ มีบทเรียนต่างๆที่สำคัญคือความโปร่งใส ความเป็นปึกแผ่น การประสานงาน ความเด็ดขาด ความชัดเจน ความรับผิดชอบ และอื่น ๆ

งานวิจัยที่เป็นความร่วมมือระหว่างคณะแพทยศาสตร์และมหาวิทยาลัยแมรีแลนด์ (University of Maryland) สหรัฐอเมริกา กับมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์แห่งชีราซ (Shiraz University of Medical Sciences) และมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์แห่งชาฮีด เบเฮชตี (Shaheed Beheshti University of

Medical Sciences) สาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน ได้กล่าวถึงโรคติดเชื้อว่า หลายชนิดมีรูปแบบการเกิดผูกพันกับตามฤดูกาล (seasonal pattern) กรณีใช้หวัดใหญ่ระบาดเป็นตัวอย่างภาระอันหนักหน่วงของระบบดูแลสุขภาพทั่วโลกที่เด่นชัดมาก ไวรัสไข้หวัดใหญ่มีความผันผวนตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญในเขตอบอุ่น แต่ฤดูกาลกลับมีอิทธิพลต่อโรคระบาดชนิดนี้น้อยมากในเขตร้อน อย่างไรก็ตาม แม้จะมีกลไกที่เป็นไปได้มากมายที่จะนำเสนอคำอธิบายการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ แต่ความเข้าใจ ณ ตอนนี้อย่างยิ่งคงเป็นแค่เพียงผิวเผินเท่านั้น ผลการศึกษาจำนวนมาก ทั้งในห้องปฏิบัติการ การศึกษาทางระบาดวิทยา และการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ ล้วนชี้ให้เห็นถึงบทบาทของอุณหภูมิที่มีต่อการคงอยู่รอดและส่งเชื้อไวรัสต่างๆ ออกไป งานวิจัยเหล่านี้ล้วนสนับสนุนบทบาทของอุณหภูมิและความชื้นในฐานะที่เป็นปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม ว่ามีผลต่อการแพร่ระบาดและการติดเชื้อโรคร้าย จึงจำเป็นที่จะต้องแสดงความพยายามอย่างเต็มที่ที่จะตรวจสอบว่าสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยในการแพร่กระจายของโรคร้าย โควิด - ๑๙ ผลการวิจัย ชี้ให้เห็นว่า จนถึงวันที่ 5 มีนาคม 2563 การแพร่กระจายในชุมชนที่สำคัญของโลก เกิดขึ้นอย่างสอดคล้องกันทั้งด้านตะวันออกและตะวันตก โดยศูนย์กลางแห่งใหม่ของการระบาดของโรคทั้งหมดนั้น ตั้งอยู่ในย่านพื้นที่ระหว่างละติจูด 30-50 องศาเหนือ” นับตั้งแต่เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น อิหร่าน และตอนเหนือของอิตาลี หลังการระบาดอย่างไม่คาดคิดในอิหร่าน โมฮัมหมัด ซาจาดี (Mohammad M. Sajadi) และคณะนักวิจัย (2020) เริ่มทำแผนที่จุดนี้ตั้งปลายเดือนกุมภาพันธ์ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา พื้นที่ใหม่ที่มีการระบาดเข้าไปในชุมชนที่สำคัญ ได้แก่ พื้นที่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา และประเทศฝรั่งเศส ขณะเดียวกัน COVID-19 ก็ไม่สามารถแพร่กระจายเข้าไปยังพื้นที่ทางเหนือและทางใต้ของประเทศจีนอย่างมีนัยสำคัญ จำนวนผู้ป่วยและรายงานผู้เสียชีวิตในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้นน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคที่มีอากาศอบอุ่นดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

งานวิจัยของ Hilton and Keeling (2020). ได้แนะนำรูปแบบการแพร่เชื้อที่รวมความถี่การติดต่อแบบแบ่งช่วงอายุเข้ากับความร้อนชื้นขึ้นอยู่กับอายุความน่าจะเป็นของการแพร่เชื้อจากกรณีที่ไม่มีการ (หรือไม่รุนแรง) ซึ่งใช้ในการประมาณอัตราส่วนการสืบพันธุ์ขั้นพื้นฐานของโควิด - ๑๙ ใน 152 ประเทศด้วยการใช้ข้อมูลการระบาดในระยะเริ่มต้นจากประเทศจีนและเมทริกซ์การสัมผัสสัมผัสสังเคราะห์ ผู้วิจัยได้ประเมินโครงสร้างการส่งผ่านแบบแบ่งชั้นตามอายุซึ่งสามารถคาดการณ์ไปยังอีก 151 ประเทศที่มีเมทริกซ์การสัมผัสสังเคราะห์ นี่เป็นการกำหนดชุดโครงสร้างการแพร่เชื้อเฉพาะประเทศ ซึ่งสามารถคำนวณอัตราส่วนการสืบพันธุ์พื้นฐานสำหรับแต่ละประเทศได้ การแพร่เชื้อที่ไม่มีอาการจะมีการทำนายค่าสูงสุดในยุโรปตะวันออก และญี่ปุ่น และต่ำสุดในแอฟริกา อเมริกากลาง และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รูปแบบนี้ส่วนใหญ่มาจากอัตราส่วนของเด็กต่อผู้สูงอายุในแต่ละประเทศ และแนวโน้มที่สังเกตได้ของผู้ป่วยในผู้สูงอายุ หากกรณีที่ไม่มีการมีอาการแพร่เชื้อที่เทียบเคียงได้กับกรณีที่ตรวจพบ รูปแบบจะย้อนกลับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของความแตกต่างที่เฉพาะเจาะจงตามอายุนอกเหนือจากโครงสร้างการติดต่อไปจนถึงการแพร่ระบาดของโควิด - ๑๙ ความแตกต่างเหล่านี้ทำให้โควิด - ๑๙ มีความสามารถในการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในประเทศที่มีประชากรสูงอายุ และมาตรการควบคุมอย่างเข้มงวดมีความจำเป็นที่จะขัดขวางการแพร่ระบาดของโควิด - ๑๙ ในประเทศเหล่านี้

### บทที่ 3

#### การระบาดของ SARS-CoV-2

ไวรัส SARS-CoV-2 เป็นไวรัสสายพันธุ์ใหม่ที่มีการระบาดครั้งแรกของโลก เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม 2562 ที่เมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย์ ถึงต้นเดือนมีนาคมมีจำนวนผู้ติดเชื้อส่วนใหญ่อยู่ในประเทศจีน และประเทศที่อยู่โดยรอบ ได้แก่ เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น ฮองกง สิงคโปร์ ทั้งนี้ได้มีการติดนอกระบบประเทศจีนครั้งแรกที่ประเทศไทย เมื่อวันที่ 13 มกราคม 2563 ขณะที่ผู้เสียชีวิตจำนวนมากที่ประเทศจีน และผู้เสียชีวิตนอกประเทศจีนรายแรกเกิดขึ้นที่ประเทศฟิลิปปินส์

ต้นเดือนเมษายน มีผู้ติดเชื้อสะสมเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 ล้านราย โดยมีพื้นที่ขยายออกไปนอกทวีปเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอิตาลี สเปน เยอรมนี ฝรั่งเศส และอิหร่าน กลางเดือนเมษายน มีผู้ติดเชื้อทั่วโลกสะสมเกินกว่า 2 ล้านราย โดยกระจายออกไปสู่ประเทศรัสเซียและตุรกี ต้นเดือนมิถุนายนและปลายเดือนมิถุนายน มีผู้ติดเชื้อสะสมมากกว่า 5 ล้านและ 10 ล้านราย ตามลำดับ โดยขยายพื้นที่ออกไปสู่ทวีปอเมริกาใต้ในประเทศบราซิล ชิลี และเปรู วันที่ 10 สิงหาคม 2563 ประชาชน 20 ล้านราย ติดเชื้อ SARS-CoV-2 ครอบคลุมกว่า 200 ประเทศ และกลางเดือนกันยายนทั่วโลกมีผู้ติดเชื้อมากกว่า 30 ล้านราย ในบทที่ 3 นี้ เป็นการนำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการระบาดของ SARS-CoV-2 ตลอดช่วงเวลา 10 เดือน ที่โลกต้องเผชิญกับวิกฤตครั้งใหญ่ที่สุด 3 ประเด็น คือ สถิติการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ค่าระดับการระบาด  $R_0$  และ  $R$  และการวิเคราะห์ห้วงเวลาของการระบาด

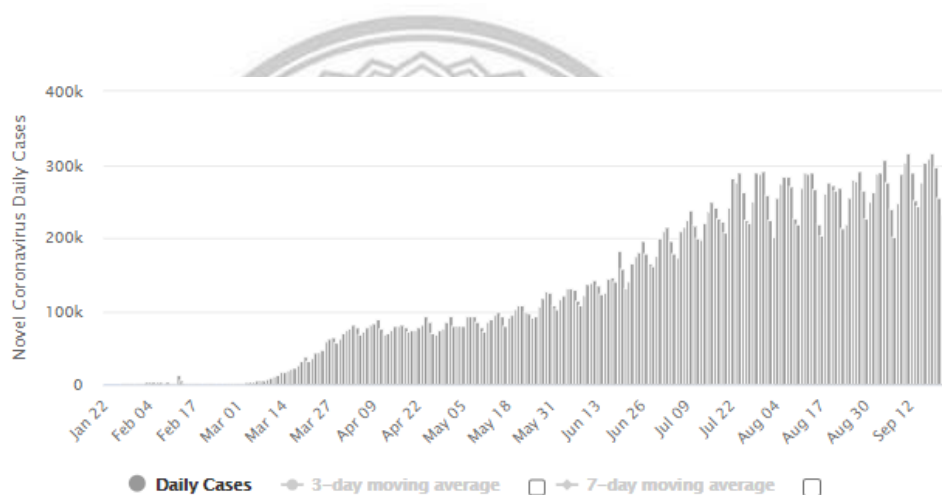
#### 3.1 การระบาดของ SARS-CoV-2

##### ระดับการติดเชื้อรายใหม่

ข้อมูลของ worldometers.info ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการติดเชื้อ SARS-CoV-2 รายใหม่ ในช่วงเวลา 10 เดือน นับตั้งแต่มีการระบาดครั้งแรกในประเทศจีน ปลายปี 2019 เป็นต้นมา ซึ่งจากกราฟที่นำเสนอมาในภาพที่ 3.1 ต่อไปนี้ สามารถแบ่งระดับการติดเชื้อรายใหม่ได้เป็น 5 ระดับ คือ

- การติดเชื้อรายใหม่ที่มีการติดเชื้อรายใหม่วันละประมาณ 5 พันราย อยู่ในช่วง 20 วันของเดือนมีนาคม คือวันที่ 8-28 มีนาคม โดยมีผู้ติดเชื้อรายใหม่ระหว่าง 5,900 - 64,100 ราย
- การติดเชื้อรายใหม่ในระดับที่มีการแพร่ระบาดมาก มีการติดเชื้อรายใหม่วันละประมาณ 1 หมื่นราย อยู่ในช่วงวันที่ 29 มีนาคม ถึงวันที่ 26 พฤษภาคม โดยมีผู้ติดเชื้อรายใหม่ระหว่าง 57,700 - 94,000 ราย

- การติดเชื้อรายให้ระดับที่มีการแพร่ระบาดมากจนต้องมีมาตรการเข้มงวด มีการติดเชื้อรายใหม่วันละประมาณ 1 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 27 พฤษภาคม ถึงวันที่ 16 กรกฎาคม มีผู้ติดเชื้อรายใหม่ระหว่าง 107,600 – 250,300 ราย
- การติดเชื้อรายให้ระดับที่มีการแพร่ระบาดมากอย่างน่ากลัว มีการติดเชื้อรายใหม่วันละประมาณ 2 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 14 กรกฎาคม ถึงวันที่ 3 กันยายน มีผู้ติดเชื้อรายใหม่ระหว่าง 221,200 – 290,000 ราย
- การติดเชื้อรายให้ระดับที่มีการแพร่ระบาดมากอย่างน่ากลัวว่าจะหยุดไม่อยู่ มีการติดเชื้อรายใหม่วันละประมาณ 3 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 4 กันยายน ถึงปัจจุบัน โดยมีผู้ติดเชื้ออยู่ที่ 306,400 ราย



ภาพที่ 2 จำนวนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 รายใหม่ ระหว่างวันที่ 22 มกราคม 2020 ถึง 24 กันยายน 2020 ที่มา: worldometers.info

### ระดับการติดเชื้อสะสม

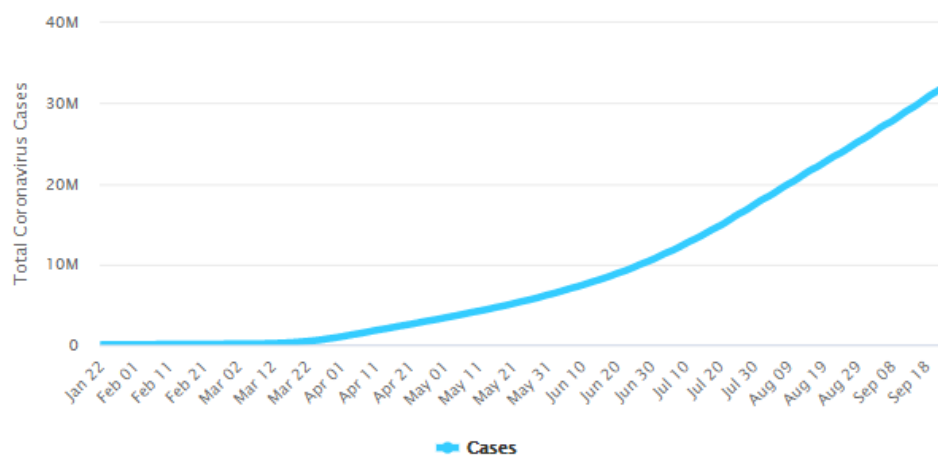
ข้อมูลการระบาดสะสมของโรคโควิด-19 แสดงให้เห็นถึงการติดเชื้อ SARS-CoV-2 สะสมในช่วงเวลา 10 เดือน นับตั้งแต่มีการระบาดครั้งแรกในประเทศจีน นับตั้งแต่มีการระบาดครั้งแรกในประเทศจีน ปลายปี 2019 เป็นต้นมา ซึ่งจากกราฟที่นำเสนอมาในภาพที่ 3.2 ต่อไปนี้ โดยแบ่งระดับการติดเชื้อสะสมได้เป็น 8 ระดับ คือ

- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 1 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 4 มีนาคม มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 100,280 ราย โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือประเทศจีน มีผู้ติดเชื้อสะสม 80,026 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 5 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 24 มีนาคม มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 515,311 ราย โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือ สหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 122,653 ราย อิตาลี มีผู้ติดเชื้อสะสม 97,689 ราย จีน มีผู้ติดเชื้อสะสม 82,447 ราย สเปน มีผู้ติดเชื้อสะสม

78,797 ราย เยอรมนี มีผู้ติดเชื้อสะสม 57,298 ราย ฝรั่งเศส มีผู้ติดเชื้อสะสม 35,642 ราย และ อิหร่าน มีผู้ติดเชื้อสะสม 38,309 ราย

- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 1 ล้านราย อยู่ในช่วงวันที่ 1 เมษายน มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 1,015,945 ราย โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือ สหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 524,514 ราย สเปน 166,019 ราย อิตาลี 156,363 ราย เยอรมนี 123,016 ราย ฝรั่งเศส 94,382 ราย และ อังกฤษ 84,283 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 2 ล้านราย อยู่ในช่วงวันที่ 15 เมษายน มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 2,096,694 ราย โดยประเทศที่มีการผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 931,698 ราย สเปน 207,634 ราย อิตาลี 197,625 ราย เยอรมนี 155,193 ราย อังกฤษ 152,844 ราย ฝรั่งเศส 123,279 ราย ตุรกี 110,130 ราย อิหร่าน 90,481 ราย และรัสเซีย 87,147 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 5 ล้านราย อยู่ในช่วงวันที่ 20 พฤษภาคม มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 5,035,694 ราย ประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 1,592,599 ราย รัสเซีย 353,427 ราย บราซิล 347,398 ราย อังกฤษ 259,563 ราย สเปน 235,772 ราย อิตาลี 229,858 ราย เยอรมนี 178,570 ราย ตุรกี 156,827 ราย ฝรั่งเศส 142,204 ราย และอินเดีย 138,845 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 10 ล้านราย อยู่ในช่วงวันที่ 27 มิถุนายน มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 10,042,991 ราย ประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 2,833,552 ราย บราซิล 1,577,004 ราย อินเดีย 697,413 ราย รัสเซีย 687,862 ราย เปรู 299,080 ราย ชิลี 295,532 ราย อังกฤษ 285,420 ราย เม็กซิโก 252,165 ราย และสเปน 250,545 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 20 ล้านราย อยู่ในช่วงวันที่ 10 สิงหาคม มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 20,251,819 ราย โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 4,629,459 ราย บราซิล 2,733,677 ราย อินเดีย 1,855,745 ราย รัสเซีย 861,423 ราย แอฟริกาใต้ 516,862 ราย เม็กซิโก 439,046 ราย และเปรู 428,850 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 30 ล้านราย อยู่ในช่วงวันที่ 16 กันยายน มีผู้ติดเชื้อสะสมอยู่ที่ 30,085,923 ราย โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสะสม 6,851,065 ราย อินเดีย 5,115,893 ราย บราซิล 4,421,686 ราย รัสเซีย 1,079,519 ราย โคลอมเบีย 736,377 ราย เปรู 744,400 ราย เม็กซิโก 676,487 ราย และสเปน 650,096 ราย



