

รายงานความก้าวหน้า

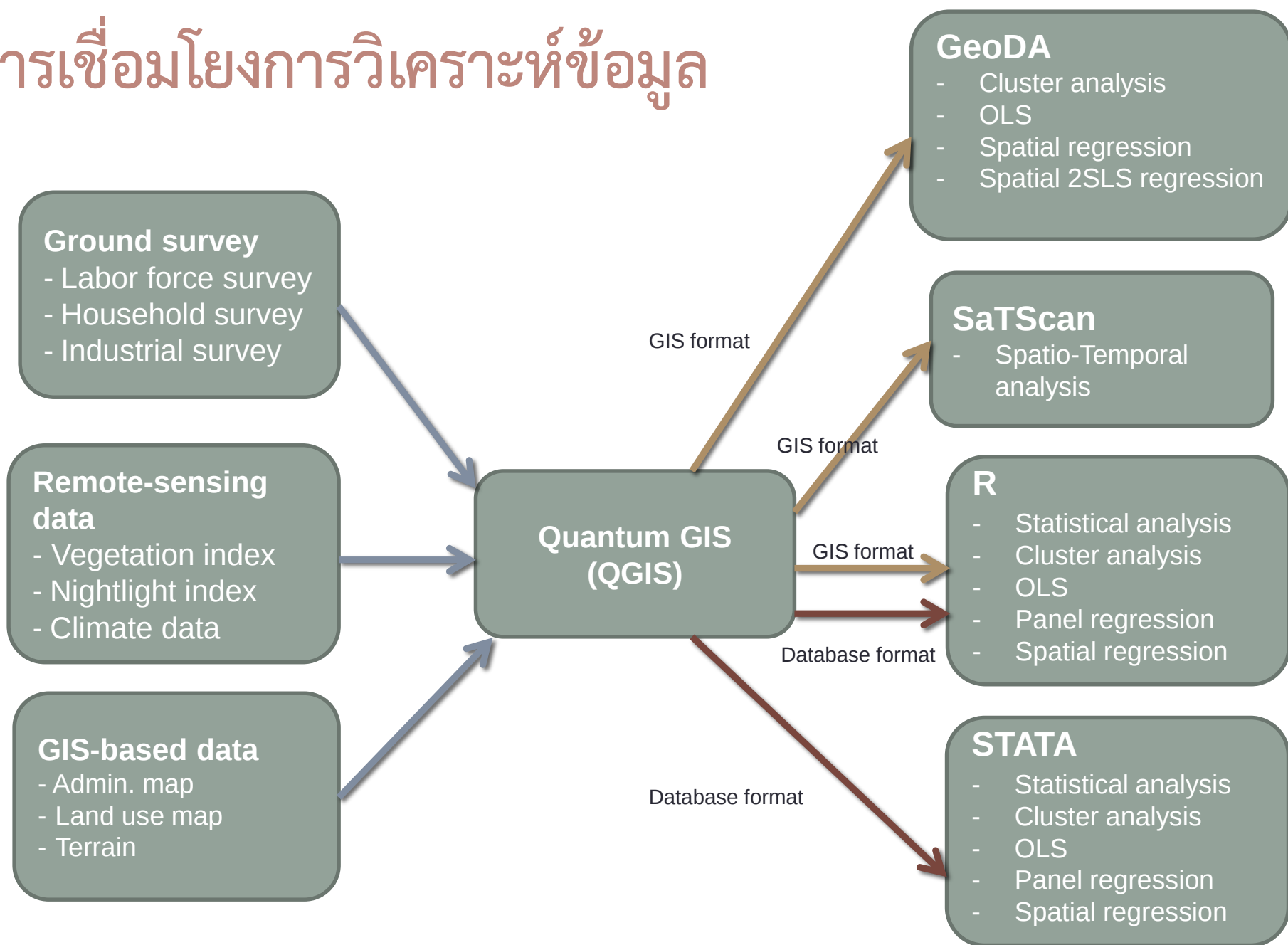
การวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำในประเทศไทยโดย ใช้ข้อมูลดาวเทียมและภูมิสารสนเทศ

โดยการสนับสนุนของ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (เริ่มโครงการ เมษายน 2562)

ศูนย์วิจัยความเหลื่อมล้ำและนโยบายสังคม
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



การเชื่อมโยงการวิเคราะห์ข้อมูล



เนื้อหาหลัก

(1) การรวบรวมข้อมูล

(1.1) การปรับข้อมูลสำรวจ/สำมะโนของ สสช. ให้อยู่ในรูป GIS

(1.2) การรวบรวมข้อมูลดาวเทียมจาก Google Earth Engine

(2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยภูมิสถิติและเศรษฐมิติ

(2.1) Univariate cluster analysis

(2.2) Bivariate cluster analysis

(2.3) Regression analysis

(1) การรวบรวมข้อมูล

(1.1) การปรับข้อมูลสำรวจ/สำมะโนของ สสช. ให้อยู่ในรูป GIS

(1.2) การรวบรวมข้อมูลดาวเทียมจาก Google Earth Engine

(1) การรวบรวมข้อมูล

(1.1) การปรับข้อมูลสำรวจ/สำมะโนของ สสช. ให้อยู่ในรูป GIS

- **สำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน (SocioEconomic Survey (SES))**
 - ข้อมูลรายจ่ายสำรวจทุกปี แต่ข้อมูลรายรับสำรวจทุกๆ 2 ปี
 - มีรายละเอียดเปิดเผยต่อสาธารณะในระดับจังหวัด
 - เชื่อมกับแผนที่ GIS ได้ โดยการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยและค่ารวมรายจังหวัด
- **สำรวจภาวะการทำงานของประชากร (Labor Force Survey (LFS))**
 - สำรวจทุกไตรมาส
 - มีรายละเอียดเปิดเผยต่อสาธารณะในระดับจังหวัด
 - เชื่อมกับแผนที่ GIS ได้ โดยการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยและค่ารวมรายจังหวัด
- **สำมะโนอุตสาหกรรม (Industrial Census)**
 - สำรวจทุก 10 ปี
 - มีรายละเอียดเปิดเผยต่อสาธารณะในระดับจังหวัด
 - เชื่อมกับแผนที่ GIS ได้ โดยการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยและค่ารวมรายจังหวัด

(1) การรวบรวมข้อมูล

(1.2) การรวบรวมข้อมูลดาวเทียมจาก Google Earth Engine

- Google Earth Engine เป็นบริการข้อมูลดาวเทียมจาก Google โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
- ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ทั้งในลักษณะของการเลือกภาพถ่ายจากเมนูของข้อมูล (explorer.earthengine.google.com) หรือใช้การเขียน code เพื่อเลือกข้อมูลรวมถึงปรับแต่งข้อมูลให้ตรงกับความต้องการมากที่สุด (code.earthengine.google.com)

รูปแบบของการใช้งานบน explorer.earthengine.google.com

The screenshot displays the Google Earth Engine Explorer web application. The main interface includes a search bar at the top, a left sidebar with a list of datasets, and a central map area. A configuration panel for the selected dataset, 'MYD09Q1 Surface Reflectance 8-Day L3 Global', is open over the map. This panel allows users to set the time range (Oct 24, 2015 - Nov 1, 2015), visualization type (3 bands RGB), and band selection (sur_refl_b02, sur_refl_b02, sur_refl_b01). It also includes sliders for range and opacity, and buttons for saving or applying changes. The map in the background shows a global view with the dataset's data overlaid on the landmasses.

Google Earth Engine

Search Places, Keywords, Tables, or Asset IDs...

Send feedback user@example.com

Explorer

Manage workspace Staging

Data Catalog Workspace

Data

- MYD09Q1 Surface Reflectance 8-Day L3 Glob...
- SRTM Digital Elevation Data 30m
- Landsat TOA Percentile Composite

Add data Add computation

Analysis: None

MYD09Q1 Surface Reflectance 8-Day L...

Jul Aug Sep Oct

Oct 24, 2015 - Nov 1, 2015

Jump to date

Visualization

☐ 1 band (Grayscale) ☒ 3 bands (RGB)