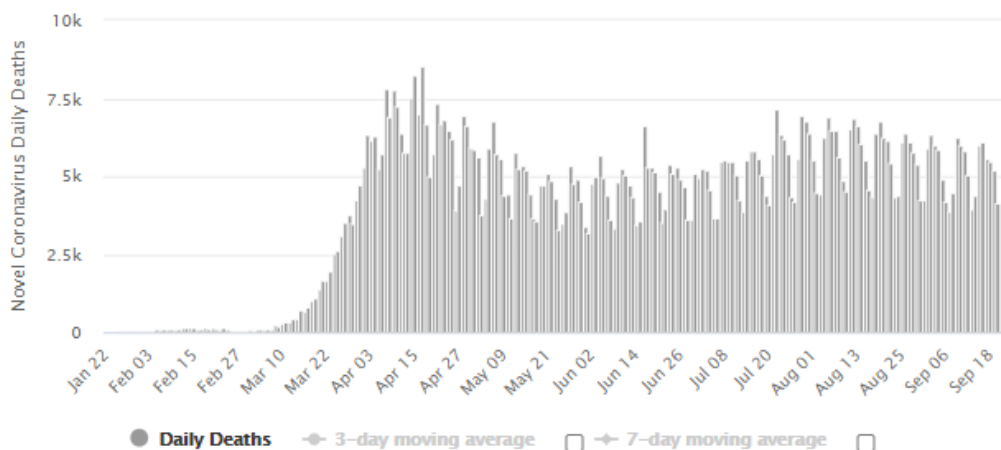


ภาพที่ 3 จำนวนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 สะสม ระหว่างวันที่ 22 มกราคม 2020 ถึง 24 กันยายน 2020 ที่มา: worldometers.info

### แนวโน้มการเสียชีวิตรายวัน

ข้อมูลของ worldometers.info แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเสียชีวิตรายวันจากการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในช่วงเวลา 10 เดือน นับตั้งแต่มีการระบาดครั้งแรกในประเทศจีน ซึ่งแสดงเป็นกราฟแบบ Bimodal Graph ในภาพที่ 3.3 โดยแบ่งการเสียชีวิตรายวันได้เป็น 4 ระดับ คือ

- ระดับการเสียชีวิตรายวันเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆในช่วงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 17 เมษายน มีผู้เสียชีวิตรายวันระหว่าง 140 – 8,500 ราย
- ระดับการเสียชีวิตรายวันเริ่มลดลง อยู่ในช่วงวันที่ 18 เมษายน ถึงวันที่ 20 กรกฎาคม มีผู้เสียชีวิตรายวันระหว่าง 6,600 – 4,000 ราย
- ระดับการเสียชีวิตรายวันเพิ่มสูงขึ้นรอบใหม่ อยู่ในช่วงวันที่ 21 กรกฎาคม ถึงวันที่ 23 กันยายน มีผู้เสียชีวิตรายวันระหว่าง 5,700 – 6,300 ราย
- ระดับการเสียชีวิตรายวันเริ่มคงสภาพ อยู่ในช่วงตั้งแต่วันที่ 22 เมษายน จนถึงปัจจุบัน และมีผู้เสียชีวิตรายวันระหว่าง 5,800 – 6,600 ราย



ภาพที่ 4 จำนวนผู้เสียชีวิตจาก SARS-CoV-2 รายใหม่ ระหว่างวันที่ 22 มกราคม 2020 ถึง 24 กันยายน 2020

ที่มา: worldometers.info

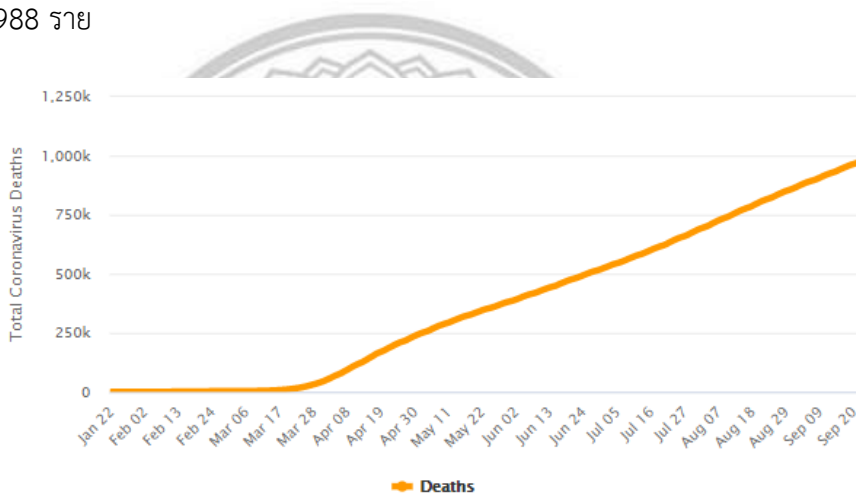
### แนวโน้มการเสียชีวิตสะสม

จากข้อมูลของ worldometers.info แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเสียชีวิตสะสมจาก SARS-CoV-2 ในช่วงเวลา 10 เดือน นับตั้งแต่มีการระบาดครั้งแรกในประเทศจีน ซึ่งจากกราฟที่นำเสนอมาในภาพที่ 3.4 ต่อไปนี้ โดยแบ่งแนวโน้มการเสียชีวิตสะสมแบ่งได้เป็น 8 ระดับ คือ

- ระดับการเสียชีวิตสะสมประมาณ 1 พันราย อยู่ในช่วงวันที่ 10 กุมภาพันธ์ มียอดผู้เสียชีวิตสะสมอยู่ที่ 1,018 ราย โดยประเทศที่มีผู้เสียชีวิตสูงคือประเทศจีน มีผู้เสียชีวิตสะสม 475 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 1 หมื่นราย อยู่ในช่วงวันที่ 24 มีนาคม มีมียอดผู้เสียชีวิตสะสมอยู่ที่ 10,139 ราย โดยประเทศที่มีผู้เสียชีวิตสูงคือประเทศจีน มีผู้เสียชีวิตสะสม 3,213 ราย อิตาลี 1,809 ราย อิหร่าน 724 ราย สเปน 292 ราย และฝรั่งเศส 127 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 1 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 9 เมษายน มียอดผู้เสียชีวิตสะสมอยู่ที่ 102,324 ราย โดยประเทศที่มีผู้เสียชีวิตสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้เสียชีวิตสะสม 20,444 ราย อิตาลี 19,901 ราย สเปน 16,972 ราย ฝรั่งเศส 14,374 ราย และอังกฤษ 10,612 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 2 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 24 เมษายน มียอดผู้เสียชีวิตสะสมอยู่ที่ 203,343 ราย โดยประเทศที่มีผู้เสียชีวิตสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้เสียชีวิตสะสม 47,980 ราย อิตาลี 26,644 ราย สเปน 23,644 ราย ฝรั่งเศส 22,821 ราย อังกฤษ 20,732 ราย เบลเยียม 7,094 ราย เยอรมนี 5,750 ราย และอิหร่าน 5,710 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 5 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 27 มิถุนายน มียอดผู้เสียชีวิตสะสมอยู่ที่ 509,590 ราย โดยประเทศที่มีผู้เสียชีวิตสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้เสียชีวิตสะสม 129,408 ราย บราซิล 64,265 ราย อังกฤษ 44,220 ราย อิตาลี 34,861 ราย เม็กซิโก 30,366

ราย ฝรั่งเศส 29,808 ราย สเปน 28,385 ราย อินเดีย 19,693 ราย อิหร่าน 11,571 ราย เปรู 10,412 ราย และรัสเซีย 10,296 ราย

- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 7 แสนราย อยู่ในช่วงวันที่ 3 มิถุนายน มียอดผู้เสียชีวิตสะสมอยู่ที่ 700,322 ราย โดยประเทศที่มีผู้เสียชีวิตสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้เสียชีวิตสะสม 154,226 ราย บราซิล 94,104 ราย เม็กซิโก 47,746 ราย อังกฤษ 46,210 ราย อินเดีย 38,938 ราย อิตาลี 35,166 ราย และฝรั่งเศส 30,175 ราย
- ระดับการติดเชื้อสะสมประมาณ 1 ล้านราย อยู่ในช่วงวันที่ 24 สิงหาคม มียอดผู้เสียชีวิตสะสมอยู่ที่ 1,002,158 ราย โดยประเทศที่มีผู้เสียชีวิตสูงคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้เสียชีวิตสะสม 209,498 ราย บราซิล 141,776 ราย อินเดีย 95,678 ราย เม็กซิโก 76,430 ราย และอังกฤษ 41,988 ราย



ภาพที่ 5 จำนวนผู้เสียชีวิตจาก SARS-CoV-2 สะสม ระหว่างวันที่ 22 มกราคม 2020 ถึง 24 กันยายน 2020

ที่มา: worldometers.info

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

### 3.2 ค่าระดับการระบาด $R_0$

ตารางที่ 2 ค่าระดับการระบาด  $R_0$  ของ 12 ประเทศที่มีจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมมากที่สุดในโลก

ประเทศ	จำนวนผู้ติดเชื้อ	$R_0$	
		11 กพ. <sup>1</sup>	20 มิย. <sup>2</sup>
สหรัฐอเมริกา	7,361,611	2.47	2.22
อินเดีย	6,143,019	1.73	2.78
บราซิล	4,748,327	2.00	2.79

รัสเซีย	1,159,573	2.72	2.18
โคลอมเบีย	818,203	1.99	2.68
เปรู	808,714	2.13	2.75
สเปน	748,266	2.79	2.00
เม็กซิโก	730,317	1.8	2.65
อาร์เจนตินา	723,132	2.11	2.33
แอฟริกาใต้	671,669	1.76	2.66
ฝรั่งเศส	542,639	2.7	2.01
ชิลี	459,671	2.25	2.32

ที่มา: who.int

หมายเหตุ<sup>1</sup> ค่า  $R_0$  นี้คำนวณโดย China CDC (2020)

<sup>2</sup> ค่า  $R_0$  นี้คำนวณโดย Hilton and Keeling (2020). p.7-8.

ตารางที่ 2 ข้างบน แสดงให้เห็นถึงค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ของ 12 ประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมมากที่สุด โดยมีการศึกษาเอาไว้สองช่วงเวลา คือ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 โดยศูนย์ควบคุมโรคระบาดของจีน และวันที่ 20 มิถุนายน 2563 โดย Joe Hilton and Matt J Keeling โดยในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พบว่ามีเพียง 4 ประเทศเท่านั้นที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  น้อยกว่า 2.00 คือ ประเทศโคลอมเบีย (1.99) เม็กซิโก (1.8) แอฟริกาใต้ (1.76) และอินเดีย (1.73) โดยประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงที่สุดคือ ประเทศสเปน (2.79) และในช่วงวันที่ 20 มิถุนายน ทั้ง 12 ประเทศมีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  มากกว่า 2.00 ทั้งหมด โดยประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงที่สุดคือ ประเทศบราซิล (2.79) อินเดีย (2.78) และเปรู (2.75)

Copyright by Naresuan University

ตารางที่ 3 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปเอเชียและออสเตรเลีย

ประเทศ	จำนวนประชากร	ผู้อ่อนแอ		$R_0$	
		ร้อยละ	จำนวน	11 กพ <sup>1</sup>	20 มิย. <sup>2</sup>
อินเดีย	1,380,974,594	21.4	295,528,563.12	1.73	2.78
อิหร่าน	84,068,250	21.4	17990605.50	1.53	2.59
ปากีสถาน	221,178,468	16.5	36494447.22	1.36	3.75
ซาอุดีอาระเบีย	34,851,095	20.4	7109623.38	1.74	2.67
ตุรกี	84,403,549	23.5	19834834.02	1.71	2.5

ประเทศ	จำนวนประชากร	ผู้อ่อนแอ		R <sub>0</sub>	
		ร้อยละ	จำนวน	11 กพ. <sup>1</sup>	20 มิย. <sup>2</sup>
บังคลาเทศ	164,806,606	16.4	27028283.38	1.62	3.09
กาตาร์	2,807,805	20.4	572792.22	3.13	3.37
อิรัก	40,281,305	17	6847821.85	1.79	3.61
อินโดนีเซีย	273,279,387	22	60121465.14	2.02	2.68
จีน	1,439,323,776	24.3	349,755,677.57	2.44	2.4
คาซัคสถาน	18,792,532	21.5	4040394.38	2.26	2.8
ฟิลิปปินส์	109,682,866	20.5	22,484,987.53	1.85	3.02
โอมาน	5,114,887	19	971828.53	1.97	2.69
คูเวต	4,274,932	22.1	944759.97	2.3	2.73
สหรัฐอเมริกา	9,898,815	21.4	2118346.41	2.62	3.08
อิสราเอล	9,197,590	20.4	1876308.36	2.09	2.18
สิงคโปร์	5,853,676	27	1580492.52	2.68	2.34
บาห์เรน	1,705,044	21.2	361469.33	2.34	2.67
อัฟกานิสถาน	38,985,434	18.5	7212305.29	NA	NA
อาร์เมเนีย	2,963,660	28.9	856497.74	2.46	2.45
อาร์เซอร์ไบจาน	10,145,749	24	2434979.76	2.16	2.92
คีร์กีซสถาน	6,531,535	17.5	1143018.63	1.74	2.97
ญี่ปุ่น	126,446,391	33.3	42,106,648.20	4.13	1.89
เนปาล	29,172,149	17.4	5075953.93	2.18	3.53
อุซเบกิสถาน	33,502,769	20.5	6868067.65	1.22	3.92
เกาหลีใต้	51,272,531	28.1	14,407,581.21	2.66	2.34
ออสเตรเลีย	25,520,783	23.9	6,099,467.14	2.2	2.56

ที่มา: who.int

หมายเหตุ <sup>1</sup> ค่า R<sub>0</sub> นี้คำนวณโดย China CDC (2020)

<sup>2</sup> ค่า R<sub>0</sub> นี้คำนวณโดย Hilton and Keeling (2020). p.7-8.

NA ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 3 ข้างบน แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ของประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชียและออสเตรเลีย โดยการศึกษาของ Clark et al. (2020). P.e1011-12 พบว่าใน 4 ประเทศ มีสัดส่วนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 มากเกินกว่าร้อยละ 25 คือ ประเทศญี่ปุ่น ร้อยละ 33.3 อาร์มาเนีย ร้อยละ 28.9 เกาหลีใต้ ร้อยละ 28.1 และสิงคโปร์ ร้อยละ 27.0 อย่างไรก็ตาม แม้ว่าประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจะมีสัดส่วนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 เพียงร้อยละ 24.3 แต่ด้วยการมีประชากรมากถึง 1,439 ล้านคน จึงทำให้มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อฯ มากที่สุดถึง 349.75 ล้านคน ลักษณะเช่นเดียวกันกับประเทศอินเดีย ที่มีประชากรมากถึง 1,380 ล้านคน เพราะฉะนั้น

สัดส่วนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อเพียงร้อยละ 21.4 จึงทำให้มีประชาชนที่อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากถึง 295.53 ล้านคน และมีประเทศที่มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จำนวนมากอีกสามประเทศ คือ ญี่ปุ่น 42.11 ล้านคน ฟิลิปปินส์ 22.48 ล้านคน และเกาหลีใต้ 14.41 ล้านคน

สำหรับค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ที่มีการศึกษาเอาไว้สองช่วงเวลา คือ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 โดยศูนย์ควบคุมโรคระบาดของจีน และวันที่ 20 มิถุนายน 2563 โดย Joe Hilton and Matt J Keeling โดยช่วงวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงสุด ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น (4.13) กาตาร์ (3.13) สิงคโปร์ (2.68) เกาหลีใต้ (2.66) สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (2.62) และอาร์มาเนีย (2.46) และช่วงวันที่ 20 มิถุนายน ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงสุด ได้แก่ ประเทศอุซเบกิสถาน (3.92) ปากีสถาน (3.75) อิรัก (3.61) เนปาล (3.53) กาตาร์ (3.37) บังกลาเทศ (3.09) และสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (3.08)

ทั้งนี้ มีประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  เพิ่มขึ้นทุกประเทศ ยกเว้นเพียง 4 ประเทศเท่านั้น ที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ลดลง ได้แก่ ประเทศเกาหลีใต้ ลดลงจาก 2.66 เป็น 2.34 ประเทศญี่ปุ่น ลดลงจาก 4.13 เป็น 1.89 ประเทศสิงคโปร์ ลดลงจาก 2.63 เป็น 2.34 และประเทศอาร์มาเนีย ลดลงจาก 2.46 เป็น 2.45 โดยประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  เพิ่มขึ้น ได้แก่ ประเทศปากีสถาน เพิ่มขึ้นจาก 1.36 เป็น 3.75 อิรัก เพิ่มขึ้นจาก 1.79 เป็น 3.61 และเนปาล เพิ่มขึ้นจาก 2.18 เป็น 3.53

ตารางที่ 4 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปยุโรป

ประเทศ	จำนวน		ผู้อ่อนแอ จำนวน	$R_0$	
	ประชากร	ร้อยละ		11 กพ. <sup>1</sup>	20 มิย. <sup>2</sup>
รัสเซีย	145,939,220	32.0	46,700,550.40	2.72	2.18
สหราชอาณาจักร	67,912,305	29.0	19,694,568.45	2.04	1.67
สเปน	46,756,155	29.2	13,652,797.26	2.79	2.00
อิตาลี	60,454,987	30.7	18,559,681.01	4.18	2.44
เยอรมนี	83,803,959	31.8	26,649,658.96	1.99	1.22
ฝรั่งเศส	65,284,371	27.3	17,822,633.28	2.70	2.01
สวีเดน	10,103,878	31.0	3,132,202.18	3.21	2.14
เบลารุส	9,449,086	30.8	2,910,318.49	2.59	2.14
เบลเยียม	11,593,364	29.9	3,466,415.84	3.60	1.95
ยูเครน	43,712,999	32.9	14,381,576.67	3.04	2.15
เนเธอร์แลนด์	17,137,723	30.8	5,278,418.68	3.44	2.60

ประเทศ	จำนวน ประชากร	ร้อยละ	ผู้อ่อนแอ จำนวน	R <sub>0</sub>	
				11 กพ. <sup>1</sup>	20 มิย. <sup>2</sup>
โปแลนด์	37,843,430	32.0	12,109,897.60	3.99	2.45
โรมาเนีย	19,227,511	31.1	5,979,755.92	2.70	1.98
สวิสเซอร์แลนด์	8,659,226	28.6	2,476,538.64	3.05	2.34
ไอร์แลนด์	4,941,694	26.5	1,309,548.91	2.27	2.13
มอลโดวา	4,033,238	29.4	1,185,771.97	NA	NA
เซอร์เบีย	8,734,622	32.1	2,803,813.66	3.36	1.93
ออสเตรีย	9,010,176	30.5	2,748,103.68	3.01	2.29
สาธารณรัฐเช็ก	10,710,478	34.1	3,652,273.00	3.19	2.14
เดนมาร์ก	5,793,723	31.8	1,842,403.91	3.18	2.14
บอสเนียและเฮอร์เซโกวีนา	3,279,204	33.9	1,111,650.16	2.77	2.39
บัลแกเรีย	6,944,275	34.6	2,402,719.15	3.52	1.92
นอร์ทมาซิโดเนีย	2,083,367	29.2	608,343.16	2.47	2.35

ที่มา: who.int

หมายเหตุ <sup>1</sup> ค่า R<sub>0</sub> นี้คำนวณโดย China CDC (2020)

<sup>2</sup> ค่า R<sub>0</sub> นี้คำนวณโดย Hilton and Keeling (2020). p.7-8.

NA ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4 ข้างบน แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ของประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรป โดยการศึกษาของ Clark et al. (2020). P.e1011-12 พบว่าประเทศส่วนใหญ่ในทวีปยุโรป มีสัดส่วนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 มากเกินกว่าร้อยละ 30 ยกเว้นใน 8 ประเทศเท่านั้นที่มีสัดส่วนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 น้อยกว่าร้อยละ 30 คือ ประเทศไอร์แลนด์ ร้อยละ 26.5 ฝรั่งเศส ร้อยละ 27.3 สวิสเซอร์แลนด์ ร้อยละ 28.6 นอร์ทมาซิโดเนีย ร้อยละ 29.20 สหราชอาณาจักร ร้อยละ 29.0 สเปน ร้อยละ 29.2 มอลโดวา ร้อยละ 29.4 และเบลเยียม ร้อยละ 29.9 อย่างไรก็ตาม ในประเทศรัสเซียมีสัดส่วนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ประมาณร้อยละ 32.0 และด้วยการมีประชากรมากถึง 145 ล้านคน จึงทำให้มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อฯ มากที่สุดถึง 46.7 ล้านคน ลักษณะเช่นเดียวกันประเทศเยอรมนี ที่มีประชากรมากถึง 83 ล้านคน ทำให้มีประชาชนที่อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากถึง 26.64 ล้านคน และมีประเทศที่มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จำนวนมากอีกสามประเทศ คือ สหราชอาณาจักร 19.7 ล้านคน อิตาลี 18.56 ล้านคน และฝรั่งเศส 17.83 ล้านคน

สำหรับค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน R<sub>0</sub> ที่มีการศึกษาเอาไว้สองช่วงเวลา คือ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 โดยศูนย์ควบคุมโรคระบาดของจีน และวันที่ 20 มิถุนายน 2563 โดย Joe Hilton and Matt J Keeling โดยช่วงวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน R<sub>0</sub> สูงสุด ได้แก่ ประเทศอิตาลี (4.18) โปแลนด์ (3.99) เบลเยียม (3.60) บัลแกเรีย (3.52) และเนเธอร์แลนด์ (3.44) และช่วงวันที่

20 มิถุนายน ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงสุด ได้แก่ ประเทศโปแลนด์ (2.45) อิตาลี (2.44) บอสเนียและเฮอร์เซโกวีนา (2.39) นอร์ทมาซิชโตเนีย (2.35) และสวีเดน (2.34)

ทั้งนี้ มีประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ลดลงทุกประเทศ โดยประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ลดลงมาก ได้แก่ ประเทศเบลเยียม ลดลงจาก 3.6 เป็น 1.95 บัลแกเรีย ลดลงจาก 3.52 เป็น 1.92 เซอร์เบีย ลดลงจาก 3.36 เป็น 1.93 และสวีเดน ลดลงจาก 3.21 เป็น 2.14

ตารางที่ 5 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปอเมริกาเหนือและใต้

ประเทศ	จำนวนประชากร	ผู้อ่อนแอ ร้อยละ	จำนวน	$R_0$	
				11 กพ. <sup>1</sup>	20 มิย. <sup>2</sup>
สหรัฐอเมริกา	331,145,197	28.5	94,376,381.15	2.47	2.22
เม็กซิโก	129,029,171	24.5	31,612,146.90	1.80	2.65
แคนาดา	37,765,990	26.8	10,121,285.32	2.76	2.17
โดมินีกัน	10,855,678	18.9	2,051,723.14	1.85	2.70
ปานามา	4,319,425	20.7	894,120.98	1.82	2.47
กัวเตมาลา	17,937,831	17.3	3,103,244.76	1.46	3.58
ฮอนดูรัส	9,915,396	17.2	1,705,448.11	1.66	3.22
เอลซัลวาดอร์	6,488,621	21.5	1,395,053.52	1.81	3.10
คอสตาริกา	5,097,460	23.2	1,182,610.72	1.99	2.68
บราซิล	212,669,472	20.1	42,746,563.87	2.00	2.79
เปรู	33,003,766	17.9	5,907,674.11	2.13	2.75
ชิลี	19,128,035	23.1	4,418,576.09	2.25	2.32
โคลอมเบีย	50,921,453	19.5	9,929,683.34	1.99	2.68
อาร์เจนตินา	45,225,564	21.8	9,859,172.95	2.11	2.33
เอกวาดอร์	17,661,500	17.5	3,090,762.50	1.87	2.79
โบลิเวีย	11,684,107	17.1	1,997,982.30	2.01	2.96
เวเนซุเอลา	28,429,691	20.9	5,941,805.42	1.96	2.43

ที่มา: who.int

หมายเหตุ<sup>1</sup> ค่า  $R_0$  นี้คำนวณโดย China CDC (2020)

<sup>2</sup> ค่า  $R_0$  นี้คำนวณโดย Hilton and Keeling (2020). p.7-8.

NA ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 5 ข้างบน แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ของประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรป โดยการศึกษาของ Clark et al. (2020). P.e1011-12 พบว่าประเทศส่วนใหญ่ในทวีปอเมริกาเหนือและใต้ มีสัดส่วนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 มากเกินกว่าร้อยละ 20 ยกเว้นใน 7 ประเทศเท่านั้นที่มีสัดส่วนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 น้อยกว่าร้อยละ 20 คือ ประเทศโบลิเวีย ร้อยละ 17.1 เอกวาดอร์ ร้อยละ 17.5 ฮอนดูรัส ร้อยละ 17.2 กัวเตมาลา 17.3 เปรู ร้อยละ 17.9



สาธารณรัฐโดมินิกัน ร้อยละ 18.9 และโคลอมเบีย ร้อยละ 19.5 อย่างไรก็ตาม ประเทศสหรัฐอเมริกา มีสัดส่วนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 สูงถึงร้อยละ 28.5 เนื่องจากมีประชากรมากถึง 332 ล้านคน จึงทำให้มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ มากที่สุดถึง 94.38 ล้านคน ลักษณะเช่นเดียวกับ ประเทศบราซิล ที่มีประชากรมากถึง 213 ล้านคน เพราะฉะนั้นสัดส่วนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ เพียงร้อยละ 20.1 จึงทำให้มีประชาชนที่อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากถึง 42.75 ล้านคน และมีประเทศ ที่มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จำนวนมากอีกสามประเทศ คือ เม็กซิโก 31.62 ล้านคน แคนาดา 10.12 ล้านคน และโคลอมเบีย 9.93 ล้านคน

สำหรับค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ที่มีการศึกษาเอาไว้สองช่วงเวลา คือ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 โดยศูนย์ควบคุมโรคระบาดของจีน และวันที่ 20 มิถุนายน 2563 โดย Joe Hilton and Matt J Keeling โดยช่วงวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงสุด ได้แก่ ประเทศ แคนาดา (2.76) สหรัฐอเมริกา (2.47) ชิลี (2.25) เปรู (2.13) อาร์เจนตินา (2.11) โบลิเวีย (2.01) และ บราซิล (2.00) และช่วงวันที่ 20 มิถุนายน ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงสุด ได้แก่ ประเทศ กัวเตมาลา (3.58) ฮอนดูรัส (3.22) เอลซัลวาดอร์ (3.10) โบลิเวีย (2.96) และเอกวาดอร์ (2.79)

ทั้งนี้ มีประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  เพิ่มขึ้นทุกประเทศ ยกเว้นเพียง 2 ประเทศ เท่านั้น ที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ลดลง ได้แก่ ประเทศแคนาดา ลดลงจาก 2.76 เป็น 2.17 และ สหรัฐอเมริกา ลดลงจาก 2.47 เป็น 2.22 โดยประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  เพิ่มขึ้น ได้แก่ ประเทศกัวเตมาลา เพิ่มขึ้นจาก 1.46 เป็น 3.58 ฮอนดูรัส เพิ่มขึ้นจาก 1.66 เป็น 3.22 และเอลซัลวาดอร์ เพิ่มขึ้นจาก 1.81 เป็น 3.10

ตารางที่ 6 ค่าสถิติทางระบาดวิทยาของประเทศในทวีปแอฟริกา

ประเทศ	จำนวนประชากร	ผู้อ่อนแอ		$R_0$	
		ร้อยละ	จำนวน	11 กพ. <sup>1</sup>	20 มิย. <sup>2</sup>
แอฟริกาใต้	59,361,137	27.3	16,205,590.40	1.76	2.66
อียิปต์	102,463,710	21.5	22,029,697.65	1.43	3.17
ไนจีเรีย	206,466,283	14.0	28,905,279.62	1.69	3.46
กานา	31,115,726	16.4	5,102,979.06	2.04	3.01
แอลจีเรีย	43,904,415	21.1	9,263,831.57	1.36	2.87
โมร็อกโก	36,941,409	23.9	8,828,996.75	1.66	2.64
แคเมอรูน	26,588,078	14.5	3,855,271.31	2.05	3.59
ไอวอรีโคสต์	26,420,049	15.0	3,963,007.35	NA	NA
เคนยา	53,848,724	15.5	8,346,552.22	1.66	3.32
ซูดาน	43,915,489	13.9	6,104,252.97	NA	NA

เอธิโอเปีย	115,145,696	12.6	14,508,357.70	2.06	4.02
มาดากัสการ์	27,736,194	13.7	3,799,858.58	NA	NA

ที่มา: who.int

หมายเหตุ<sup>1</sup> ค่า  $R_0$  นี้คำนวณโดย China CDC (2020)

<sup>2</sup> ค่า  $R_0$  นี้คำนวณโดย Hilton and Keeling (2020). p.7-8.

NA ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 6 ข้างบน แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 ของประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชียและออสเตรเลีย โดยการศึกษาของ Clark et al. (2020). P.e1011-12 พบว่าใน 4 ประเทศ มีสัดส่วนผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 มากเกินกว่าร้อยละ 20 คือ ประเทศแอฟริกาใต้ ร้อยละ 27.3 โมร็อกโก ร้อยละ 23.9 อียิปต์ ร้อยละ 21.5 และแอลจีเรีย ร้อยละ 21.1 อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะประเทศไนจีเรียจะมีสัดส่วนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 เพียงร้อยละ 14 แต่ด้วยการมีประชากรมากถึง 206 ล้านคน จึงทำให้มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ มากที่สุดถึง 28.91 ล้านคน และมีประเทศที่มีจำนวนผู้อ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จำนวนมากอีกสามประเทศ คือ ประเทศอียิปต์ 22.03 ล้านคน แอฟริกาใต้ 16.21 ล้านคน และเอธิโอเปีย 14.51 ล้านคน

สำหรับค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ที่มีการศึกษาเอาไว้สองช่วงเวลา คือ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 โดยศูนย์ควบคุมโรคระบาดของจีน และวันที่ 20 มิถุนายน 2563 โดย Joe Hilton and Matt J Keeling โดยช่วงวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงสุด ได้แก่ ประเทศเอธิโอเปีย (2.06) แคมeroon (2.05) และกานา (2.04) และช่วงวันที่ 20 มิถุนายน ประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  สูงสุด ได้แก่ ประเทศเอธิโอเปีย (4.02) แคมeroon (3.59) ไนจีเรีย (3.46) เคนยา (3.32) อียิปต์ (3.17) และกานา (3.01)

ทั้งนี้ มีประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  เพิ่มมากขึ้นทุกประเทศ โดยประเทศที่มีค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  เพิ่มมาก ได้แก่ ประเทศเอธิโอเปีย เพิ่มขึ้นจาก 2.06 เป็น 4.02 ไนจีเรีย เพิ่มขึ้นจาก 1.69 เป็น 3.46 และอียิปต์ เพิ่มขึ้นจาก 1.43 เป็น 3.17

All rights reserved

### 3.3 การวิเคราะห์ช่วงเวลาของการระบาด

ตารางที่ 7 ตารางแสดงประเทศที่มีการระบาดระลอกที่ 1 ระลอกที่ 2 และระลอกที่ 3

	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
อิหร่าน		3 Mar (835)			6 MAY (1,680)			22 Jul (3,712)	
จีน	27 Jan (1,771)			12 Apr (108)				29 Jul (101)	
อิสราเอล			23 Mar (371)			30 Jun (803)	21 Jul (399)		16 Sep (4,429)
สิงคโปร์				15 Apr (447)					
ญี่ปุ่น			28 Mar (194)				2 Jul (399)		
เกาหลีใต้		21 Feb (98)			11 May (35)			27 Aug (441)	
ยูเครน			21 Mar (93)						4 Sep (1,940)
สเปน			8 Mar (2,218)				13 Jul (1,335)		22 Sep (10,799)
อิตาลี			11 Mar (2,313)					22 Aug (1,071)	
ฝรั่งเศส			16 Mar (1,210)					14 Aug (2,846)	
เบลเยียม			25 Mar (668)				26 Jul (528)		17 Sep (1,153)
เนเธอร์แลนด์			20 Mar (534)						11 Sep (1,270)
สวีเดน			15 Mar (842)						1 Jul (137)
เซอร์เบีย				22 Mar (51)		24 Jul (143)			
ออสเตรีย			13 Mar (143)				5 Jul (115)		8 Sep (520)
ออสเตรเลีย			18 Mar (141)			29 Jun (81)			