sur_refl_b02 sur_refl_b02 sur_refl_b01

Range

-100 - 8000 Custom

Opacity 1.00 Gamma Palto 1.00

Save Apply Cancel

Map Satellite

North Atlantic Ocean

Indian Ocean

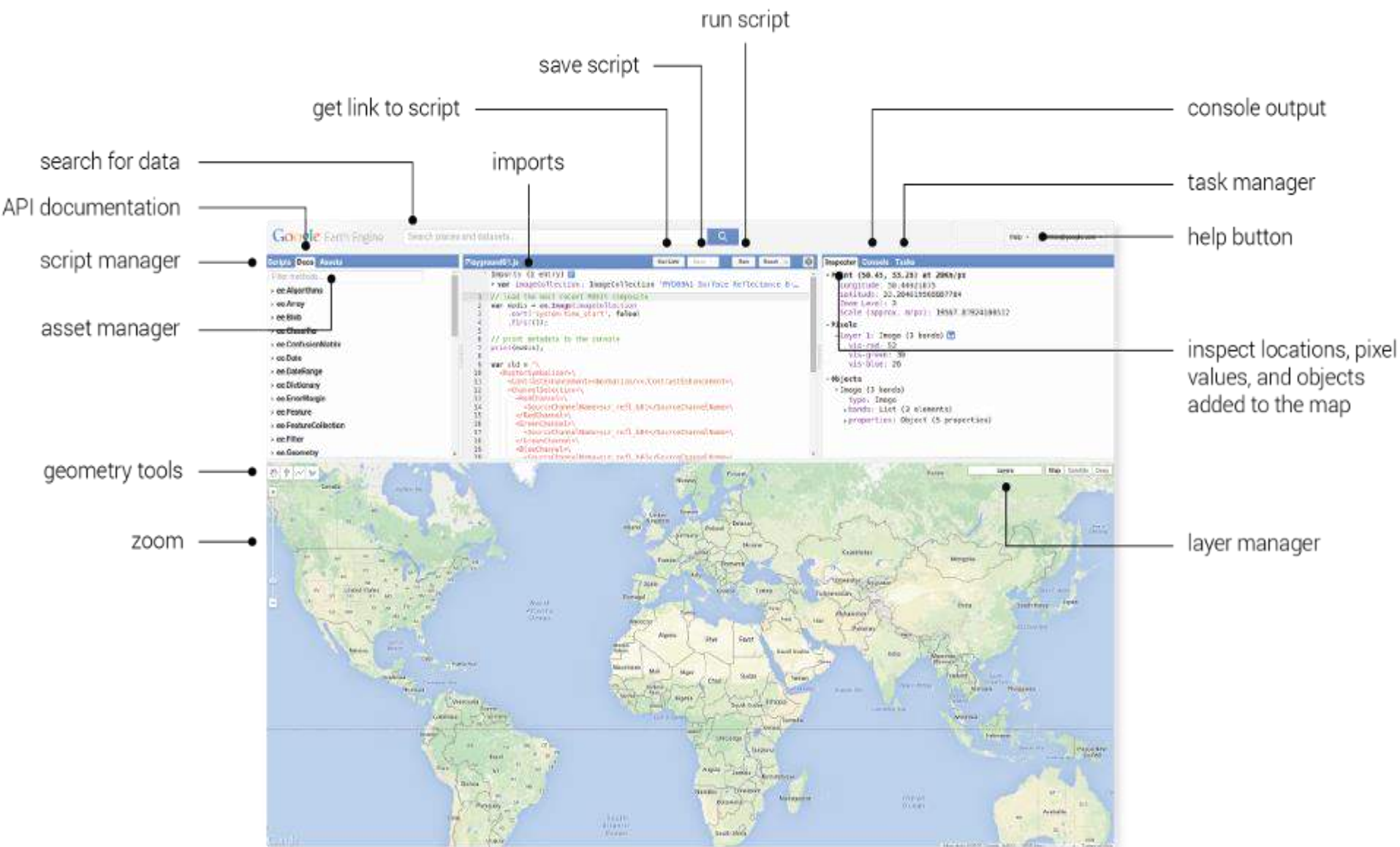
South Atlantic Ocean

Southern Ocean

Google

1000 km Terms of Use Report a map error

รูปแบบของการใช้งานบน code.earthengine.google.com



ตัวอย่างข้อมูลบน Google Earth Engine

Surface Temperature

- MODIS, ASTER, AVHRR, and Landsat thermal data.

Climate

- NCEP/NCAR, NLDAS-2, GridMET, MACAv2-METDATA and the NASA Earth Exchange's Downscaled Climate Projections.

Atmospheric

- Ozone data from NASA's TOMS and OMI instruments and the MODIS Monthly Gridded Atmospheric Product

Weather

- NOAA's Global Forecast System (GFS) and the NCEP Climate Forecast System (CFSv2)

Landsat

- Landsat, a joint program of the USGS and NASA, has been observing the Earth continuously from 1972 through the present day with 30-meter resolution.

ตัวอย่างข้อมูลบน Google Earth Engine (ต่อ)

High-Resolution Imagery

- The US National Agriculture Imagery Program (NAIP) offers aerial image data of the US at one-meter resolution.

Terrain

- Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) data at 30-meter resolution and WWF's HydroSHEDS hydrology database.

Land Cover

- MODIS, ESA's GlobCover, and the USGS National Land Cover Database.

Cropland

- Global Food Security-Support Analysis Data (GFSAD) including cropland extent, crop dominance, and watering sources.

Nighttime Light

- Defense Meteorological Satellite Program's Operational Linescan System (DMSP-OLS)

ตัวอย่าง Google Earth Engine Code

(1) Monthly Water Presence ** (map)

<https://code.earthengine.google.com/fff7e941b641cd464af99f19418a5db3>

(2) Monthly Water Presence ** (time series)

<https://code.earthengine.google.com/95989e98338199a234bbd816d27e9aed>

(3) Nighttime Light ** (time series)

<https://code.earthengine.google.com/34ff212c79a46bd20d594886812a0e78>

(4) Land Surface Temperature

<https://code.earthengine.google.com/84d4e2c195b93217c7cc133327e1acef>

(5) Rainfall

<https://code.earthengine.google.com/b5311768218ef4bcf6ea0bb4bbf204de>

(6) NDVI ** (Vegetation Index)

<https://code.earthengine.google.com/acb476f99053b259959ae48282f92a4c>

ตัวอย่าง Google Earth Engine Code

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. At the top, the 'Google Earth Engine' logo is on the left, and a search bar with the text 'Search places and datasets...' is in the center. On the right, there are links for 'Help' and a user profile 'nattapong@econ.tu.ac.th'.

The left sidebar contains a 'Scripts' tab with a 'Filter scripts...' search bar and a 'NEW' button. Below this, a list of scripts is shown under the owner 'users/nattapong/NDVI', including 'Area Computation', 'Bangkok_Nighttime Light', 'DMSP OLS', 'Example_where()_command', 'LA_Low NDVI and low NDVI', 'LandSurfaceTemp', 'MODIS Classification', 'MODIS Land Cover Yearly Global 500m', 'Nattapong_GIS_Province_LST', and 'Nattapong TH GIS Province'.

The main area shows a script titled 'TH_NDVI *'. The code is as follows:

```
17 var TS5 = Chart.image.seriesByRegion(collection01, small_region, ee.Reducer.mean(), 'NDVI', 500, 'system:time_start')
18   title: 'NDVI Long-Term Time Series',
19   vAxis: {title: 'NDVI'}),
20
21 print(TS5);
22 //Short-Term Time Series
23 var TS1 = Chart.image.seriesByRegion(collection01, small_region, ee.Reducer.mean(), 'NDVI', 500, 'system:time_start')
24   title: 'NDVI Short-Term Time Series',
25   vAxis: {title: 'NDVI'}),
26
27 print(TS1);
28 //Set Center of Map & Add Clipped Image Layer + Global NDVI
29 Map.setCenter(102, 15, 5); //long, lat, zoom
30 Map.addLayer(clipped01, {min: 0.0, max: 1, palette: ['FFFFFF', 'CC9966', 'CC9900', '996600', '33CC00', '009900', '006600']});
31 Map.addLayer(collection01, {min: 0.0, max: 1, palette: ['FFFFFF', 'CC9966', 'CC9900', '996600', '33CC00', '009900', '006600']});
32
```

On the right, there are buttons for 'Get Link', 'Save', 'Run', and 'Reset'. Below these is the 'Inspector' and 'Console' tab, with a message: 'Click on the map to inspect the layers.'

The bottom half of the image shows a map of Southeast Asia. A purple rectangular region is highlighted in central Thailand, covering parts of Chiang Mai, Lamphun, and Lampang provinces. The map includes labels for various cities and regions in Thai and English, such as 'เชียงใหม่ (Phimai)', 'กรุงเทพฯ', 'Bangkok', 'Mumbai', 'Pune', 'Bengaluru', 'Chennai', 'Mysuru', 'Kochi', 'Kerala', 'Andaman Sea', 'Gulf of Thailand', 'Hanoi', 'Hong Kong', 'Manila', 'Lungsod ng Cebu', and 'Hanoi'. The Google logo is in the bottom left corner, and a scale bar indicating '200 km' is in the bottom right.

No	Data	Satellite	Data Full Name	Resolution	Area (approximate)	Data availability	Duration	Frequency	Code
1	Rainfall	N/A	CHIRPS Pentad: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data (version 2.0 final)	0.05 arc degree	110 m^2/Pixel	Jan 1, 1981 - Jul 26, 2019	38y	Monthly	https://code.earthengine.google.com/624e8e9939f08deb9712d79eb1707696
2	Nighttime Light (Old)	DMSP OLS	DMSP OLS: Nighttime Lights Time Series Version 4, Defense Meteorological Program Operational Linescan System	30 arc seconds	1 km^2/Pixel	Jan 1, 1992 - Jan 1, 2014	27y	Yearly	https://code.earthengine.google.com/f584736a43975d74a44f30df4277af26
3	Nighttime Light (New)	VIIRS	VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1	15 arc seconds	375 m^2/Pixel	Apr 1, 2012 - Jun 1, 2019	8y	Monthly	https://code.earthengine.google.com/d3defb13283179b6b28035e497d91da0
4	Land Surface Temperature (day)	MODIS	MOD11A1.006 Terra Land Surface Temperature and Emissivity Daily Global 1km	30 arc seconds	1 km^2/Pixel	Mar 5, 2000 - Aug 22, 2019	20y	Daily	https://code.earthengine.google.com/83089f5a235b5c2907118347ec16424b
5	Land Surface Temperature (Night)	MODIS	MOD11A2.006 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km	30 arc seconds	1 km^2/Pixel	Mar 5, 2000 - Aug 13, 2019	20y	8 day	https://code.earthengine.google.com/a37f9c87899bae30bf9f7a1ab97bf572
6	The Normalized Difference Vegetation (NDVI)	MODIS	MODIS Combined 16-Day NDVI	15 arc seconds	375 m^2/Pixel	Feb 18, 2000 - Mar 14, 2017	18y	16 day	https://code.earthengine.google.com/28e8783964814b08b7dd545c7484b628

(2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยภูมิสถิติและเศรษฐมิติ

(2.1) Univariate cluster analysis

(2.2) Bivariate cluster analysis

(2.3) Regression analysis

(2.1) Univariate Cluster Analysis

การทดสอบคุณลักษณะการกระจุกตัว/กระจายตัวของข้อมูลโดยใช้เครื่องมือทางภูมิสถิติ (Spatial Statistics) เช่น Local Indicators of Spatial Association (LISA) หรือ Getis-Ord G_i^* statistics

2.1.1 รายได้ครัวเรือน (ข้อมูล SES)