จากตารางที่ 7 ข้างบน ในทวีปเอเชีย นั้น ประเทศเกาหลีใต้ อิหร่าน อิสราเอล และจีน มีการระบาดถึง 3 ระลอก โดยในประเทศอิหร่านมีข้อสังเกตว่า การระบาดระลอกที่ 3 นั้นเกิดขึ้นถึง 3 ช่วงในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน โดยมีตัวเลขเพิ่มมากขึ้นหลัก 2-3 พันรายต่อวัน ในวันที่ 27 สิงหาคม (441 ราย) 18 กันยายน (2,781 ราย) และ 22 กันยายน (3,712 ราย) นอกจากนี้ การระบาดในระลอกที่ 3 ในประเทศอิสราเอล ยังมีตัวเลขที่น่าตกใจเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 16 กันยายน (4,429 ราย)

ส่วนในทวีปยุโรป มีการระบาดระลอก 3 เช่นเดียวกัน โดยระลอกแรกเกิดขึ้นในเดือนมีนาคม เริ่มจากประเทศสเปน วันที่ 8 มีนาคม มีผู้ติดเชื้อ 2,218 ราย ต่อด้วยประเทศอิตาลี วันที่ 11 มีนาคม มีผู้ติดเชื้อ 2,313 ราย ประเทศฝรั่งเศส วันที่ 16 มีนาคม มีผู้ติดเชื้อ 2,313 ราย รวมถึงประเทศอื่นๆ ได้แก่ สหราชอาณาจักร สวิสเซอร์แลนด์ เบลเยียม เนเธอร์แลนด์ ออสเตรีย และเซอร์เบีย

การระบาดระลอกที่ 2 เกิดผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 มากใน 3 ประเทศ คือ ประเทศฝรั่งเศส วันที่ 14 สิงหาคม มีผู้ติดเชื้อ 2,846 ราย สเปน วันที่ 13 กรกฎาคม มีผู้ติดเชื้อ 1,335 ราย และอิตาลี มีผู้ติดเชื้อ 1,071 ราย โดยมีการระบาดระลอกที่ 3 เกิดขึ้นในช่วงเดือน กันยายน ใน 4 ประเทศ ประกอบด้วย ประเทศสเปน วันที่ 22 กันยายน มีผู้ติดเชื้อมากถึง 10,799 ราย เนเธอร์แลนด์ วันที่ 17 กันยายน มีผู้ติดเชื้อ 1,270 ราย เบลเยียม วันที่ 17 กันยายน มีผู้ติดเชื้อ 1,153 ราย และออสเตรีย วันที่ 8 กันยายน มีผู้ติดเชื้อ 520 ราย

ตารางที่ 8 ช่วงเวลาที่มีการระบาดใหญ่ของ SARS-CoV-2

ช่วงระบาดรอบแรก	ทวีปเอเชีย และออสเตรเลีย	ทวีปยุโรป	ทวีปอเมริกาเหนือ และใต้	ทวีปแอฟริกา
20 ม.ค. - 3 ก.พ.	จีน ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ ญี่ปุ่น เนปาล เกาหลีใต้ ออสเตรเลีย	รัสเซีย สหราชอาณาจักร สเปน อิตาลี เยอรมนี ฝรั่งเศส สวีเดน	สหรัฐอเมริกา แคนาดา	-
4 ก.พ. - 17 ก.พ.	อินเดีย ตุรกี	เบลเยียม	-	อียิปต์
18 ก.พ. - 2 มี.ค.	อิหร่าน ปากีสถาน อิรัก กาตาร์ อิสราเอล อินโดนีเซีย โอมาน คูเวต	เบลารุส เนเธอร์แลนด์ โรมาเนีย สวิสเซอร์แลนด์ ไอร์แลนด์ สาธารณรัฐเช็ก เดนมาร์ก นอร์มาซีโตเนีย	เม็กซิโก โดมินิกัน บราซิล เอกวาดอร์	ไนจีเรีย แอลจีเรีย

	บาหลีเรน อัฟกานิสถาน อาร์เมเนีย อาร์เซอร์ไบจาน	ออสเตรีย		
3 มี.ค. - 16 มี.ค.	ซาอุดีอาระเบีย บังคลาเทศ คาซัคสถาน อุซเบกิสถาน	โปรตุเกส โปแลนด์ เซอร์เบีย บอสเนียและ เฮอร์เซโกวีนา บัลแกเรีย มอลโดวา ยูเครน	ปานามา กัวเตมาลา ฮอนดูรัส คอสตาริกา เปรู ชิลี โคลอมเบีย อาร์เจนตินา โบลิเวีย เวเนซุเอลา	แอฟริกาใต้ กานา โมร็อกโก แคเมอรูน ไอวอรีโคสต์ เคนยา ซูดาน เอธิโอเปีย
17 มี.ค. - 30 มี.ค.	คีร์กีซสถาน	-	เอลซัลวาดอร์	มาดากัสการ์

จากตารางที่ 8 ด้านบน ในทวีปเอเชีย ส่วนใหญ่มีการระบาดอย่างมากในช่วง 18 กุมภาพันธ์ ถึง 2 มีนาคม เช่นเดียวกับประเทศในทวีปยุโรปที่ส่วนใหญ่มีการระบาดในช่วงวันที่ 18 กุมภาพันธ์ ถึง 2 มีนาคมเช่นเดียวกัน ทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ มีการระบาดอย่างหนักในช่วงวันที่ 3 - 16 มีนาคม และทวีปแอฟริกา ก็มีการระบาดอย่างมากในช่วงวันที่ 3 - 16 มีนาคม เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 9 ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อ SARA-CoV-2 ในประเทศสูงสุด

ช่วงเวลาที่มีการระบาดสูง	ทวีปเอเชียและออสเตรเลีย	ทวีปยุโรป	ทวีปอเมริกาเหนือและใต้	ทวีปแอฟริกา
20 ม.ค. - 3 ก.พ.				
4 ก.พ. - 17 ก.พ.	จีน (14,108)			
18 ก.พ. - 2 มี.ค.				
3 มี.ค. - 16 มี.ค.	เกาหลีใต้ (851)			
17 มี.ค. - 30 มี.ค.		สเปน (10,854) อิตาลี (6,554) เยอรมนี (6,933) สวิสเซอร์แลนด์ (1,393) ออสเตรีย (1,321)		
31 มี.ค. - 13 เม.ย.	ตุรกี (5,138)	ยูเครน (7,860) โปรตุเกส (1,526) ไอร์แลนด์ (1,508)		กานา (1,513)

ช่วงเวลาที่มีการ ระบาดสูง	ทวีปเอเชียและ ออสเตรเลีย	ทวีปยุโรป	ทวีปอเมริกาเหนือและใต้	ทวีปแอฟริกา
14 เม.ย. - 27 เม.ย.	สิงคโปร์ (1,426)	เบลารุส (1,485) เบลเยียม (2,454)	เอกวาดอร์ (7,059)	
28 เม.ย. - 11 พ.ค.		รัสเซีย (11,656)	แคนาดา (2,760)	
12 พ.ค. - 25 พ.ค.	คูเวต (1,073)			ซูดาน (410)
26 พ.ค. - 8 มิ.ย.	อิหร่าน (3,574) อัฟกานิสถาน (915) อาร์เมเนีย (766) กาตาร์ (2,355)			
9 มิ.ย. - 22 มิ.ย.	ปากีสถาน (6,825) ซาอุดีอาระเบีย (4,919)		ชิลี (8,120)	อียิปต์ (1,774) ไอวอรีโคสต์ (430)
23 มิ.ย. - 6 ก.ค.	บังคลาเทศ (4,019)	สวีเดน (1,698)		ไนจีเรีย (709) เคนยา (960)
7 ก.ค. - 20 ก.ค.	คาซัคสถาน (1,962) โอมาน (2,164) คีร์กีซสถาน (1,926)	นอร์มาซีโดเนีย (240) บัลแกเรีย (330)	ปานามา (1,504) กัวเตมาลา (4,233) โบลิเวีย (2,036)	แคเมอรูน (2,324)
21 ก.ค. - 3 ส.ค.	ญี่ปุ่น (1,998) ออสเตรเลีย (721)	เซอร์เบีย (467)	สหรัฐอเมริกา (78,763) เม็กซิโก (9,556) โดมินีกัน (2,012) บราซิล (70,869)	แอฟริกาใต้ (13,944) แอลจีเรีย (674) มาดากัสการ์ (614)
4 ส.ค. - 17 ส.ค.	ฟิลิปปินส์ (6,871) บาห์เรน (841) อุซเบกิสถาน (981)	บอสเนียและ เฮอร์เซโกวีนา (330)	เอลซัลวาดอร์ (449) เปรู (10,143) เวเนซุเอลา (1,281)	
18 ส.ค. - 1 ก.ย.		ฝรั่งเศส (13,498)	ฮอนดูรัส (1,141) คอสตาริกา (1,588) โคลอมเบีย (13,056)	เอธิโอเปีย (1,829)
2 ก.ย. - 15 ก.ย.	อิรัก (5,036) สหรัฐอเมริกา ฮับเอ มีเรตส์ (1,007)			

16 ก.ย. - 29 ก.ย.	อินโดนีเซีย (4,176) อิสราเอล (6,063) เนปาล (2,020) อินเดีย (97,859) อาเซอร์ไบจาน (590)	ยูเครน (3,584) เนเธอร์แลนด์ (3,584) โปแลนด์ (1,002) โรมาเนีย (1,713) มอลโดวา (688) เดนมาร์ก (589) สาธารณรัฐเช็ก (3,123)	อาร์เจนตินา (12,701)	โมร็อกโก (2,760)
-------------------	--	---	----------------------	------------------

จากตารางที่ 9 ข้างบน ในทวีปเอเชีย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 สูงที่สุดส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสูงสุดคือ ประเทศอินเดีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุดถึง 97,859 รายในวันเดียว ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดคือระหว่างวันที่ 16 - 29 กันยายน จีน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 14,108 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุด อยู่ระหว่างวันที่ 4 - 17 กุมภาพันธ์ ฟิลิปปินส์ มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 6,871 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุด อยู่ระหว่างวันที่ 4 - 17 สิงหาคม ปากีสถาน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 6,825 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุด อยู่ระหว่างวันที่ 9 - 22 มิถุนายน และอิสราเอล มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 6,063 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุด อยู่ระหว่างวันที่ 16 - 29 กันยายน

ทวีปยุโรป ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 สูงที่สุดส่วนใหญ่มีสองช่วง คือช่วงวันที่ 17 มีนาคม ถึง 11 พฤษภาคม และช่วงที่สองคือช่วงวันที่ 23 มิถุนายน ถึง 29 กันยายน โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสูงสุดคือ ประเทศฝรั่งเศส มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,498 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 18 สิงหาคม ถึง 1 กันยายน รัสเซีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 11,656 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 28 เมษายน ถึง 11 พฤษภาคม สเปน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 10,854 ราย เยอรมนี มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 6,933 ราย และอิตาลี มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 6,554 ราย ซึ่งทั้ง 3 ประเทศนี้มีช่วงเวลาในการระบาดช่วงเดียวกันคือระหว่างวันที่ 17 - 30 มีนาคม

ทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 สูงที่สุดส่วนใหญ่เป็นช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสูงสุดคือประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 78,763 ราย บราซิล มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 70,869 ราย ทั้ง 2 ประเทศนี้มีช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 21 กรกฎาคม ถึง 3 สิงหาคม โคลอมเบีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,056 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 18 สิงหาคม ถึง 1 กันยายน เปรู มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,056 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 4 สิงหาคม ถึง 17 สิงหาคม เม็กซิโก มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 9,556 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 21 กรกฎาคม ถึง 3 สิงหาคม

ทวีปแอฟริกา ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 สูงที่สุดส่วนใหญ่เป็นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม โดยประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสูงสุดคือประเทศแอฟริกาใต้ มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,944 ราย

ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 21 กรกฎาคม ถึง 3 สิงหาคม โมร็อกโก มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 2,760 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 16 - 29 กันยายน แคนเมอรูน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 2,324 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 7 - 20 กรกฎาคม เอธิโอเปีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 1,829 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 18 สิงหาคม ถึง 1 กันยายน และอียิปต์ มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 1,774 ราย ช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดอยู่ระหว่างวันที่ 9 มิถุนายน ถึง 22 มิถุนายน

ตารางที่ 10 ระยะเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุด

ระยะเวลา	ทวีปเอเชียและ ออสเตรเลีย	ทวีปยุโรป	ทวีปอเมริกาเหนือ และใต้	ทวีปแอฟริกา
0 - 40 วัน		โปรตุเกส (39) สวีเดน (24) ออสเตรีย (30)		กานา (19)
41 - 80 วัน	ซาอุดีอาระเบีย (76) ตุรกี (59) จีน (44) เกาหลีใต้ (44)	ยูเครน (71) สเปน (49) อิตาลี (52) เยอรมนี (60) เบลารุส (53) เบลเยียม (72) ไอร์แลนด์ (41)	เอกวาดอร์ (55)	ซูดาน (69)
81 - 120 วัน	อิหร่าน (106) ปากีสถาน (81) บังคลาเทศ (116) กาตาร์ (91) คาซัคสถาน (117) คูเวต (86) สิงคโปร์ (89) อัฟกานิสถาน (102) อาร์เมเนีย (98) อาร์เซอร์ไบจาน (116)	รัสเซีย (101)	Canada (99) Chile (103)	Ivory Coast (100) Kenya (105)



121 – 160 วัน	โอมาน (140) คีร์กีสถาน (123) อุซเบกิสถาน (142)	สวีเดน (145) เซอร์เบีย (143) บอสเนียและ เฮอร์เซโกวีนา (159) เบลารุส (133) นอร์ทมาซีโดเนีย (143)	โดมินีกัน (147) ปานามา (126) กัวเตมาลา (125) เอลซัลวาดอร์ (144) บราซิล (154) โบลีเวีย (131) เวเนซุเอลา (153) เม็กซิโก (156)	แอฟริกาใต้ (147) อียิปต์ (126) ไนจีเรีย (125) แอลจีเรีย (150) แคเมอรูน (124) มาดากัสการ์ (123)
161 – 200 วัน	อิรัก (193) ฟิลิปปินส์ (194) บาหลีเรน (174) ญี่ปุ่น (197) ออสเตรเลีย (187)	ฝรั่งเศส (178) ยูเครน (171) โปแลนด์ (200) มอลโดวา (296)	สหรัฐอเมริกา (184) ฮอนดูรัส (171) คอสตาริกา (177) เปรู (163) โคลอมเบีย (166) อาร์เจนตินา (198)	โมร็อกโก (200) เอธิโอเปีย (161)
200 วันขึ้นไป	อินเดีย (225) อินโดนีเซีย (204) UAE (228) อิสราเอล (208) เนปาล (238)	โรมาเนีย (203) สาธารณรัฐเช็ก (230) เดนมาร์ก (206) เนเธอร์แลนด์ (207)		

จากตารางที่ 10 ข้างบน ทวีปเอเชียมีระยะเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุดอยู่ที่ 41 ถึงมากกว่า 200 วัน ส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาในการระบาดประมาณ 100 วัน มีเพียง 9 ประเทศ ที่มีระยะเวลาในการระบาดจากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุดน้อยกว่า 100 วัน คือประเทศจีน 44 วัน เกาหลีใต้ 44 วัน ตุรกี 59 วัน ซาอุดีอาระเบีย 76 วัน คูเวต 86 วัน สิงคโปร์ 89 วัน กาตาร์ 91 วัน และอาร์เมเนีย 98 วัน

ทวีปยุโรป มีระยะเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุดตั้งแต่ 20 ถึงมากกว่า 200 วัน ในทวีปนี้ส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาในการระบาดน้อย คือประมาณ 20 – 80 วัน และมี 6 ประเทศที่มีระยะเวลาในการระบาดจากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุดมากกว่า 200 วัน คือประเทศมอลโดวา 296 วัน สาธารณรัฐเช็ก 230 วัน เนเธอร์แลนด์ 207 วัน เดนมาร์ก 206 วัน และโรมาเนีย 203 วัน

ทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ มีระยะเวลาที่มีการติดเชื้อ SARS-CoV-2 จากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุดอยู่ที่ 100 – 200 วัน ส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาในการระบาดประมาณ 100 วันขึ้นไป มี