2.1.2 รายได้ของแรงงาน (ข้อมูล LFS)

2.1.3 การสร้างมูลค่าเพิ่มของผู้ประกอบการ (ข้อมูล Industrial Census)

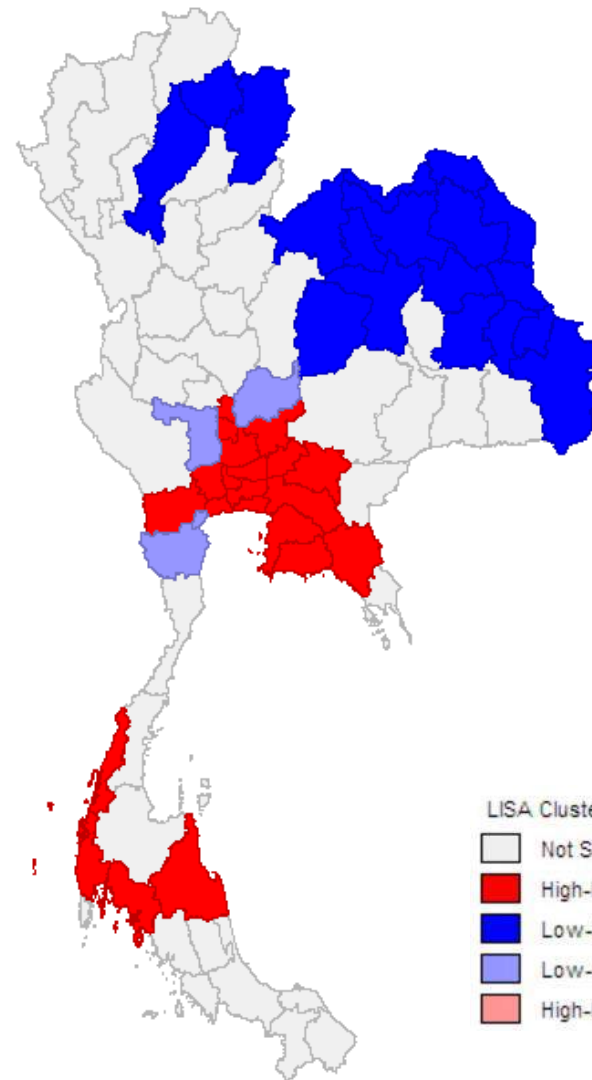
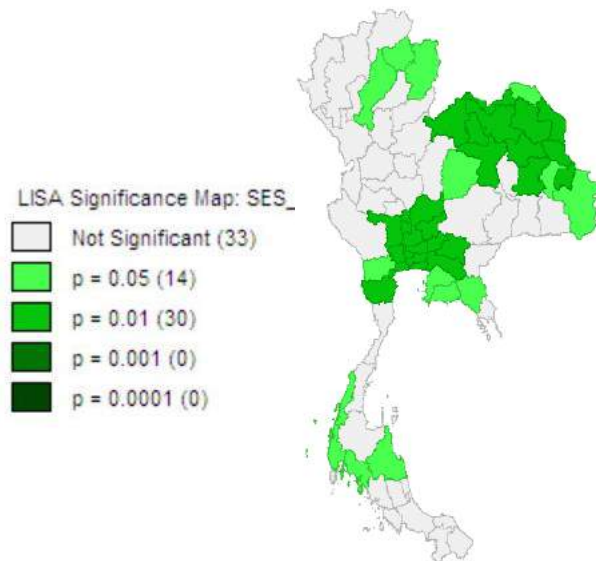
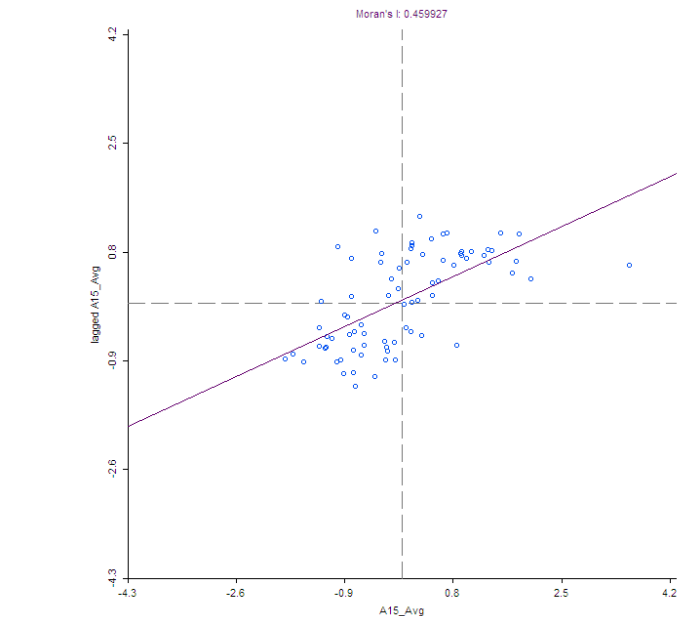
2.1.4 ข้อมูลแสงไฟกลางคืนที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (DMSP-OLS และ VIIRS)

2.1.5 ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)

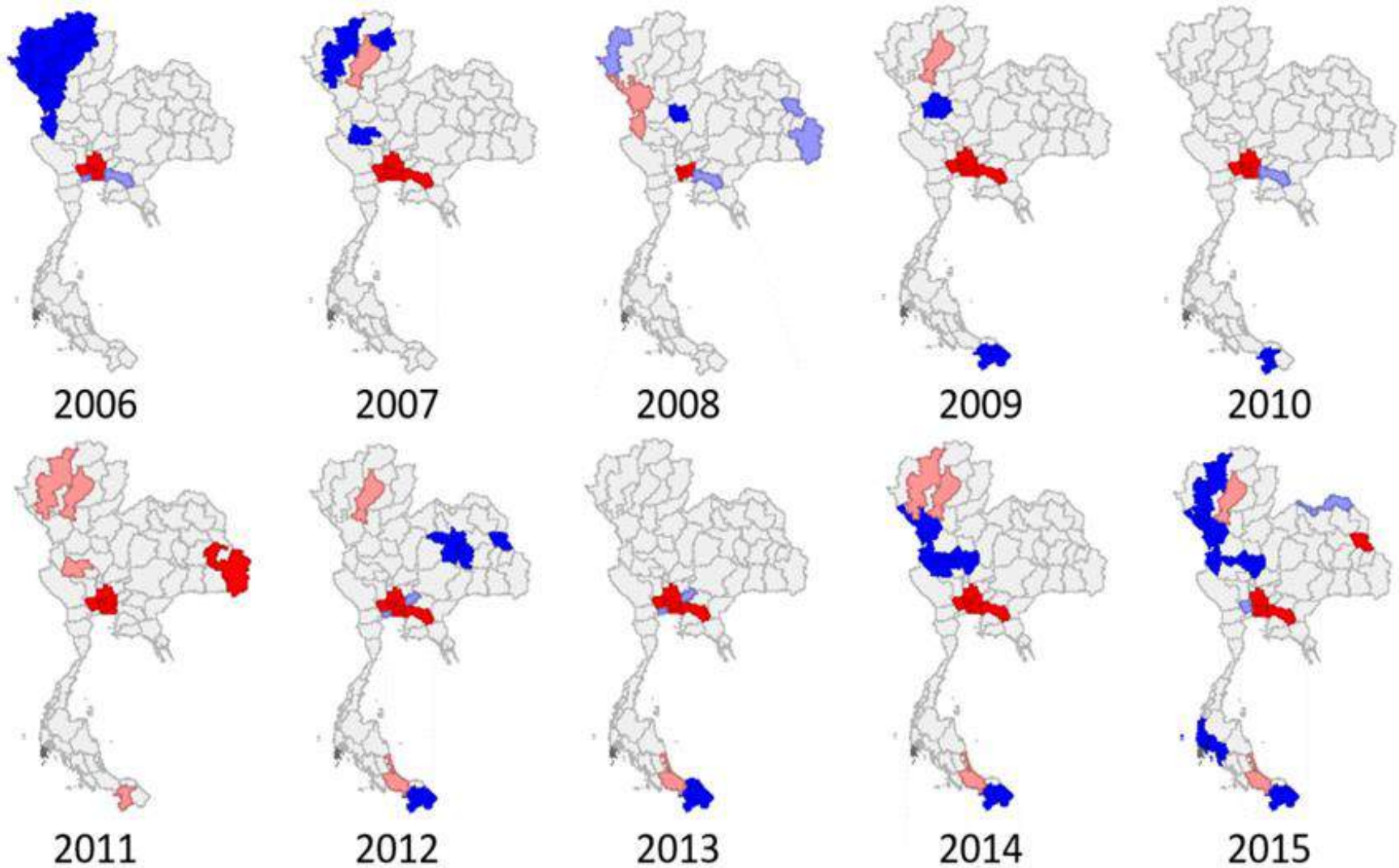
2.1.6 ข้อมูลดัชนีปริมาณฝนที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Precipitation Index)

2.1.7 ข้อมูลอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน (Land Surface Temperature)

2.1.1 Univariate Cluster Analysis - รายได้ครัวเรือน (ข้อมูล SES)

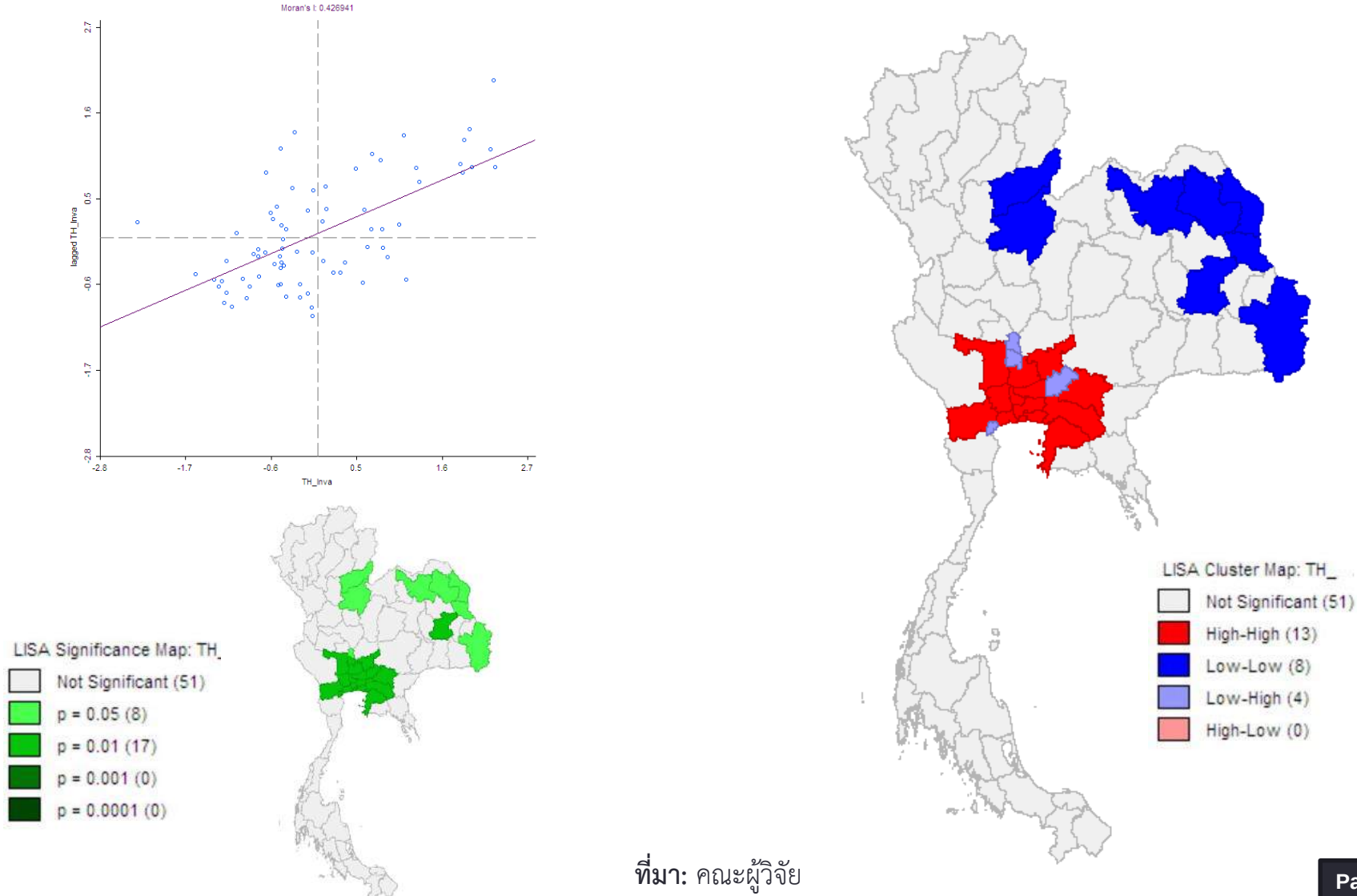


2.1.2 Univariate Cluster Analysis - รายได้ของแรงงาน (ข้อมูล LFS)



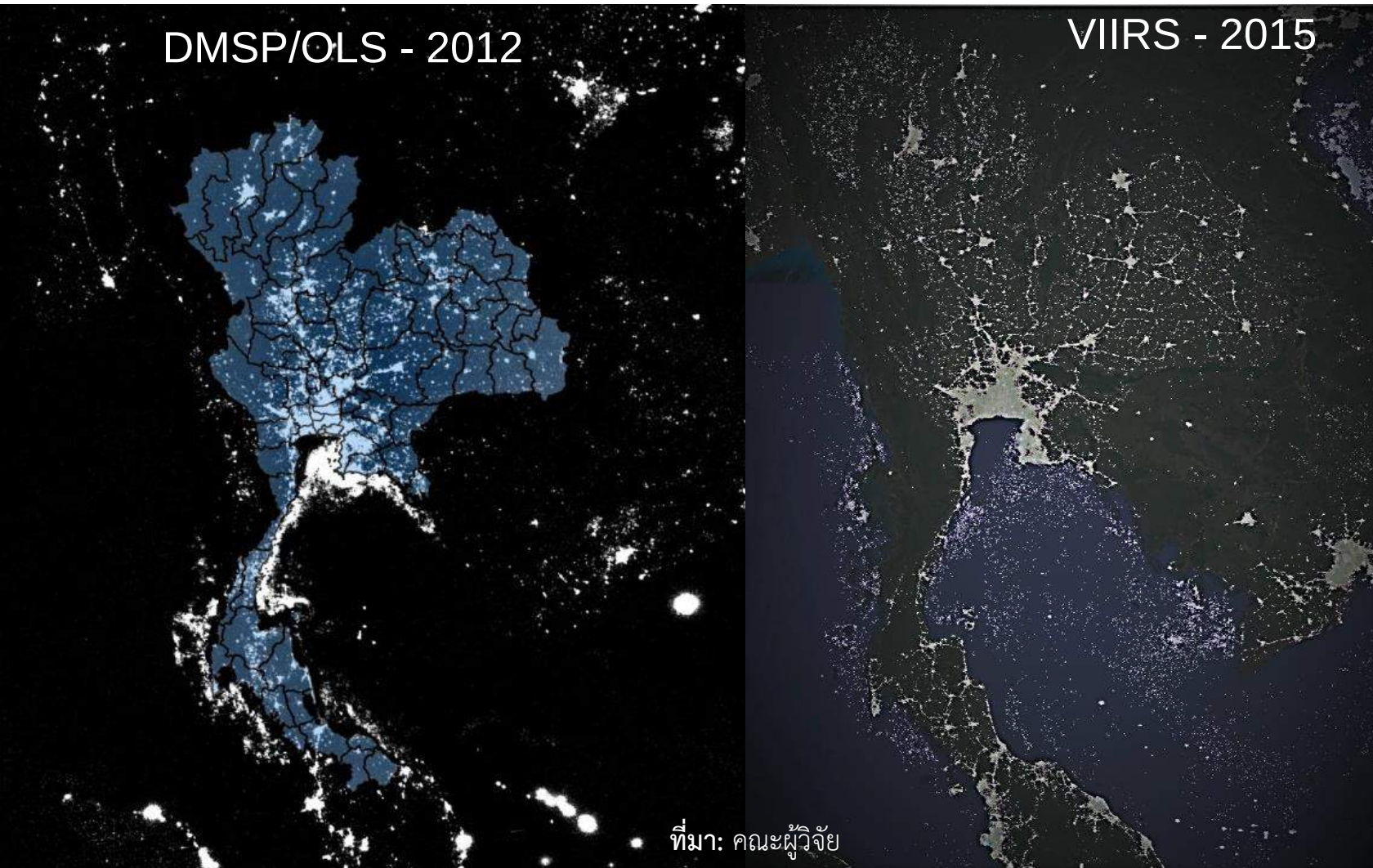
2.1.3 Univariate Cluster Analysis

การสร้างมูลค่าเพิ่มของผู้ประกอบการ (ข้อมูล Industrial Census)



2.1.4 Univariate Cluster Analysis

ข้อมูลแสงไฟกลางคืนที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (DMSP-OLS และ VIIRS)