เพียง 2 ประเทศเท่านั้นที่มีระยะเวลาในการระบาดจากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุดน้อยกว่า 100 วัน คือประเทศเอกวาดอร์ 55 วัน และประเทศแคนาดา 99 วัน เช่นเดียวกับในทวีปแอฟริกาที่มีการระบาดสูงสุดอยู่ที่ 100 – 200 วัน ส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาในการระบาดประมาณ 100 วันขึ้นไป และมีเพียง 2 ประเทศเท่านั้นที่มีระยะเวลาในการระบาดจากวันแรกถึงวันที่มีการระบาดสูงสุดน้อยกว่า 100 วัน คือประเทศกานา 19 วัน และซูดาน 69 วัน



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

## บทที่ 4 ความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ของโควิด-๑๙

### 4.1 รูปแบบเชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙

#### การแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค - แบ่งตามเขตเวลา

การศึกษาการแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาคครั้งนี้ ได้ทำการจัดการแบ่งเขตพื้นที่การแพร่ระบาดออกเป็น 6 โซน ตามเขตลองจิจูด โซนละ 60 องศา นับจากตะวันออกลง 180 องศาตะวันตก ไปยังตะวันตกสุด 180 องศาตะวันตก ซึ่งแต่ละโซนจะมีเวลาห่างกัน โซนละ 4 ชั่วโมง ประกอบเข้ากับการแบ่งช่วงเวลาในการระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ที่มีระยะเวลาพักตัว 14 วัน ตั้งแต่ต้นปี 2563 จนถึงต้นเดือนกันยายน ได้ทั้งสิ้น 15 ช่วง

จากนั้นนำข้อมูลแสดงจำนวนผู้ป่วยสะสมในแต่ละโซนเข้ามาพิจารณาพร้อมกับจำนวนผู้ป่วยสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาทั้ง 15 ช่วง โดยละเอียดถึงวันที่มีการติดเชื้อสูงสุดของแต่ละประเทศที่อยู่ในโซนนั้นๆ พร้อมระบุช่วงเวลาที่มีการติดเชื้อสูงสุดของแต่ละโซนที่ชัดเจน เพื่อศึกษาทิศทางการแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ตามเขตลองจิจูด

	จำนวนผู้ติดเชื้อสะสม (ล้านคน)	จำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุด	วันที่มีผู้ติดเชื้อสูงสุด	ช่วงเวลาของการระบาดนับเป็นช่วง 14 วัน																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
เขตลองจิจูดที่ 2	14.583	0.156	24 เมษายน - 17 กันยายน													(12)				(15)
เขตลองจิจูดที่ 3	7.914	0.097	10 เมษายน - 18 กันยายน					(5)	(6)											
เขตลองจิจูดที่ 4	8.602	0.108	20 มีนาคม - 30 กันยายน						(5)	(6)									(14)	(15)
เขตลองจิจูดที่ 5	11.232	0.148	12 กุมภาพันธ์ - 21 กันยายน												(9)					(15)
เขตลองจิจูดที่ 6	0.524	0.011	3 มีนาคม - 10 สิงหาคม																	(13)

#### ตารางที่ 11 การแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค - แบ่งตามเขตเวลา

ผลลัพธ์ที่ได้ ปรากฏดังตารางที่ 11 ข้างบน โดยพบว่าผู้ติดเชื้อสะสมทั้งสิ้น 42,857,292 ราย อยู่ในโซนที่ 2 - 6 ร้อยละ 14.583, 7.914, 8.602, 11.232 และ 0.524 ตามลำดับ ทั้งหมดนี้มีการติดเชื้อจากการระบาดระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ - 30 กันยายน ทั้งนี้โดยมีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดในแต่ละโซน มากที่สุดอยู่ในโซนที่ 2 และ 5 จำนวน 156,000 และ 147,000 ราย ตามลำดับ

การระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 2 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 156,000 ราย ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 78,763 ราย เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน อาร์เจนตินา มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 12,701 ราย เมื่อวันที่ 17 กันยายน และเปรู มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 10,143 ราย เมื่อวันที่ 16 สิงหาคม ส่วนการระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 3 นั้นมีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 97,000 ราย ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศบราซิล มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 70,869 ราย เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม และสเปน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 10,854 ราย เมื่อวันที่ 20 มีนาคม

สำหรับการระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 4 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 108,000 ราย ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศแอฟริกาใต้ มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,944 ราย เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม และฝรั่งเศส มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,498 ราย เมื่อวันที่ 19 กันยายน ขณะที่การระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 5 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 147,000 ราย ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศอินเดีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 97,859 ราย เมื่อวันที่ 11 กันยายน จีน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 14,108 ราย เมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ และรัสเซีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 11,656 ราย เมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม และการระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 6 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 11,000 ราย ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศฟิลิปปินส์ มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 6,871 ราย เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม และญี่ปุ่น มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 1,998 ราย เมื่อวันที่ 3 สิงหาคม

จะเห็นได้ว่า โรคโควิด - ๑๙ ที่ถือกำเนิดขึ้นครั้งแรกที่ตลาดค้าส่งอาหารทะเลฮั่วหนาน ที่เมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย์ สาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่ปลายปี 2562 และระบาดอย่างหนักในมณฑลแห่งนี้ตลอดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม และได้ระบาดไปยังประเทศโดยรอบ ที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ฮองกง สิงคโปร์ และประเทศไทย ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ในโซนที่ 5 ตามตารางที่ 4.1 ข้างบน จากนั้น เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน - พฤษภาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายออกไปทางด้านตะวันตกสู่พื้นที่โซนที่ 4 และ 3 ซึ่งเป็นพื้นที่ในแถบตะวันออกกลาง และยุโรป โดยมีประเทศที่มีการระบาดอย่างหนัก ประกอบด้วย อิหร่าน อิตาลี ฝรั่งเศส เยอรมนี และสหราชอาณาจักร และเมื่อเข้าสู่เดือนมิถุนายน - สิงหาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายไปทางด้านตะวันออกออกไปอีก โดยข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกเข้าสู่ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ซึ่งอยู่ในพื้นที่โซนที่ 2 โดยมีการระบาดมากในสหรัฐอเมริกา แคนาดา บราซิล และเปรู ขณะเดียวกันประเทศที่อยู่ในโซนที่ 5 และ 4 ก็เริ่มมีการระบาดรอบที่ 2 คือสาธารณรัฐประชาชนจีน อิหร่าน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้

#### การแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค - แบ่งตามเขตอากาศ

การแพร่ระบาดโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค - แบ่งตามเขตอากาศนั้น ได้ทำการจัดการแบ่งเขตพื้นที่การแพร่ระบาดออกเป็น 4 โซน ตามเขตละติจูด โซนละ 32 องศา นับจากเหนือสุด 84 องศาเหนือ ไปยังใต้สุด 80 องศาใต้ ซึ่งแต่ละโซนจะมีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน จากนั้นนำข้อมูลแสดงจำนวนผู้ป่วยสะสมในแต่ละโซนเข้ามาพิจารณาพร้อมกับจำนวนผู้ป่วยสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาทั้ง 15 ช่วง โดยละเอียดถึงวันที่มีการติดเชื้อสูงสุดของแต่ละประเทศที่อยู่ในโซนนั้นๆ พร้อมระบุช่วงเวลาที่

การติดเชื้อสูงสุดของแต่ละโซนที่ชัดเจน เพื่อศึกษาทิศทางการแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ตามเขต  
ละติจูด

ตารางที่ 12 การแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค - แบ่งตามเขตอากาศ

	จำนวนผู้ ติดเชื้อ สะสม (ล้านคน)	จำนวนผู้ ติดเชื้อ สูงที่สุด	วันที่มีผู้ติด เชื้อสูงสุด	ช่วงเวลาของการระบาดนับเป็นช่วง 14 วัน																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
เขตละติจูดจุดที่ 1	26.169	0.301	12 กุมภาพันธ์ - 19 กันยายน		②				⑤											⑬	⑭	⑮	
เขตละติจูดจุดที่ 2	9.329	0.134	29 กรกฎาคม - 16 สิงหาคม																		⑬	⑭	
เขตละติจูดจุดที่ 3	2.367	0.036	24 กรกฎาคม - 17 กันยายน																			⑭	⑮
เขตละติจูดจุดที่ 4	5.103	0.05	10 เมษายน - 30 กันยายน																		⑦	⑨	

ผลลัพธ์ที่ได้ ปรากฏดังตารางที่ 12 ข้างบน พบว่ามีผู้ติดเชื้อสะสมทั้งสิ้น 42,857,292 ราย อยู่ใน  
ในโซนที่ 1 - 4 ร้อยละ 26.169, 9.329, 2.367 และ 5.103 ตามลำดับ ทั้งหมดนี้มีการติดเชื้อจากการ  
ระบาดระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ - 30 กันยายน ทั้งนี้โดยมีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดในแต่ละโซน มาก  
ที่สุดอยู่ในโซนที่ 1 และ 2 จำนวน 301,000 และ 134,000 ราย ตามลำดับ

การระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 1 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 301,000 ราย ประเทศที่  
มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศอินเดีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 97,859 ราย เมื่อวันที่ 11 กันยายน สหรัฐอเมริกา  
มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 78,763 ราย เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน จีน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 14,108 ราย เมื่อวันที่ 12  
กุมภาพันธ์ ฝรั่งเศส มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,498 ราย เมื่อวันที่ 19 กันยายน และสเปน มีผู้ติดเชื้อสูงสุด  
10,854 ราย เมื่อวันที่ 20 มีนาคม ส่วนการระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 2 นั้น มีจำนวนผู้ติดเชื้อ  
สูงสุดรวม 134,000 ราย ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศบราซิล มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 70,869 ราย  
เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม โคลอมเบีย มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,056 ราย เมื่อวันที่ 19 สิงหาคม และเปรู มีผู้ติด  
เชื้อสูงสุด 10,143 ราย เมื่อวันที่ 16 สิงหาคม

สำหรับการระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในโซนที่ 3 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 36,000 ราย  
ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศแอฟริกาใต้ มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 13,944 ราย เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม  
และอาร์เจนตินา มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 12,701 ราย เมื่อวันที่ 17 กันยายน ขณะที่การระบาดของโรคโควิด -  
๑๙ ในโซนที่ 4 มีจำนวนผู้ติดเชื้อสูงสุดรวม 50,000 ราย ประเทศที่มีการติดเชื้อสูง คือ ประเทศไทย มี  
ผู้ติดเชื้อสูงสุด 11,656 ราย เมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม และ สหราชอาณาจักร มีผู้ติดเชื้อสูงสุด 7,860 ราย  
เมื่อวันที่ 10 เมษายน

จะเห็นได้ว่า โรคโควิด - ๑๙ เกิดการระบาดอย่างหนักในสาธารณรัฐประชาชนจีนตลอดช่วง  
เดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม และได้ระบาดไปยังประเทศโดยรอบ ที่สำคัญคืออินเดีย อิหร่าน อิตาลี

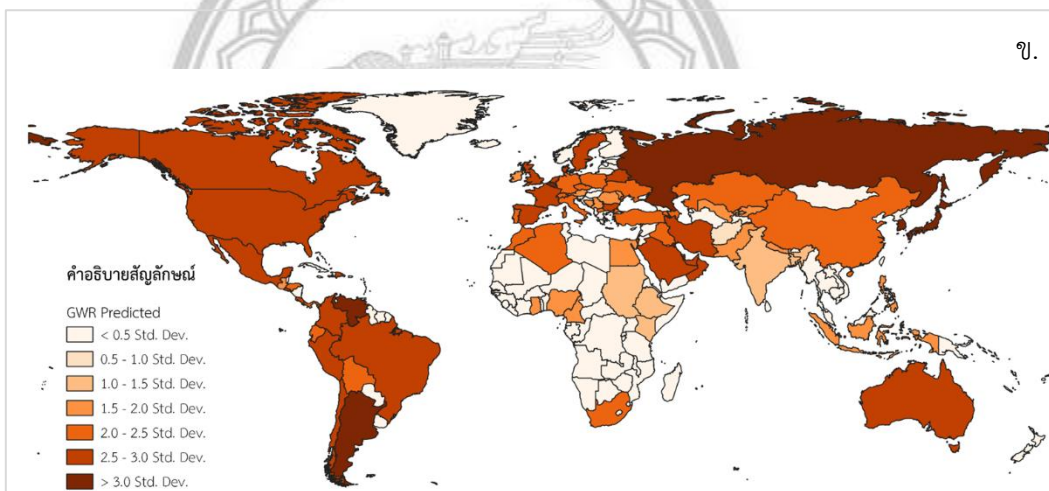
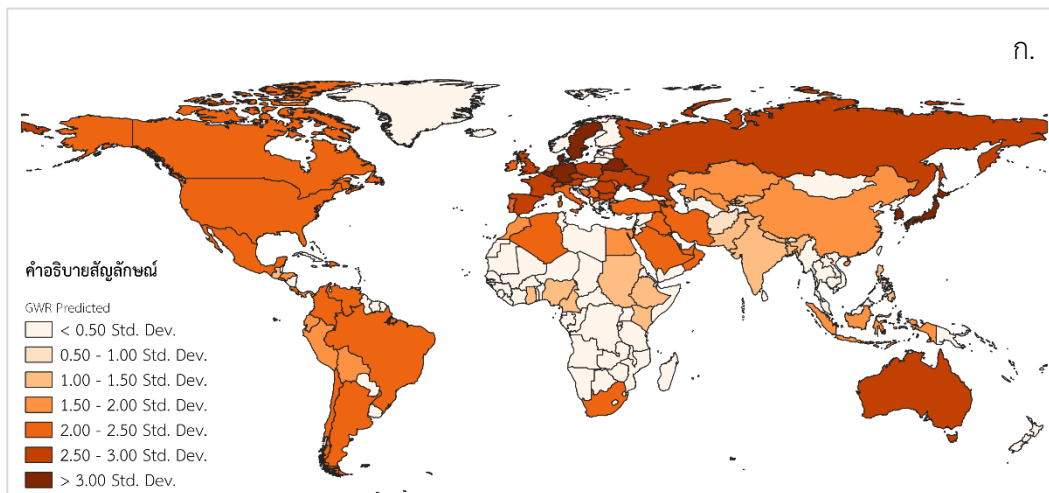
และสเปน ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ในโซนที่ 1 ตามตารางที่ 4.2 ข้างบน จากนั้น เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน - พฤษภาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายออกไปทางเหนือสู่พื้นที่โซนที่ 4 โดยมีประเทศที่มีการระบาดอย่างหนัก ประกอบด้วยรัสเซีย และสหราชอาณาจักร และเมื่อเข้าสู่เดือนสิงหาคม - กันยายน ก็ได้มีการระบาดกระจายไปทางใต้เข้าสู่ทวีปอเมริกาใต้และออสเตรเลีย ซึ่งอยู่ในพื้นที่โซนที่ 2 และ 3 โดยมีการระบาดมากในบราซิล เปรู ชิลี แอฟริกาใต้ และออสเตรเลีย

#### 4.2 การวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปรสำคัญที่มีต่อการระบาดของโควิด-๑๙ ของประเทศต่างๆ โดยใช้ตัวเลขแสดงระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ที่ได้จากการคำนวณของ China CDC (2020) วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 เป็น Dependent Field โดยมีระดับความเป็นเมือง (Urbanization) ของแต่ละประเทศ เป็น Explanatory Field 1 และลักษณะภูมิอากาศ (Climate) ที่กำหนดตามการแบ่งเขตอากาศของเคปเลอร์ เป็น Explanatory Field 2 ทำการวิเคราะห์ด้วย GWR ในโปรแกรม ArcMap โดยมีเงื่อนไขและผลลัพธ์เบื้องต้นปรากฏดังตารางที่ 4.1 ข้างล่าง โดยมีค่า Residual Squares = 73.392146, Effective Number = 16.69826, Sigma = 0.617779 และ  $R^2 = 0.789838$  และใช้ระดับการติดเชื้อพื้นฐาน  $R_0$  ที่ได้จากการคำนวณของ Hilton and Keeling (2020) เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2563 เป็น Dependent Field ส่วน Explanatory Field 1 และ 2 คงเดิม ผลลัพธ์เบื้องต้นที่ได้ปรากฏตามตารางที่ 4.1 มีค่า Residual Squares = 73.392146, Effective Number = 16.69826, Sigma = 0.617779 และ  $R^2 = 0.789838$

ตารางที่ 13 พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR ของการระบาดเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ และวันที่ 20 มิถุนายน 2563

Object ID	VARNAME	February 11	June 20
1	Bandwidth	60.650639	52.27381
2	Residual Squares	27.307107	73.392146
3	Effective Number	13.90094	16.69826
4	Sigma	0.374119	0.617779
5	AICc	192.253114	403.74487
6	$R^2$	0.90748	0.789838
7	$R^2$ Adjusted	0.901362	0.772681
8	Dependent Field 0		$R_0$
9	Explanatory Field 1		Urbanization
10	Explanatory Field 2		Climate



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ภาพที่ 6 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Predicted  
ก. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Predicted วันที่ 11 กุมภาพันธ์  
ข. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Predicted วันที่ 20 มิถุนายน  
All rights reserved

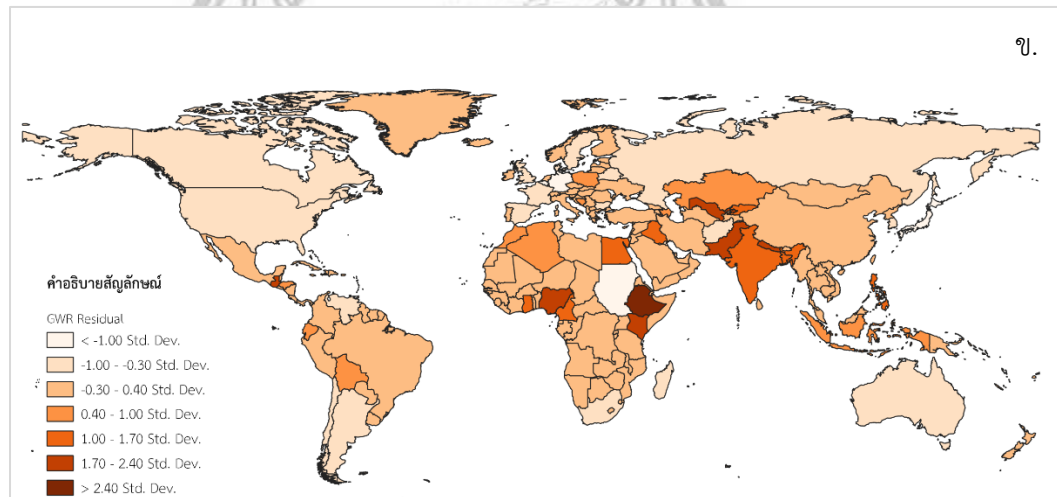
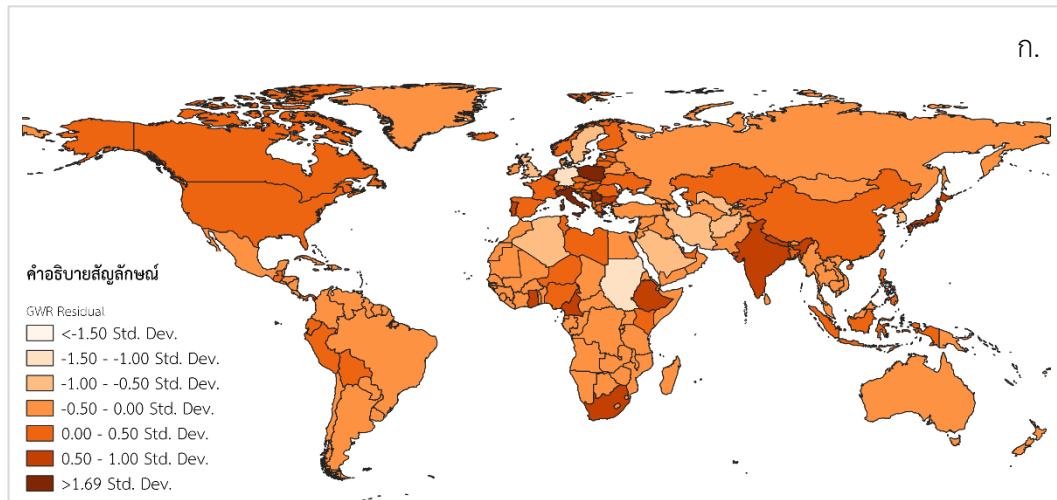
จากภาพที่ 6 แสดงผลลัพธ์ค่า GWR Predicted ที่ได้จากการทำนายของสมการถดถอย ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ผลลัพธ์ค่า GWR Predicted สามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับมากกว่า 3.0 Std. Dev. คือ ประเทศสวีเดน เบลารุส และ เยอรมนี
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 2.5 – 3.0 Std. Dev. เช่น ประเทศรัสเซีย ยูเครน และออสเตรเลีย
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 2.0 – 2.5 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปอเมริกาเหนือ และอเมริกาใต้ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และบราซิล
4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 1.5 – 2.0 Std. Dev. เช่น ประเทศจีน คาซัคสถาน และอุซเบกิสถาน
5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 1.0 – 1.5 Std. Dev. เช่น ประเทศอินเดีย ชูदान และเอธิโอเปีย
6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.5 – 1.0 Std. Dev. เช่น ประเทศอัฟกานิสถาน
7. กลุ่มที่เจ็ดเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า 0.5 Std. Dev. เช่น ประเทศมาดากัสการ์ และฟินแลนด์

ขณะที่วันที่ 20 มิถุนายนผลลัพธ์ค่า GWR Predicted ที่ได้จากการทำนายของสมการถดถอย สามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับมากกว่า 3.0 Std. Dev. คือ ประเทศรัสเซีย เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และอาร์เจนตินา
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 2.5 – 3.0 Std. Dev. เช่น ประเทศบราซิล สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย ซิลี และชาวอดิอาราเบีย
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 2.0 – 2.5 Std. Dev. เช่น ประเทศจีน แอลจีเรีย คาซัคสถาน ยูเครน โปแลนด์ และเยอรมนี
4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 1.5 – 2.0 Std. Dev. เช่น ประเทศปากีสถาน อินโดนีเซีย อียิปต์ และโรมาเนีย
5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 1.0 – 1.5 Std. Dev. เช่น ประเทศอินเดีย ชูदान และเอธิโอเปีย
6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.5 – 1.0 Std. Dev. เช่น ประเทศอัฟกานิสถาน
7. กลุ่มที่เจ็ดเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า 0.5 Std. Dev. เช่น ประเทศมาดากัสการ์





ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
 ภาพที่ 7 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Residual  
 ก. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Residual วันที่ 11 กุมภาพันธ์  
 ข. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Residual วันที่ 20 มิถุนายน

จากภาพที่ 7 แสดงผลลัพธ์ค่า GWR Residual ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดของการทำนายสัดส่วนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในแต่ละประเทศ โดยในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ผลลัพธ์ค่า GWR Residual สามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับมากกว่า (+1.00) Std. Dev. คือ ประเทศอิตาลี และโปแลนด์

2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (+0.50) – (+1.00) Std. Dev. เช่น ประเทศเอธิโอเปีย เนปาล และอินเดีย

3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (+0.50) – (0.00) Std. Dev. เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน คาซัคสถาน แคนาดา และสหรัฐอเมริกา

4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (-0.50) – (0.00) Std. Dev. เช่น ประเทศอินเดีย บังกลาเทศ อิหร่าน อียิปต์ และแคเมอรูน

5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (-1.00) – (-0.50) Std. Dev. เช่น ประเทศรัสเซีย บราซิล และออสเตรเลีย

6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (-1.50) – (-1.00) Std. Dev. เช่น ประเทศแอลจีเรีย ซาอุดีอาระเบีย และอิหร่าน

7. กลุ่มที่เจ็ดเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า (-1.50) Std. Dev. เช่น ประเทศชูดาน

ขณะที่วันที่ 20 มิถุนายน ผลลัพธ์ค่า GWR Predicted ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดของการทำนายสัดส่วนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในแต่ละประเทศ สามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับมากกว่า (+2.40) Std. Dev. คือ ประเทศเอธิโอเปีย

2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (+1.70) – (+2.40) Std. Dev. เช่น ประเทศปากีสถาน เนปาล และไนจีเรีย

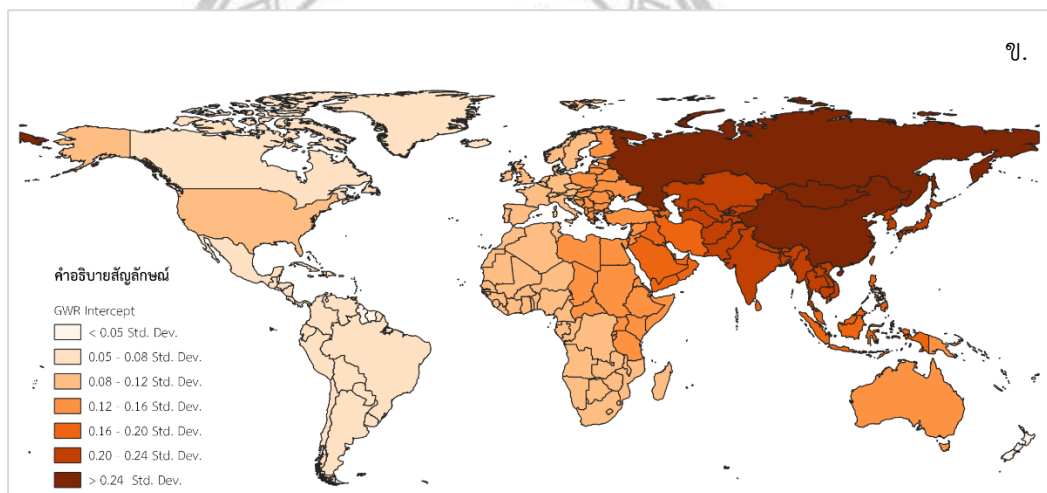
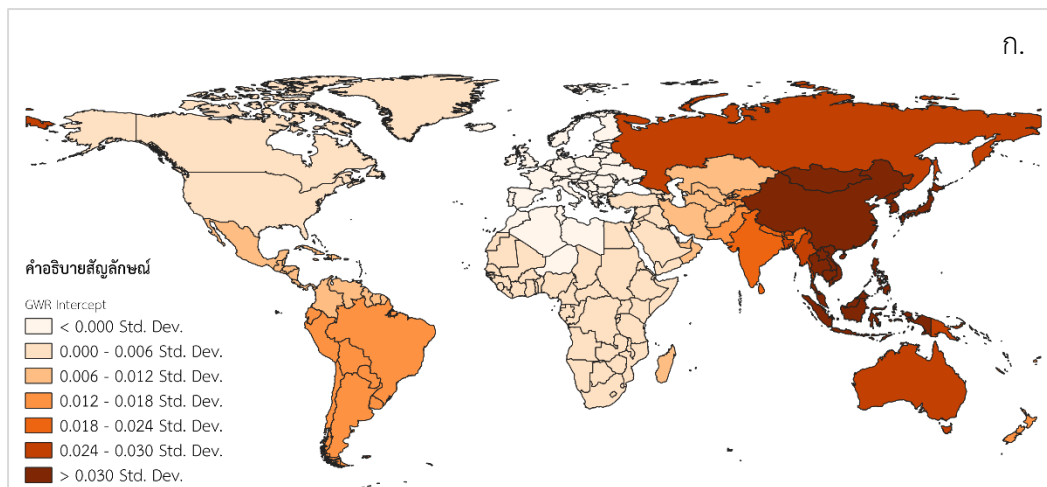
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (+1.00) – (+1.70) Std. Dev. เช่น ประเทศอินเดีย บังกลาเทศ อิหร่าน อียิปต์ และแคเมอรูน

4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (+0.40) – (+1.00) Std. Dev. เช่น ประเทศอินโดนีเซีย คาซัคสถาน แอลจีเรีย โมร็อกโก และโบลีเวีย

5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (-0.30) – (+0.40) Std. Dev. เช่น ประเทศจีน อิหร่าน อิตาลี เม็กซิโก และบราซิล

6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง (-1.00) – (-0.30) Std. Dev. เช่น ประเทศรัสเซีย ออสเตรเลีย แอฟริกา แคนาดา และสหรัฐอเมริกา

7. กลุ่มที่เจ็ดเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า (-1.00) Std. Dev. เช่น ประเทศชูดาน



ภาพที่ 8 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient Intercept

ก. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient Intercept วันที่ 11 กุมภาพันธ์

ข. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient Intercept วันที่ 20 มิถุนายน

จากภาพที่ 8 แสดงผลลัพธ์ค่า GWR Coefficient Intercept ที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าแต่ละประเทศมีสัดส่วนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 เริ่มต้นในสมการถดถอยเป็นเท่าไร โดยจัดกลุ่มตามขนาดความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ย โดยในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ผลลัพธ์ค่า GWR Residual สามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับมากกว่า 0.03 Std. Dev. ส่วนใหญ่อยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศอินโดนีเซีย สิงคโปร์ และฟิลิปปินส์
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.024 – 0.030 Std. Dev. เช่น ประเทศรัสเซีย และออสเตรเลีย
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.018 – 0.024 Std. Dev. เช่น ประเทศอินเดีย และเนปาล
4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.012 – 0.018 Std. Dev. และทวีปอเมริกาใต้ เช่น ประเทศบราซิล ชิลี และอาร์เจนตินา
5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.006 – 0.012 Std. Dev. ส่วนใหญ่อยู่ในแถบตะวันออกกลาง เช่น ประเทศอิหร่าน คาซัคสถาน อัฟกานิสถาน
6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.000 – 0.006 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปอเมริกาเหนือ เช่น ประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกา และทวีปแอฟริกา เช่น ประเทศซูดาน เอธิโอเปีย และแอฟริกาใต้
7. กลุ่มที่เจ็ดเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า 0.000 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปยุโรป เช่น ประเทศอิตาลี โปแลนด์ โปรตุเกส และสเปน

ขณะที่วันที่ 20 มิถุนายน ผลลัพธ์ค่า GWR Coefficient Intercept ที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าแต่ละประเทศมีสัดส่วนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 เริ่มต้นในสมการถดถอยเป็นเท่าไร โดยจัดกลุ่มตามขนาดความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ย สามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับมากกว่า 0.24 Std. Dev. ส่วนใหญ่อยู่ในทวีปเอเชีย เช่น ประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ อินเดีย และสิงคโปร์
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.20 – 0.24 Std. Dev. ส่วนใหญ่อยู่ในแถบตะวันออกกลาง เช่น ประเทศอิหร่าน กาตาร์ ซาอุดีอาระเบีย สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ และโอมาน
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.16 – 0.20 Std. Dev. เช่น ประเทศอิรัก อียิปต์ ซูดาน เอธิโอเปีย และเคนยา

4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.12 – 0.16 Std. Dev. ส่วนใหญ่อยู่ในทวีปยุโรป เช่น ประเทศอิตาลี ออสเตรีย โรมาเนีย สาธารณรัฐเช็ก และมอลโดวา และในทวีปแอฟริกา เช่น ประเทศไนจีเรีย แคเมอรูน และแอฟริกาใต้

5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.08 – 0.12 Std. Dev. เช่น ประเทศสวีเดน เยอรมนี ฝรั่งเศส โมร็อกโก และไอวอรีโคสต์

6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.05 – 0.18 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปอเมริกาเหนือและใต้ เช่น ประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกา กัวเตมาลา บราซิล โคลอมเบีย และเวเนซุเอลา