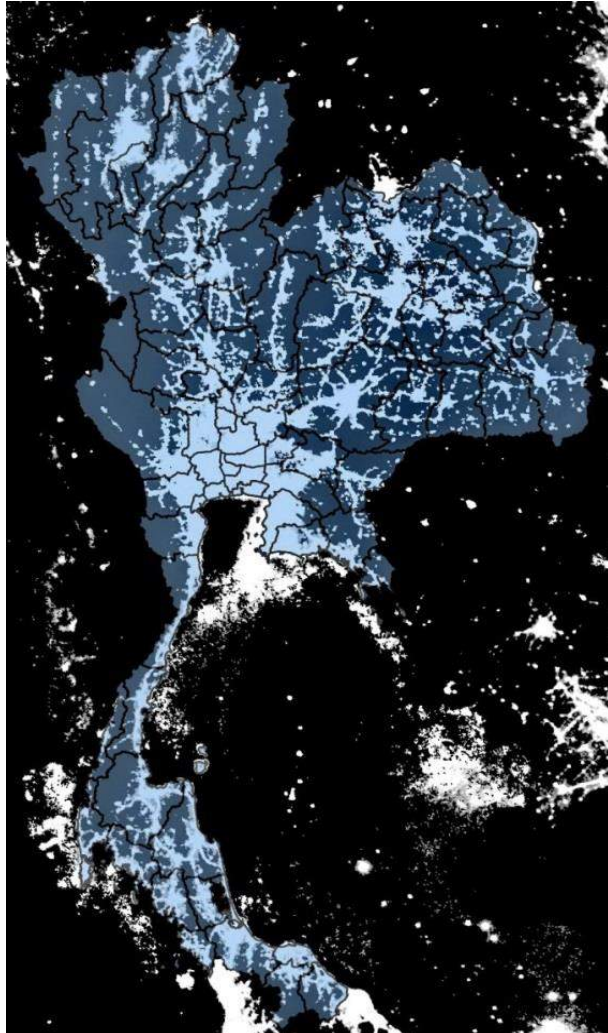


ที่มา: คณะผู้วิจัย

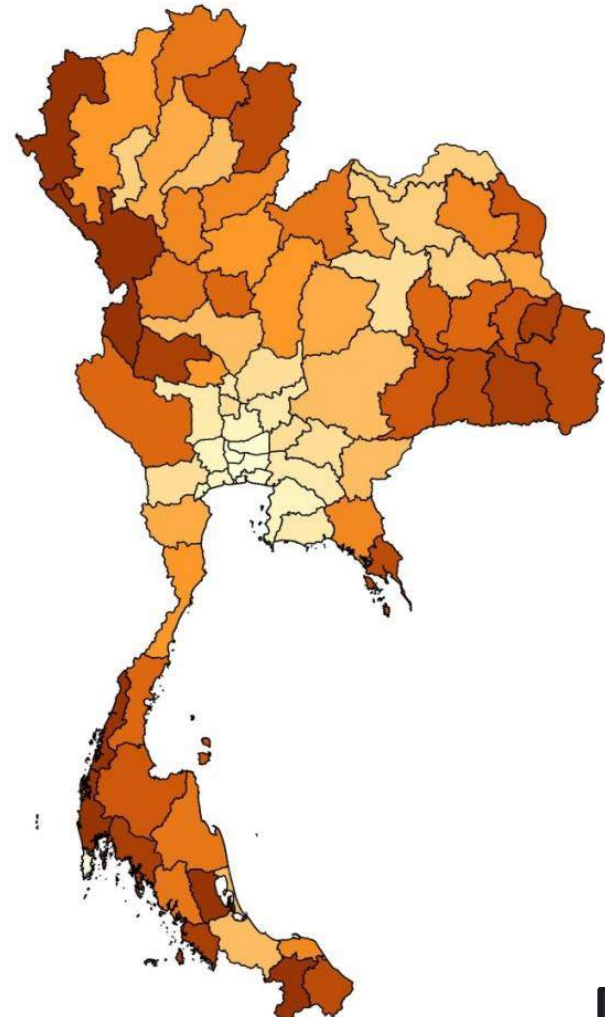
2.1.4 Univariate Cluster Analysis

ข้อมูลแสงไฟกลางคืนที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (DMSP-OLS และ VIIRS)

DMSP/OLS data of 2013



Provincial NTL index of 2013

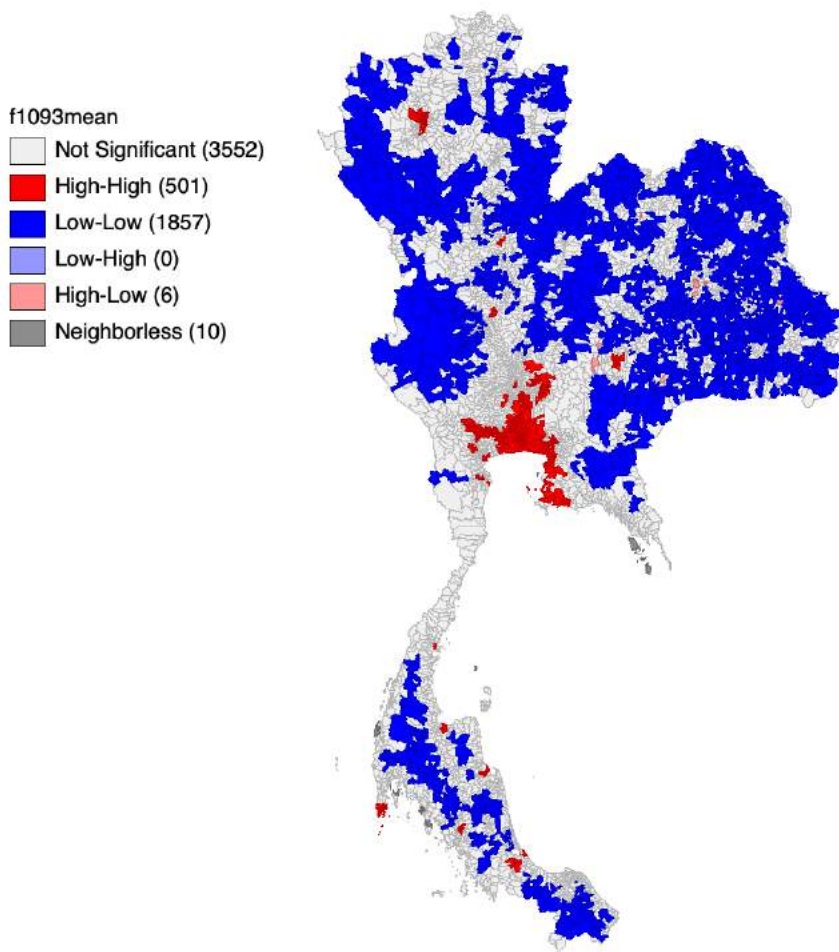


ที่มา: คณะผู้วิจัย

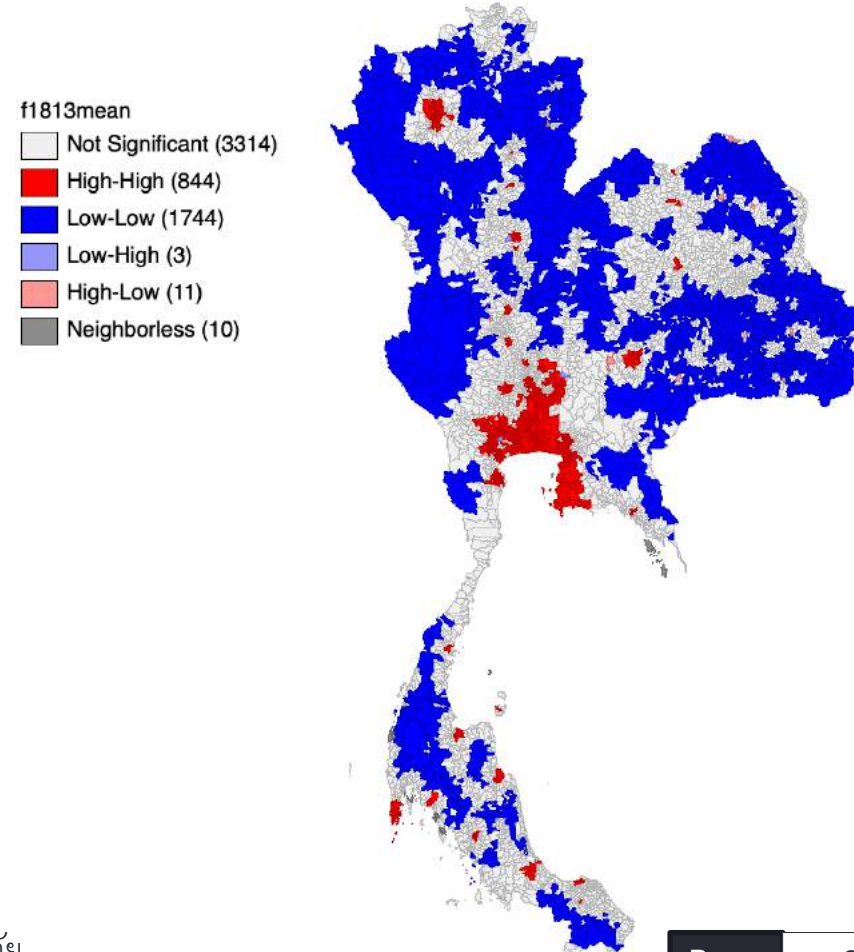
2.1.4 Univariate Cluster Analysis

ข้อมูลแสงไฟกลางคืนที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (DMSP-OLS และ VIIRS)

1993



2013



ที่มา: คณะผู้วิจัย

2.1.5 Univariate Cluster Analysis

ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)

ดาวเทียม Terra

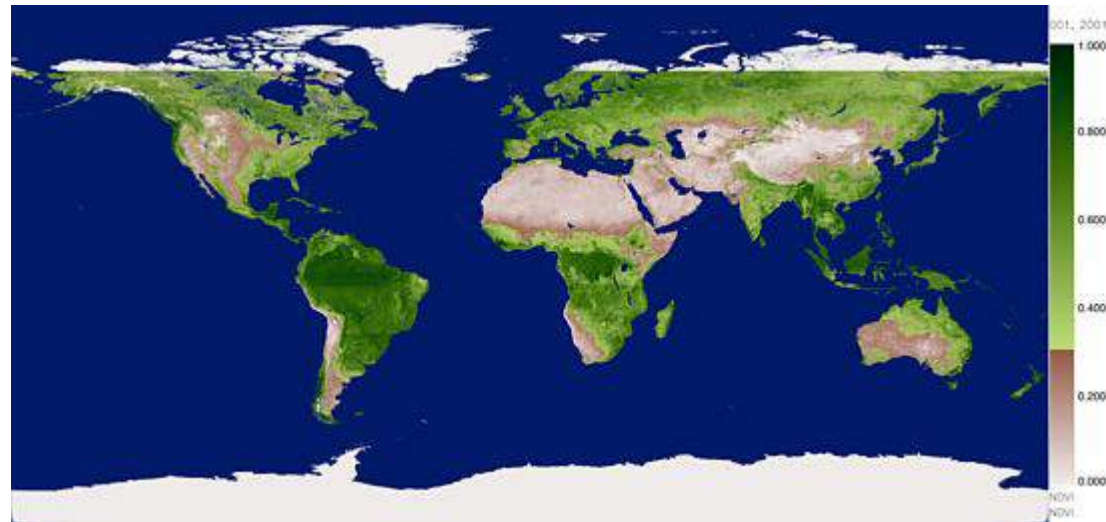
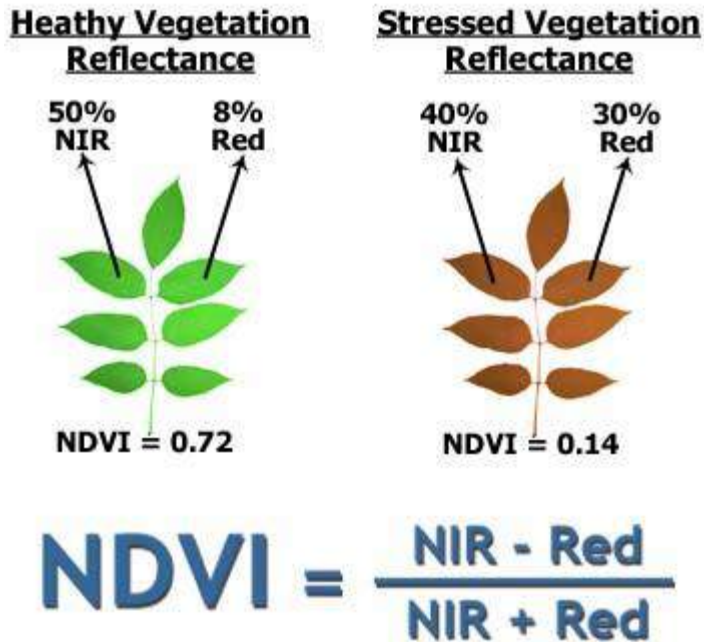


- Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)
- Clouds and Earth's Radiant Energy System (CERES)
- Multi-angle Imaging Spectroradiometer (MISR)
- Measurements of Pollution in the Troposphere (MOPITT)
- Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)
- Altitude: 705 kilometers (438 miles) above Earth's surface
- Inclination: 98.5 degrees
- Period: 99 minutes (16 orbits per day)
- Equatorial crossing: 10:30 a.m., descending node

2.1.5 Univariate Cluster Analysis

ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)



PICTURE From: <http://modis-tmos.gsfc.nasa.gov/NDVI/Images/NDVI.FM.WS.2001.001.NDVI.thumb.jpg>

PICTURE From: <http://odis.ca/ndvi.html>

2.1.5 Univariate Cluster Analysis

ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)

Vegetation Index

- **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} ,$$

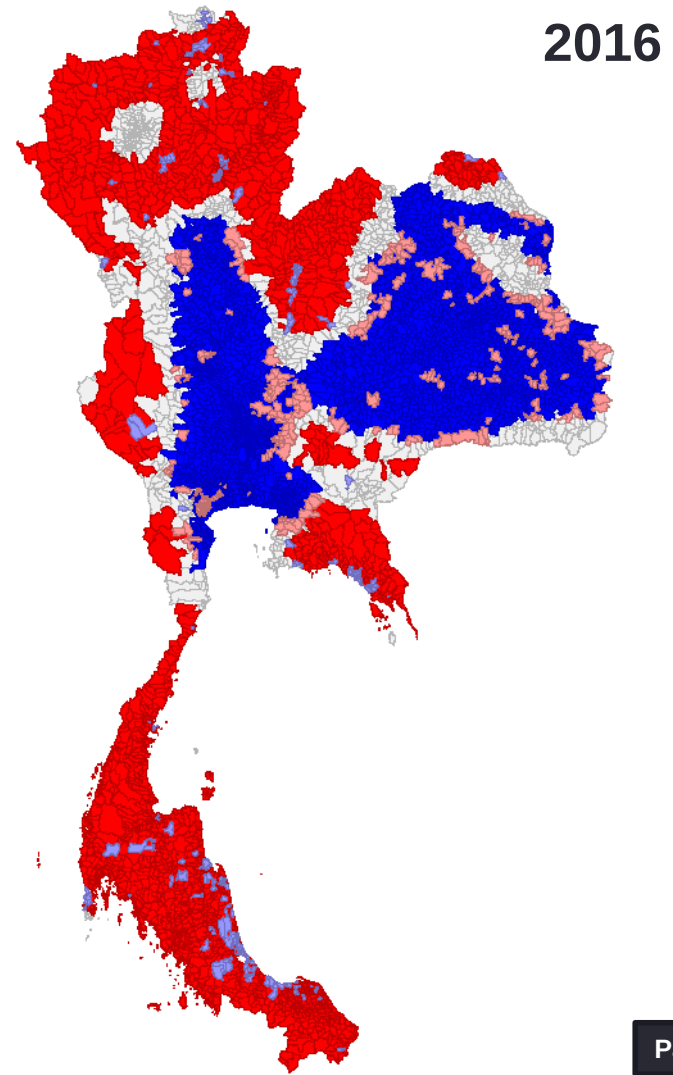
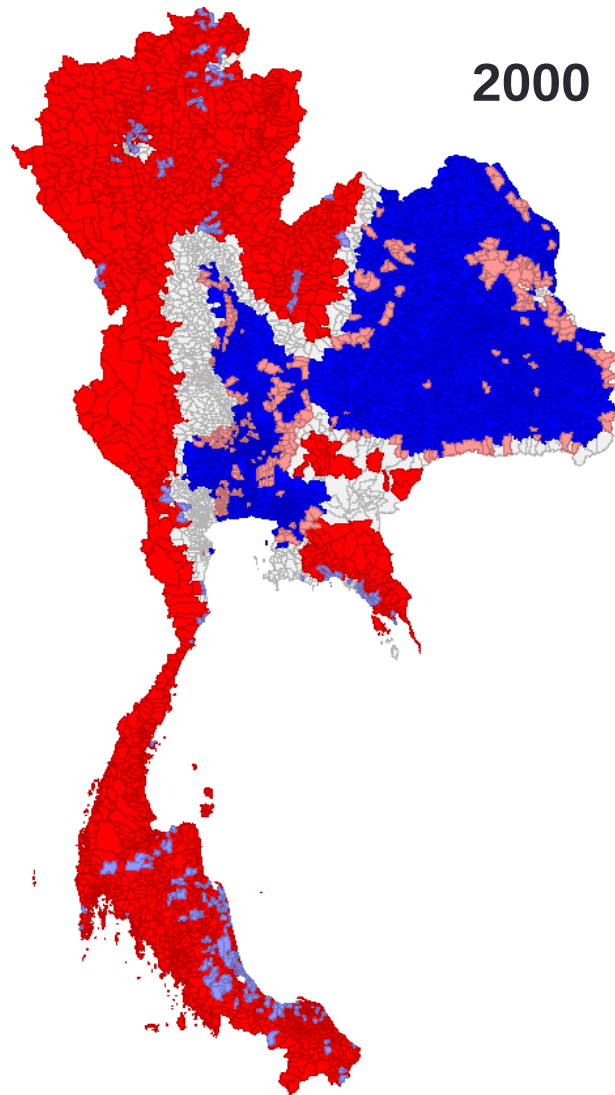
โดยที่ NIR คือภาพถ่ายช่วงแสง near-infrared band

RED คือภาพถ่ายช่วงแสง red band

ทั้ง NIR และ RED ตรวจจับโดยดาวเทียม MODIS ความละเอียด 250 เมตร แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยทุกๆ 8 วัน

2.1.5 Univariate Cluster Analysis

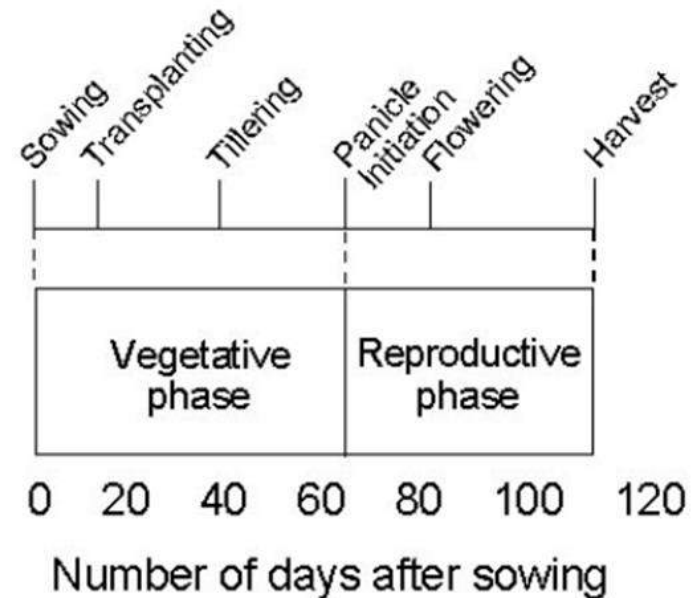
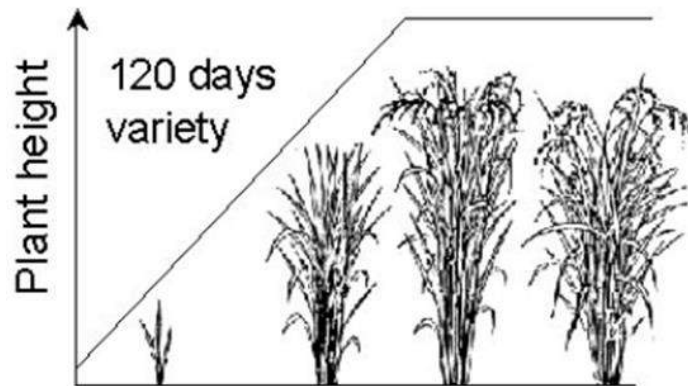
ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)



ที่มา: คณะผู้วิจัย

ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)

Rice growing stage
(crop cycle length of 120-150 days)



Source: Le-Toan et al. (2003)

Rice crop system

1st crop

2nd crop

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

Seeding dates

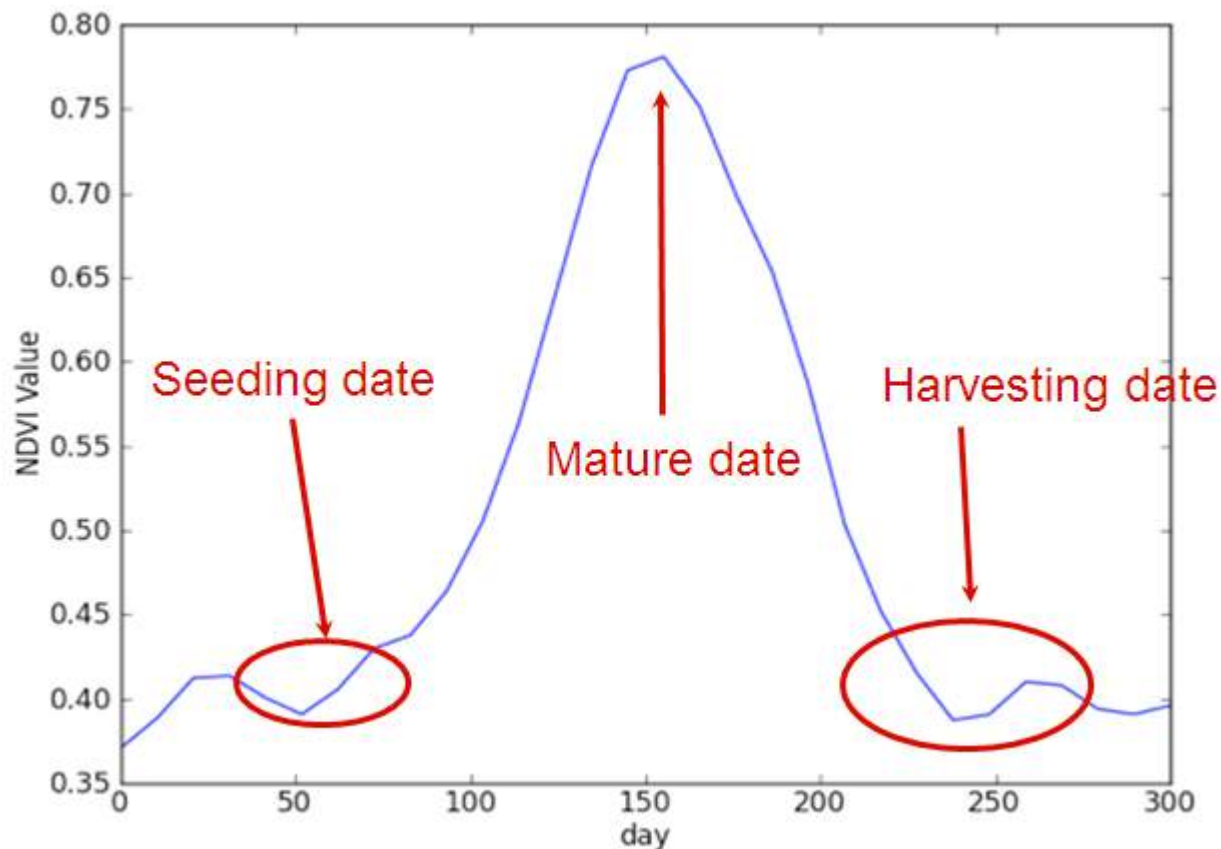
Harvesting dates

Seeding dates

Harvesting dates

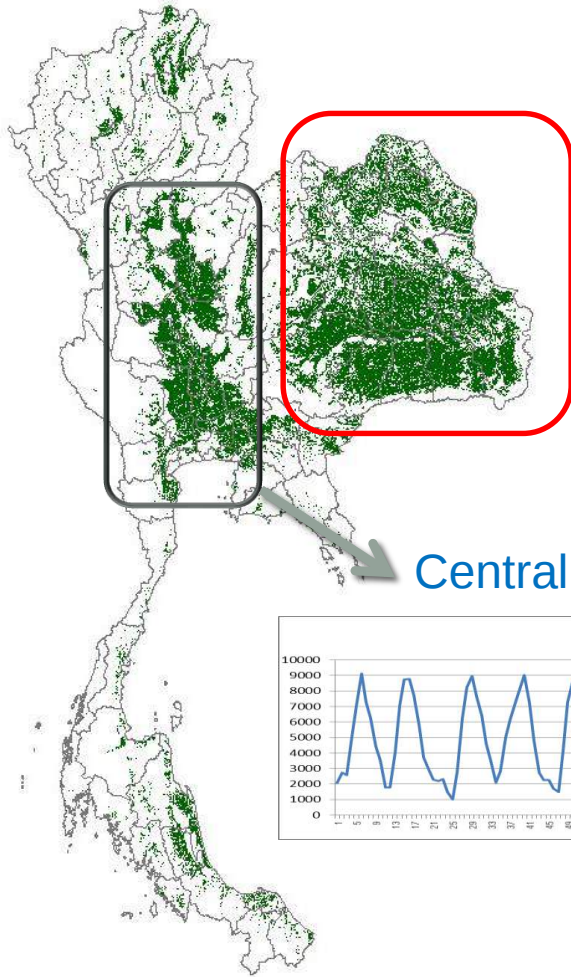
ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)

Crop cycle of rice indicated by values of NDVI

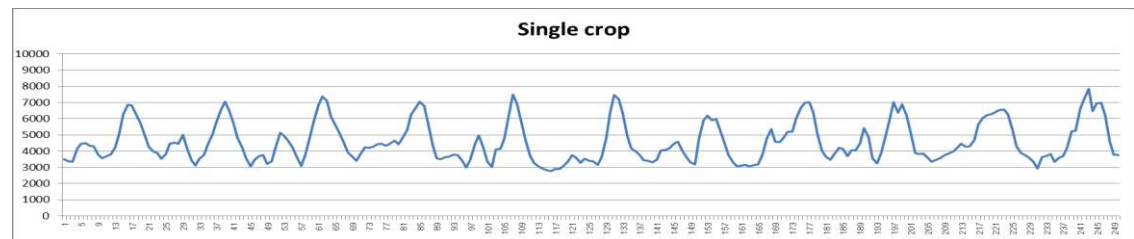


ที่มา: ณัฐพงษ์และคณะ (2557)

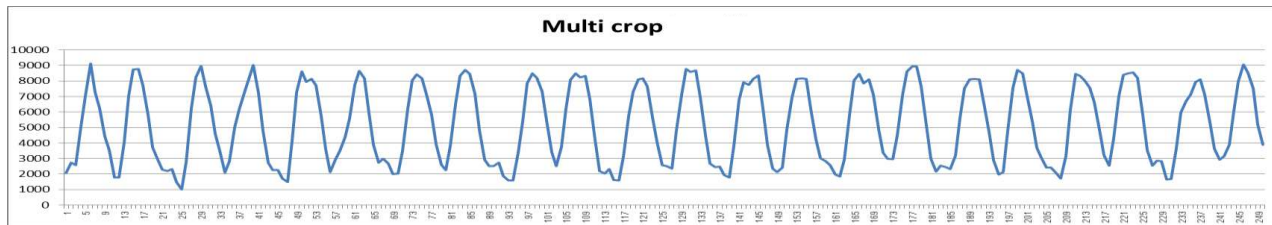
ข้อมูลดัชนีพืชพรรณที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Vegetation Index)



➔ Northeastern area: rain-fed cultivation

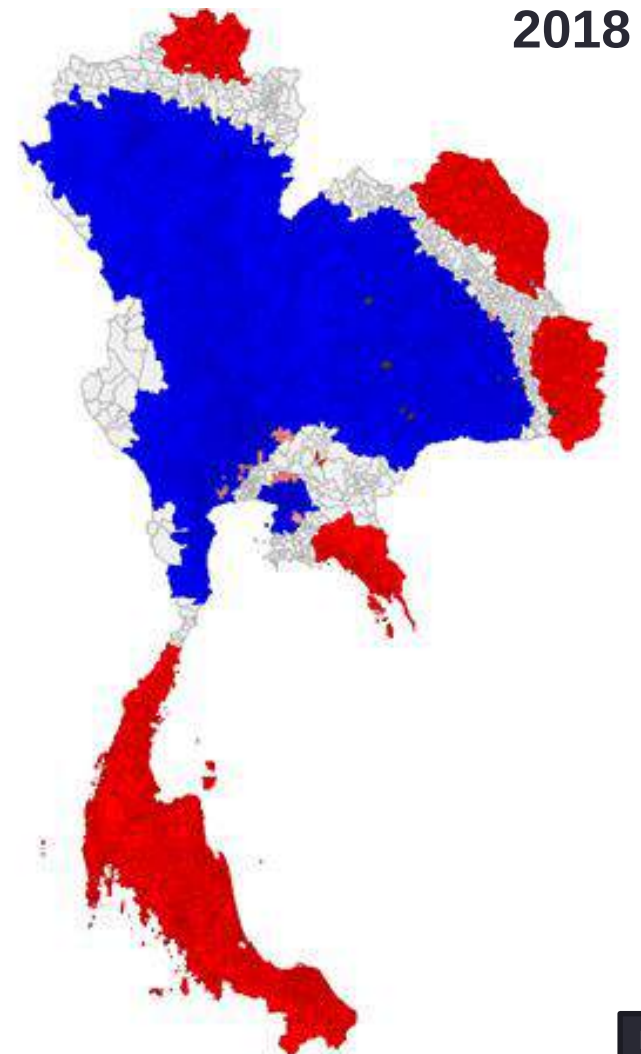
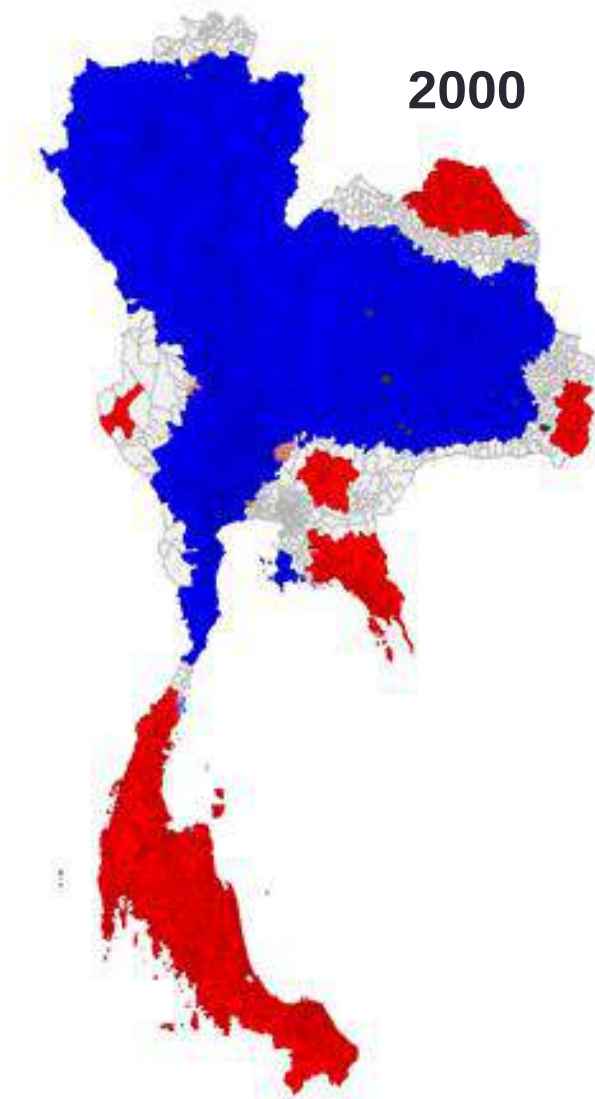


Central area: irrigated cultivation



2.1.6 Univariate Cluster Analysis

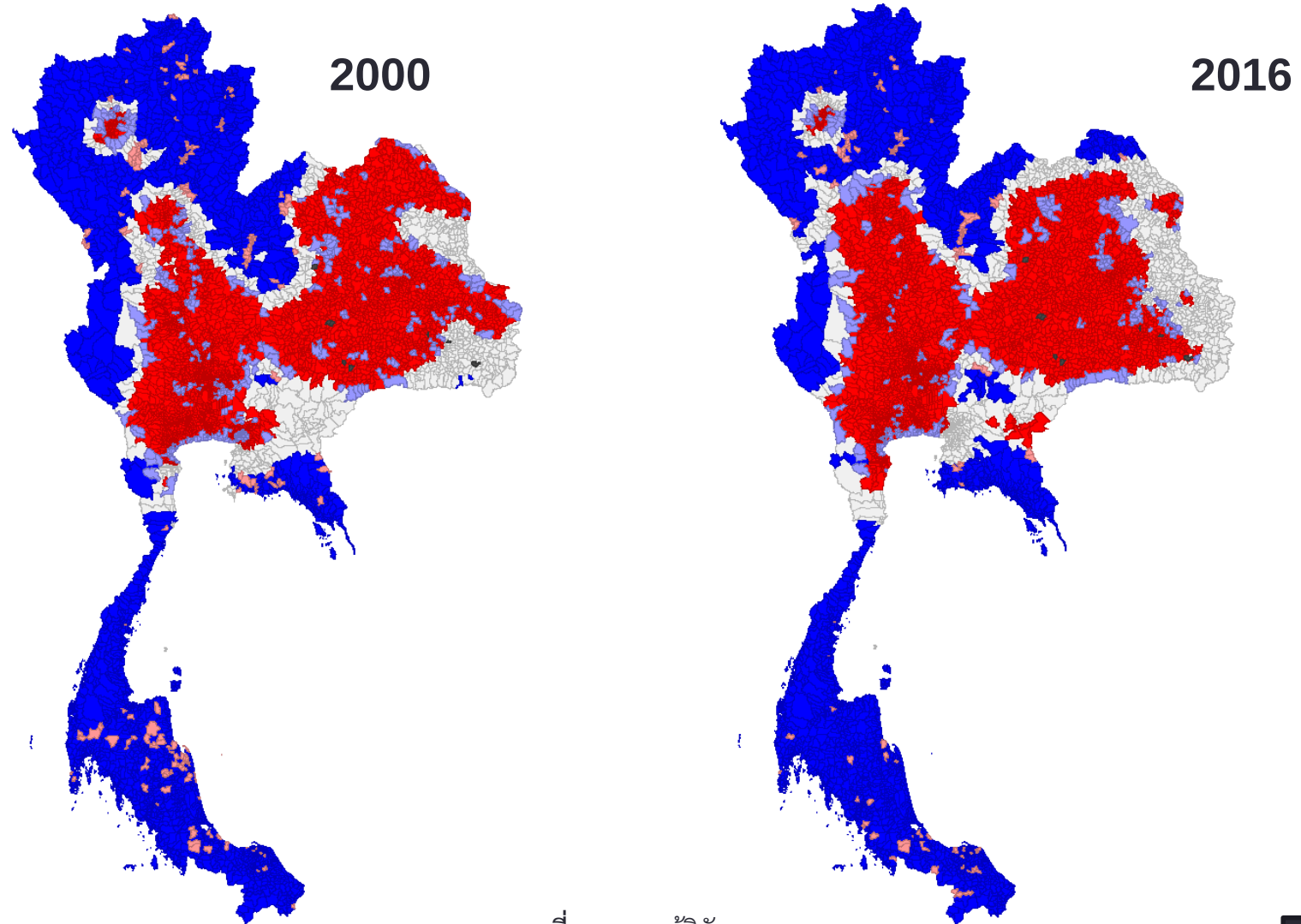
ข้อมูลดัชนีปริมาณฝนที่ตรวจจับโดยดาวเทียม (Precipitation Index)



ที่มา: คณะผู้วิจัย

2.1.7 Univariate Cluster Analysis

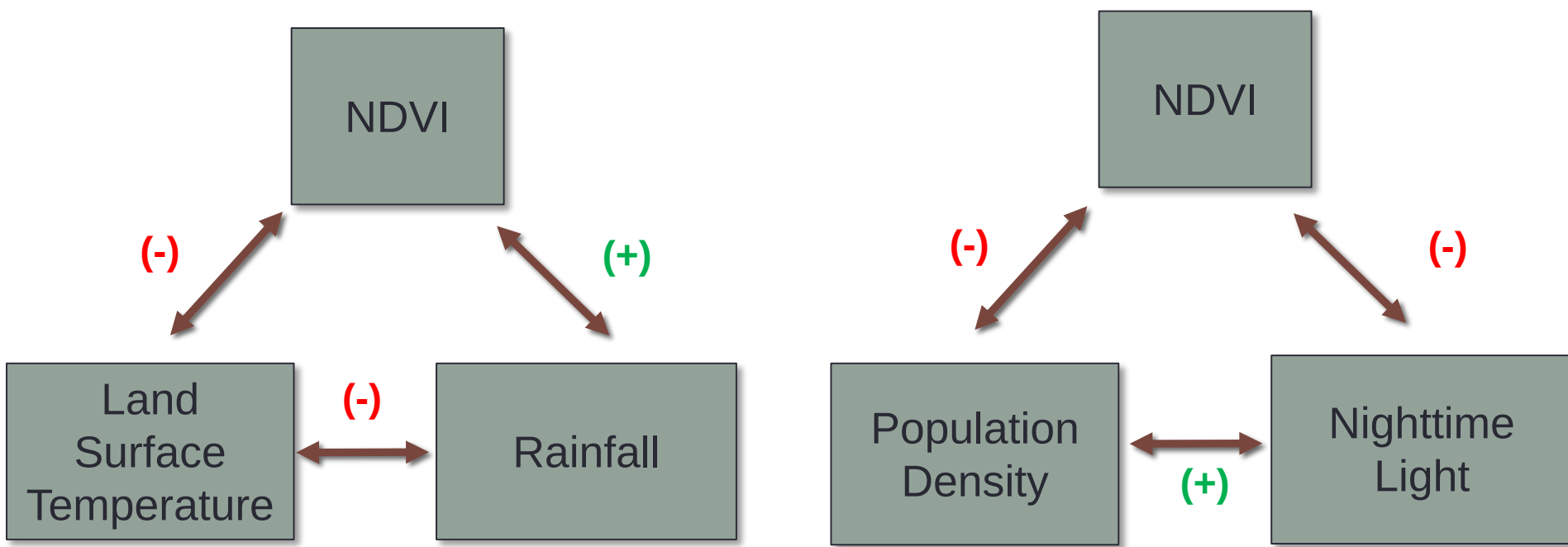
ข้อมูลอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน (Land Surface Temperature)



ที่มา: คณะผู้วิจัย

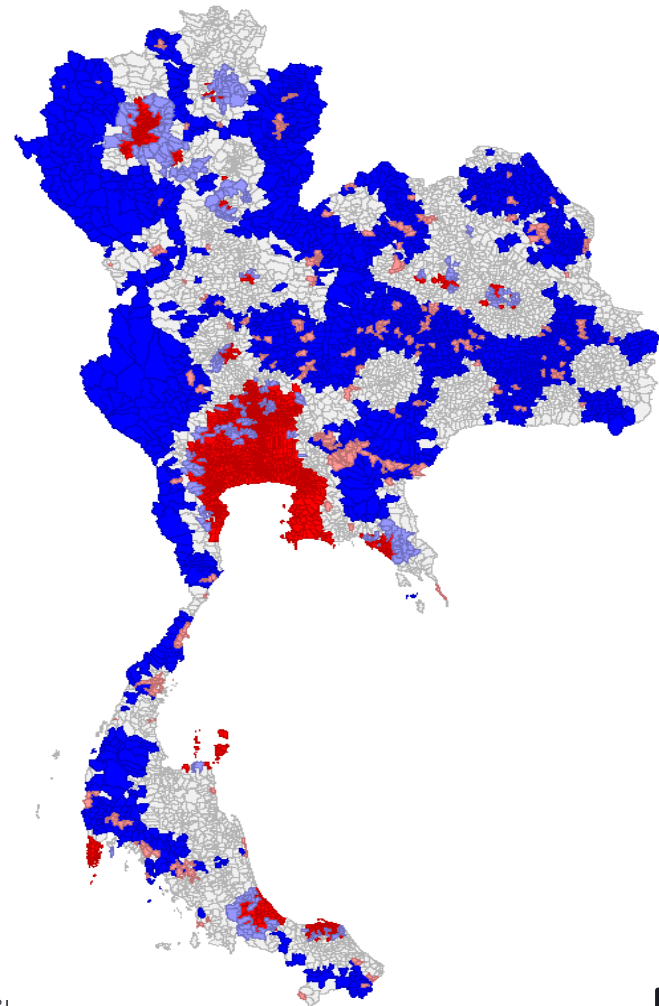