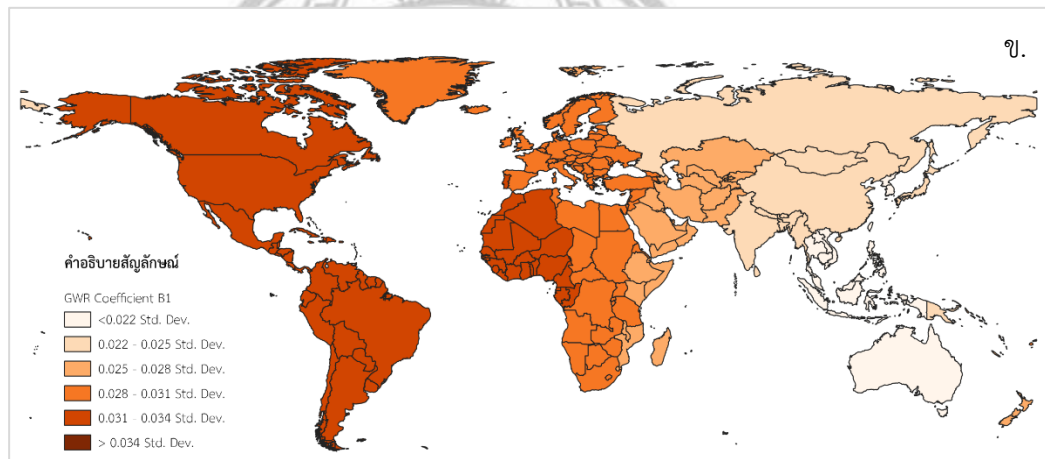
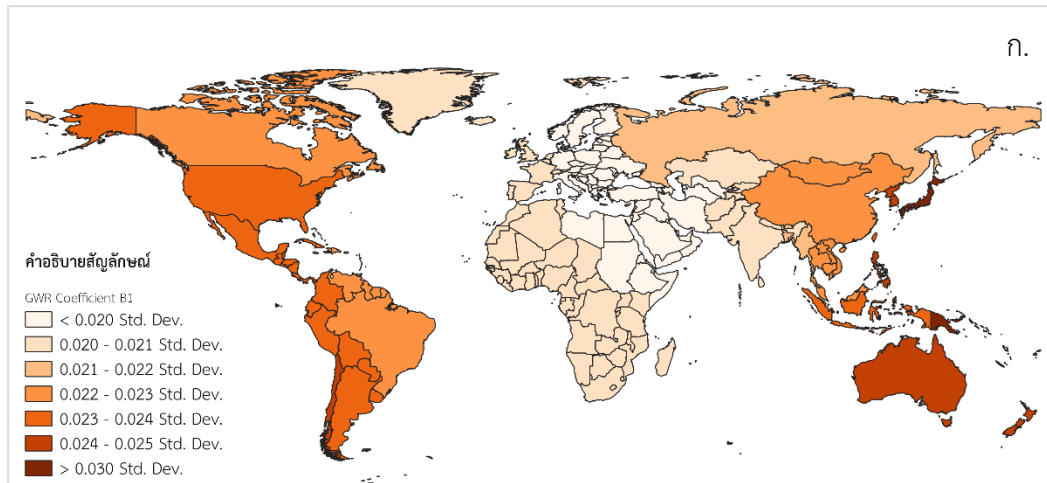
7. กลุ่มที่เจ็ดเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า 0.05 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปอเมริกาเหนือและใต้ เช่น ประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกา กัวเตมาลา บราซิล และเวเนซุเอลา



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาพที่ 9 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B1 ความเป็นเมือง

ก. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B1 ความเป็นเมือง วันที่ 11 กันยายน

ข. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B1 ความเป็นเมือง วันที่ 20 มิถุนายน

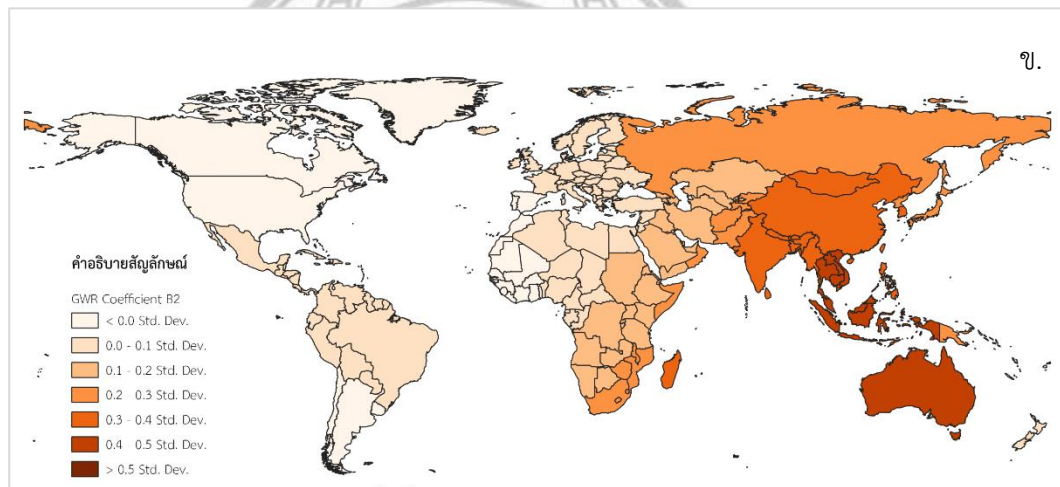
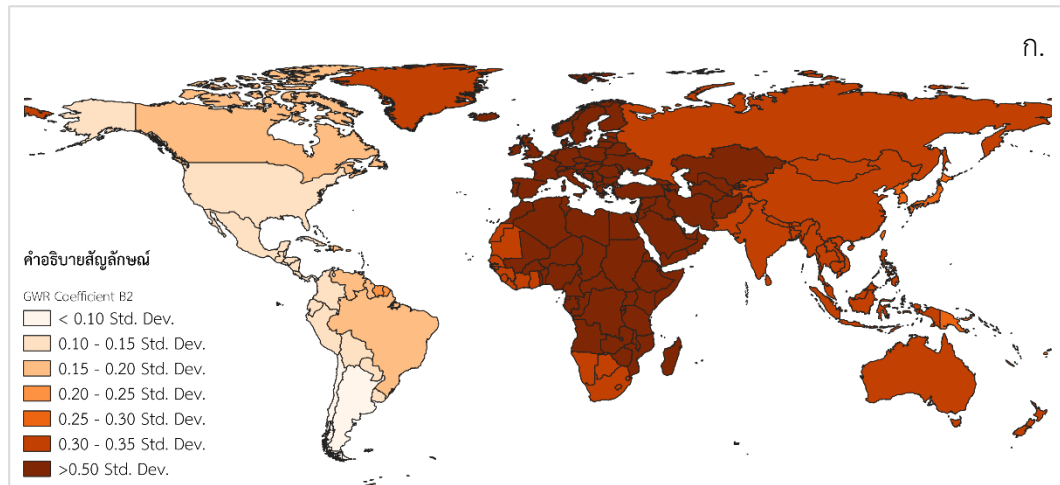
All rights reserved

จากภาพที่ 9 แสดงผลลัพธ์ค่า GWR Coefficient B1 ความเป็นเมือง หมายถึง ขนาดอิทธิพลตามสมการถดถอยของตัวแปรความเป็นเมืองที่มีต่อสัดส่วนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในแต่ละประเทศ แบ่งขนาดของอิทธิพลของความเป็นเมืองออกจากมากไปน้อย ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สามารถแบ่งได้ 5 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับมากกว่า 0.030 Std. Dev. เช่น ประเทศฟิลิปปินส์ และญี่ปุ่น
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.024 – 0.025 Std. Dev. เช่น ประเทศออสเตรเลีย
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.023 – 0.024 Std. Dev. เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และชิลี
4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.022 – 0.023 Std. Dev. เช่น ประเทศจีน แคนาดา เปรู และอาร์เจนตินา
5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.021 – 0.022 Std. Dev. เช่น ประเทศบราซิล และรัสเซีย
6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.020 – 0.021 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปแอฟริกา เช่น ประเทศแอฟริกาใต้ แอลจีเรีย และโมร็อกโก
7. กลุ่มที่เจ็ดมีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับน้อยกว่า 0.020 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปยุโรป เช่น ประเทศอิตาลี ออสเตรีย และสหราชอาณาจักร

ขณะที่วันที่ 20 มิถุนายน ผลลัพธ์ค่า GWR Coefficient B1 ความเป็นเมือง หมายถึง ขนาดอิทธิพลตามสมการถดถอยของตัวแปรความเป็นเมืองที่มีต่อสัดส่วนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในแต่ละประเทศ แบ่งขนาดของอิทธิพลของความเป็นเมืองออกจากมากไปน้อยได้ 5 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.031 – 0.034 Std. Dev. เป็นประเทศในทวีปอเมริกาเหนือและใต้ และบางส่วนของทวีปแอฟริกา เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา บราซิล ไนจีเรีย และโมร็อกโก
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.028 – 0.031 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในทวีปยุโรป และแอฟริกา เช่น ประเทศอิตาลี ฝรั่งเศส เบลารุส อียิปต์ และชูดาน
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.025 – 0.028 Std. Dev. ส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในแถบตะวันออกกลาง เช่น ประเทศอิหร่าน อิรัก อัฟกานิสถาน ปากีสถาน และคาซัคสถาน
4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.022 – 0.025 Std. Dev. เช่น ประเทศจีน รัสเซีย อินเดีย เนปาล และญี่ปุ่น
5. กลุ่มที่ห้ามีสัดส่วนผู้ติดเชื้ออยู่ที่ระดับน้อยกว่า 0.022 Std. Dev. คือ ประเทศเกาหลีใต้ อินโดนีเซีย และออสเตรเลีย



ภาพที่ 10 แผนที่แสดงพารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B2 เขตอากาศ  
 ก. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B2 เขตอากาศ วันที่ 11 กุมภาพันธ์  
 ข. พารามิเตอร์ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ GWR Coefficient B2 เขตอากาศ วันที่ 20 มิถุนายน

All rights reserved



จากภาพที่ 10 แสดงผลลัพธ์ค่า GWR Coefficient B2 เขตอากาศ หมายถึง ขนาดอิทธิพลตามสมการถดถอยของตัวแปรเขตอากาศที่มีต่อสัดส่วนผู้ติดเชื้อ SARS-CoV-2 ในแต่ละประเทศ แบ่งขนาดของอิทธิพลของเขตอากาศออกจากมากไปน้อย ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สามารถได้ 6 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อมากกว่า 0.35 Std. Dev. เช่น ประเทศอิรัก อิหร่าน ซาอุดีอาระเบีย และในทวีปแอฟริกา เช่น ประเทศแอลจีเรีย ชูดาน อียิปต์ และเอธิโอเปีย
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.30 – 0.35 Std. Dev. เช่น ประเทศจีน อินเดีย เนปาล และฟิลิปปินส์
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.25 – 0.30 Std. Dev. เช่น ประเทศเกาหลีใต้ และญี่ปุ่น
4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.15 – 0.20 Std. Dev. เช่น ประเทศบราซิล และแคนาดา
5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.10 – 0.15 Std. Dev. เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา เม็กซิโก และโบลิเวีย
6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า 0.10 Std. Dev. เช่น ประเทศชิลี และอาร์เจนตินา

ขณะที่วันที่ 20 มิถุนายน ผลลัพธ์ค่า GWR Coefficient B2 เขตอากาศ สามารถแบ่งขนาดของอิทธิพลของเขตอากาศออกจากมากไปน้อยได้ 6 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.4 – 0.5 Std. Dev. เช่น ประเทศออสเตรเลีย อินโดนีเซีย และสิงคโปร์
2. กลุ่มที่สองเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.3 – 0.4 Std. Dev. เช่น ประเทศจีน อินเดีย และเนปาล
3. กลุ่มที่สามเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.2 – 0.3 Std. Dev. เช่น ประเทศบราซิล และแคนาดา
4. กลุ่มที่สี่เป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.1 – 0.2 Std. Dev. เช่น ประเทศรัสเซีย อัฟกานิสถาน โอมาน และแอฟริกาใต้
5. กลุ่มที่ห้าเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อระหว่าง 0.0 – 0.1 Std. Dev. เช่น ประเทศคีร์กีซสถาน อิรัก ชูดาน และบราซิล
6. กลุ่มที่หกเป็นประเทศที่มีสัดส่วนผู้ติดเชื้อน้อยกว่า 0.0 Std. Dev. เช่น ประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกา ชิลี และอาร์เจนตินา

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแพร่ระบาดเชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙ ทำการกำหนดขอบเขตการวิจัยเป็นประเทศที่มีผู้ติดเชื้อสะสมสูง 80 ประเทศแรก โดยแบ่งเป็น 4 ทวีป คือ ทวีปเอเชียและออสเตรเลีย ยุโรป อเมริกาเหนือและใต้ และแอฟริกา ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเชิงพรรณนา ในการวิเคราะห์การระบาดของ SARS-CoV-2 การวิเคราะห์ช่วงเวลาของการระบาด รูปแบบเชิงพื้นที่ของการระบาดของโควิด - ๑๙ และการวิเคราะห์ถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ ผลวิจัยสรุปได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ช่วงเวลาของการระบาด พบว่าการระบาดระลอกที่ 1 เกิดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ในประเทศจีน เกาหลีใต้ อิตาลี ฝรั่งเศส และสเปน ระลอกที่ 2 เกิดการระบาดในเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ในประเทศจีน อิหร่าน อิสราเอล และญี่ปุ่น และการระบาดระลอกที่ 3 เกิดขึ้นในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ในประเทศเกาหลีใต้ สเปน เบลเยียม และออสเตรีย

การระบาดใหญ่ระลอกแรกของ SARS-CoV-2 ในทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย และยุโรป เกิดขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เดือนมีนาคม ทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ และแอฟริกา มีการระบาดเกิดขึ้นในช่วงเดือนมีนาคม ช่วงเวลาที่มีตัวเลขการติดเชื้อสูงสุดของ SARS-CoV-2 ในทวีปเอเชียส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม - กันยายน ในทวีปยุโรป ช่วงเวลาที่มีตัวเลขการติดเชื้อสูงสุดของ SARS-CoV-2 มีสองช่วงคือช่วงเดือนมีนาคม - พฤษภาคม และช่วงที่สองคือช่วงเดือนมิถุนายน - กันยายน ทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ ช่วงเวลาที่มีตัวเลขการติดเชื้อสูงสุดของ SARS-CoV-2 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม - กันยายน และทวีปแอฟริกา ช่วงเวลาที่มีตัวเลขการติดเชื้อสูงสุดของ SARS-CoV-2 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม

ในการศึกษาการแพร่ระบาดโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค โดยแบ่งตามเขตเวลา ได้ทำการจัดการแบ่งเขตพื้นที่การแพร่ระบาดออกเป็น 6 โซน ตามเขตลองจิจูด โซนละ 60 องศา นับจากตะวันออกสุด ไปยังตะวันตกสุด จากการศึกษาทำให้เห็นว่า โรคโควิด - ๑๙ ที่ถือกำเนิดขึ้นครั้งแรกที่สาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่ปลายปี 2562 และระบาดอย่างหนักตลอดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม และได้ระบาดไปยังประเทศโดยรอบ ที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และสิงคโปร์ ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ในโซนที่ 5 จากนั้น เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน - พฤษภาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายออกไปทางด้านตะวันตกสู่พื้นที่โซนที่ 4 และ 3 ซึ่งเป็นพื้นที่ในแถบตะวันออกกลาง และยุโรป โดยมีประเทศที่มีการระบาดอย่างหนักประกอบด้วย อิหร่าน อิตาลี ฝรั่งเศส และสหราชอาณาจักร และเมื่อเข้าสู่เดือนมิถุนายน - สิงหาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายไปทางด้านตะวันออกออกไปอีก โดยข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกเข้าสู่ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ซึ่งอยู่ในพื้นที่โซนที่ 2 โดยมีการระบาดมากในสหรัฐอเมริกา แคนาดา บราซิล และเปรู

ขณะเดียวกัน ประเทศที่อยู่ในโซนที่ 5 และ 4 ก็เริ่มมีการระบาดรอบที่ 2 คือสาธารณรัฐประชาชนจีน อิหร่าน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้

ในการศึกษาการแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค ที่แบ่งตามเขตอากาศ ได้ทำการจัดการแบ่งเขตพื้นที่การแพร่ระบาดออกเป็น 4 โซน ตามเขตละติจูด โซนละ 32 องศา นับจากเหนือสุด 84 องศาเหนือ ไปยังใต้สุด 80 องศาใต้ ซึ่งแต่ละโซนจะมีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน จากการศึกษา ทำให้เห็นว่า โรคโควิด - ๑๙ ที่เกิดการระบาดเริ่มต้นในสาธารณรัฐประชาชนจีนตลอดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม และได้ระบาดไปยังประเทศโดยรอบ ที่สำคัญคืออินเดีย อิหร่าน อิตาลี และสเปน ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ในโซนที่ 1 จากนั้น เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน - พฤษภาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายออกไปทางเหนือสู่พื้นที่โซนที่ 4 โดยมีประเทศที่มีการระบาดอย่างหนัก ประกอบด้วยรัสเซีย และสหราชอาณาจักร และเมื่อเข้าสู่เดือนสิงหาคม - กันยายน ก็ได้มีการระบาดกระจายไปทางใต้เข้าสู่ทวีปอเมริกาใต้ และออสเตรเลีย ซึ่งอยู่ในพื้นที่โซนที่ 2 และ 3 โดยมีการระบาดมากในบราซิล เปรู ชิลี แอฟริกาใต้ และออสเตรเลีย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับระดับความเป็นเมืองและสภาพภูมิอากาศด้วยวิธีการวิเคราะห์ GWR เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ R-Square, Residual Squares, AICc โดยกำหนดค่า AICc = 403.744875 และ Sigma = 0.617779 ทั้งนี้โดยภาพรวมสรุปได้ว่า ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ระดับความเป็นเมืองมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ขณะที่สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปแอฟริกาและในวันที่ 20 มิถุนายน ระดับความเป็นเมืองมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ และบางส่วนของทวีปแอฟริกา ขณะที่สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปออสเตรเลีย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สัดส่วนของการเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ติดเชื้อคาดการณ์ GWR Predicted ที่จะเกิดขึ้น คือ ทวีปออสเตรเลีย และประเทศรัสเซีย และในวันที่ 20 มิถุนายน สัดส่วนของการเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ติดเชื้อคาดการณ์ GWR Predicted ที่จะเกิดขึ้น คือ ประเทศรัสเซีย และอาร์เจนตินา ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สัดส่วนค่าเริ่มต้นของการทำนายสมการถดถอย GWR Intercept ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศจีน และฟิลิปปินส์ และในวันที่ 20 มิถุนายน สัดส่วนค่าเริ่มต้นของการทำนายสมการถดถอย GWR Intercept ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศรัสเซียและจีน ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สัดส่วนของความผิดพลาดจากการทำนายของสมการถดถอย GWR Residual ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศอินเดีย เนปาล และแอฟริกาใต้ และในวันที่ 20 มิถุนายน สัดส่วนของความผิดพลาดจากการทำนายของสมการถดถอย GWR Residual ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศเอธิโอเปีย

## 5.2 อภิปรายผล

ณ วันที่ 30 กันยายน 2563 การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด - ๑๙ ทั่วโลก มีจำนวนผู้ติดเชื้อสะสม 34,274,227 ราย รักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาล 7,566,362 ราย รักษาหายแล้ว 25,683,856 ราย

และเสียชีวิต 1,024,009 ราย ประเทศที่สถานการณ์การระบาดยังคงน่าเป็นห่วงคือประเทศสหรัฐอเมริกา บราซิล และอินเดีย

การที่ไม่ป้องกันตนเองในการแพร่เชื้อ หรือไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำเพื่อลดการระบาดของโควิด - ๑๙ ทำให้บางประเทศเกิดการระบาดระลอกที่ 2 และระลอกที่ 3 ตามมา ซึ่งการระบาดในระลอกที่ 2 เกิดการระบาดในเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ในประเทศจีน อิหร่าน อิสราเอล และญี่ปุ่น และการระบาดระลอกที่ 3 เกิดขึ้นในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ในประเทศเกาหลีใต้ สเปน เบลเยียม และออสเตรเลีย ทำให้หลายๆประเทศต้องมีการล็อกดาวน์ประเทศ และมีการค้นหาผู้ป่วยเชิงรุกเพื่อชะลอตัวเลขผู้ติดเชื้อ จึงสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานการป้องกัน ของตำราระบาดวิทยา การป้องกันเป็นพื้นฐานแนวคิดที่สำคัญของการดำเนินงานทางด้านสุขภาพ และสาธารณสุข ทำให้เข้าใจว่าการจัดการกับปัญหาสุขภาพแต่ละอย่างนั้นสามารถทำได้หลายวิธี และช่วยให้ตัดสินใจเลือกวิธีการหรือมาตรการที่เหมาะสมคุ้มค่าได้ การแก้ไขปัญหาทางด้านสุขภาพจึงมิใช่มีเพียงการตั้งรับหรือใช้วิธีการรักษา แต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังใช้การป้องกันนี้มาประยุกต์ใช้กับงานด้านสุขภาพเพื่อลดความสูญเสียทางด้านสุขภาพของคน และค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นได้ต่อไป ทำให้สามารถประยุกต์ใช้การป้องกันได้ตั้งแต่ยังไม่เกิดโรคจนถึงโรคนั้นๆ เกิดขึ้นแล้ว

การป้องกันขั้นที่ 2 ดำเนินการในกรณีที่ยังไม่มีอาการหรือมีอาการไม่ชัดเจน โดยอาจดำเนินการค้นหาการป่วยเชิงรุกหรือการคัดกรองโรค เพื่อให้พบผู้ป่วยในระยะเริ่มแรก ตั้งแต่ยังไม่มีอาการ แล้วให้การรักษาต่อไปทันทีที่ดังนั้น ในการป้องกันขั้นที่ 2 นี้มีขั้นตอนของการรักษาอยู่ด้วยเช่นเดียวกับการป้องกันขั้นที่ 3 แต่หากการรักษานั้นดำเนินการควบคู่ไปกับการค้นหาหรือกา คัดกรองโรคด้วย ถือว่าการรักษานั้นเป็นการป้องกันขั้นที่ 2 ส่วนการรักษาในลักษณะเชิงตั้งรับปกติที่สถานบริการด้านสุขภาพ โดยไม่มีการค้นหา/คัดกรองร่วมด้วย

ในการศึกษาการแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค โดยแบ่งตามเขตเวลา ทำให้เห็นว่า โรคโควิด -๑๙ ที่ถือกำเนิดขึ้นครั้งแรกที่สาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่ปลายปี 2562 และระบาดอย่างหนักตลอดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม และได้ระบาดไปยังประเทศโดยรอบ ที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และสิงคโปร์ ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ในโซนที่ 5 จากนั้น เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน - พฤษภาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายออกไปทางด้านตะวันตกสู่พื้นที่โซนที่ 4 และ 3 ซึ่งเป็นพื้นที่ในแถบตะวันออกกลาง และยุโรป และเมื่อเข้าสู่เดือนมิถุนายน - สิงหาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายไปทางด้านตะวันตกรวม โดยข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกเข้าสู่ทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ซึ่งอยู่ในพื้นที่โซนที่ 2 เมื่อมองเป็นภาพรวมสามารถสรุปได้ว่าเป็นการระบาดจากตะวันออกไปสู่ตะวันตก นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาการแพร่ระบาดของโรคโควิด - ๑๙ ในบริบทของภูมิศาสตร์ภูมิภาค ที่แบ่งตามเขตอากาศด้วย การศึกษาทำให้เห็นว่า โรคโควิด -๑๙ ที่เกิดการระบาดเริ่มต้นในสาธารณรัฐประชาชนจีนตลอดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม และได้ระบาดไปยังประเทศโดยรอบ ที่สำคัญคืออินเดีย อิหร่าน อิตาลี และสเปน ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ในโซนที่ 1 จากนั้น เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน - พฤษภาคม ก็ได้มีการระบาดกระจายออกไปทางเหนือสู่พื้นที่โซนที่ 4 และเมื่อเข้าสู่เดือนสิงหาคม - กันยายน ก็ได้มีการระบาดกระจายไปทางใต้เข้าสู่ทวีปอเมริกาใต้และออสเตรเลีย ซึ่งอยู่ในพื้นที่โซนที่ 2 และ 3 หากมองในภาพรวม สามารถสรุปได้ว่าเป็นการระบาดจากเขตอากาศร้อนไปยังเขตอากาศอบอุ่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เป็นความร่วมมือระหว่างคณะแพทยศาสตร์และมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ (University of Maryland) สหรัฐอเมริกา กับมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์แห่งชีราซ (Shiraz

University of Medical Sciences) และมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์แห่งชาฮีด เบเฮชติ (Shaheed Beheshti University of Medical Sciences) สาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยในการแพร่กระจายของโรคร้ายโควิด - ๑๙ ผลการวิจัย ชี้ให้เห็นว่า จนถึงวันที่ 5 มีนาคม 2563 การแพร่กระจายในชุมชนที่สำคัญของโลก เกิดขึ้นอย่างสอดคล้องกันทั้งด้านตะวันออกและตะวันตก โดยศูนย์กลางแห่งใหม่ของการระบาดของโรคทั้งหมดนั้น ตั้งอยู่ในย่านพื้นที่ระหว่างลติจูด 30-50 องศาเหนือ” นับตั้งแต่เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น อิหร่าน และตอนเหนือของอิตาลี หลังการระบาดอย่างไม่คาดคิดในอิหร่าน โมฮัมหมัด ซาจาดี (Mohammad M. Sajadi) และคณะนักวิจัย (2020) เริ่มทำแผนที่ชุนนี้ตั้งปลายเดือนกุมภาพันธ์ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา พื้นที่ใหม่ที่มีการระบาดเข้าไปในชุมชนที่สำคัญ ได้แก่ พื้นที่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา และประเทศฝรั่งเศส ขณะเดียวกันโควิด - ๑๙ ก็ไม่สามารถแพร่กระจายเข้าไปยังพื้นที่ทางเหนือและทางใต้ของประเทศจีนอย่างมีนัยสำคัญ จำนวนผู้ป่วยและรายงานผู้เสียชีวิตในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้นน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคที่มีอากาศอบอุ่นดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับระดับความเป็นเมืองและสภาพภูมิอากาศด้วยวิธีการวิเคราะห์ GWR เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ R-Square, Residual Squares, AICc โดยกำหนดค่า AICc = 403.744875 และ Sigma = 0.617779 ทั้งนี้โดยภาพรวมสรุปได้ว่า ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ระดับความเป็นเมืองมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ขณะที่สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปแอฟริกาและในวันที่ 20 มิถุนายน ระดับความเป็นเมืองมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ และบางส่วนของทวีปแอฟริกา ขณะที่สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการติดเชื้อมากในพื้นที่ของทวีปออสเตรเลีย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สัดส่วนของการเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ติดเชื้อมาก การ GWR Predicted ที่จะเกิดขึ้น คือ ทวีปออสเตรเลีย และประเทศรัสเซีย และในวันที่ 20 มิถุนายน สัดส่วนของการเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ติดเชื้อมาก การ GWR Predicted ที่จะเกิดขึ้น คือ ประเทศรัสเซีย และอาร์เจนตินา ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สัดส่วนค่าเริ่มต้นของการทำนายสมการถดถอย GWR Intercept ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศจีน และฟิลิปปินส์ และในวันที่ 20 มิถุนายน สัดส่วนค่าเริ่มต้นของการทำนายสมการถดถอย GWR Intercept ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศรัสเซียและจีน ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ สัดส่วนของความผิดพลาดจากการทำนายของสมการถดถอย GWR Residual ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศอินเดีย เนปาล และแอฟริกาใต้ และในวันที่ 20 มิถุนายน สัดส่วนของความผิดพลาดจากการทำนายของสมการถดถอย GWR Residual ส่วนมากอยู่ในพื้นที่ของประเทศเอธิโอเปีย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dayun Kang et al. (2020). ที่ได้อธิบายรูปแบบเชิงพื้นที่ และวัดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของระยะแรกของการระบาดของโควิด - ๑๙ ในสาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่วันที่ 16 มกราคมถึง 6 กุมภาพันธ์ 2563 การศึกษาครั้งนี้สำรวจพลวัตการแพร่ระบาดเชิงพื้นที่ของโควิด - ๑๙ ในจีนแผ่นดินใหญ่ สถิติเชิงพื้นที่ของ Moran's I ที่มีค่าจำกัดความต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ในการทดสอบเพื่อตรวจสอบว่ามีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของการติดโควิด - ๑๙ หรือไม่ ผลการศึกษาพบว่าโมเดลส่วนใหญ่ยกเว้นโมเดลการเชื่อมต่อที่ใช้การดูแลทางการแพทย์ระบุว่ามีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่สำคัญของการติดเชื้อโควิด - ๑๙ ตั้งแต่วันที่ 22 มกราคม 2563

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. มีตัวแปรทางภูมิศาสตร์ประชากรอีกหลายตัว เป็นต้นว่า คุณภาพการศึกษา ความยากจน ชาติพันธุ์ ระเบิดการปกครอง การอพยพเข้า-ออก ฯลฯ ที่จะส่งผลต่อความอ่อนแอเพราะบางง่ายต่อการติดเชื้อของประชาชน ที่ควรนำเข้ามาพิจารณาเพิ่มเติม ให้สมการ GWR มีค่า R-Square สูงขึ้น สามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานของแต่ละประเทศได้ดียิ่งขึ้น

2. จากผลการวิจัยครั้งนี้ ที่พบว่า สถานการณ์ระบาดของโควิด - ๑๙ ในแต่ละประเทศมีลักษณะที่ไม่น่าไว้วางใจ บางประเทศมีการระบาดอย่างหนัก นอกจากนี้บางประเทศยังมีการระบาดระลอกที่ 2 และระลอกที่ 3 ตามมาด้วย ดังนั้น การจัดการป้องกันและควบคุมการระบาดของโรคโควิด-๑๙ ของแต่ละประเทศจึงควรมีมาตรการที่เข้มงวด เช่น การออกมาตรการล็อกดาวน์โดยออกเป็นกฎหมาย และบังคับใช้อย่างเข้มงวด



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
Copyright by Naresuan University  
All rights reserved

### บรรณานุกรม

- พันธ์ชัย รัตนสุวรรณ. (2561). **ตำราระบาดวิทยา**. สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.  
 ัญญาลักษณ์ จันทร์สมบัติ และพัฒนา ราชวงศ์. (2563). **โควิด - ๑๙ ไวรัสหยุดโลก**. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์  
 รัตนสุวรรณการพิมพ์.
- องค์การอนามัยโลก. (2563). **Coronavirus disease (COVID-19) Situation reports**. สืบค้น  
 ระหว่างวันที่ 3 มีนาคม – 30 กันยายน 2563 จากเว็บไซต์  
<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>
- อัมพวัลย์ คำเชียงใหม่. (2560). **การวิเคราะห์การกระจายคนพิการของประเทศไทยด้วยการถดถอยแบบ  
 ถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
- Chen, Deliang. and Chen, Hans Weiteng. (2013). **Using the Köppen classification to  
 quantify climate variation and change: An example for 1901–2010**.  
 Environmental Development. Volume 6, April.: pp. 69-79.
- Clark, Andrew., Jit, Mark., Warren-Gash, Charlotte., Guthrie, Bruce., Wang, Harry H X.,  
 Mercer, Stewart W., Sanderson, Colin., McKee, Martin., Troeger, Christopher., Ong,  
 Kanyin L., Checchi, Francesco., Perel, Pablo., Joseph, Sarah., Gibbs, Hamish P.,  
 Banerjee, mitava., and Eggo, Rosalind M. (2020). **Global, regional, and national  
 estimates of the population at increased risk of severe COVID-19 due to  
 underlying health conditions in 2020: a modelling study**. The lancet Global  
 Health. 8(8 AUGUST):. pp. E1003-E1017. doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30264-3
- Delamater Paul L., Street Erica J., Leslie Timothy F., Yang Y. Tony., and Jacobsen Kathryn  
 H. (2019). **Complexity of the Basic Reproduction Number ( $R_0$ )**. Emerging  
 Infectious Diseases Journal. Volume 25, January.: pp.1-3.  
[doi.org/10.3201/eid2501.171901](https://doi.org/10.3201/eid2501.171901)
- Hilton, Joe. and Keeling, Matt J. (2020). **Appendix to Estimation of country-level basic  
 reproductive ratios for novel Coronavirus (SARS-CoV-2/COVID-19) using  
 synthetic contact matrices**. Plos computational Biology. July.: pp. 7-8.  
[doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008031](https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008031)
- Kang, Dayun., Choi, Hyunho., Kim, Jong-Hun., and Choi, Jungsoon. (2020). **Spatial epidemic  
 dynamics of the COVID-19 outbreak in China**. International Journal of Infectious  
 Diseases. Volume 94, May.: pp. 96-102.



- Our world in data (2563). **ร้อยละของประชากรที่อยู่ในเขตเมือง** สืบค้นเมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2563 จากเว็บไซต์ <https://ourworldindata.org/urbanization>
- Sajadi, Mohammad M., Habibzadeh, Parham., Vintzileos, Augustin., Shokouhi, Shervin., Miralles-Wilhelm, Fernando. and Amoroso, Anthony. (2020). **Temperature and latitude analysis to predict potential spread and seasonality for COVID-19.** Social Science Research Network. doi.org/10.2139/ssrn.3550308.
- South China Morning Post. (2563). **Coronavirus: the disease Covid-19 explained.** สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2563 จากเว็บไซต์ <https://multimedia.scmp.com>
- World meters (2563). **COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC.** สืบค้นระหว่างวันที่ 3 มีนาคม – 30 กันยายน 2563 จากเว็บไซต์ <https://www.worldometers.info>
- Zimmer, Katarina. (2020). **“Why R0 Is Problematic for Predicting COVID – 19 Spread.”** The Scientist: Exploring life, Inspiring Innovation. (July/August). Available on [www.the-scientist.com](http://www.the-scientist.com), July 13.



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
 Copyright by Naresuan University  
 All rights reserved

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล  
วัน เดือน ปีเกิด  
ที่อยู่ปัจจุบัน  
ประวัติการศึกษา

2563

2559

จิรัญญา ด้วงฟู

1 มกราคม 2542

98 หมู่ที่ 2 ตำบลบึงกอก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก 65140

วท.บ. (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร

โรงเรียนพุทธชินราชพิทยา



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved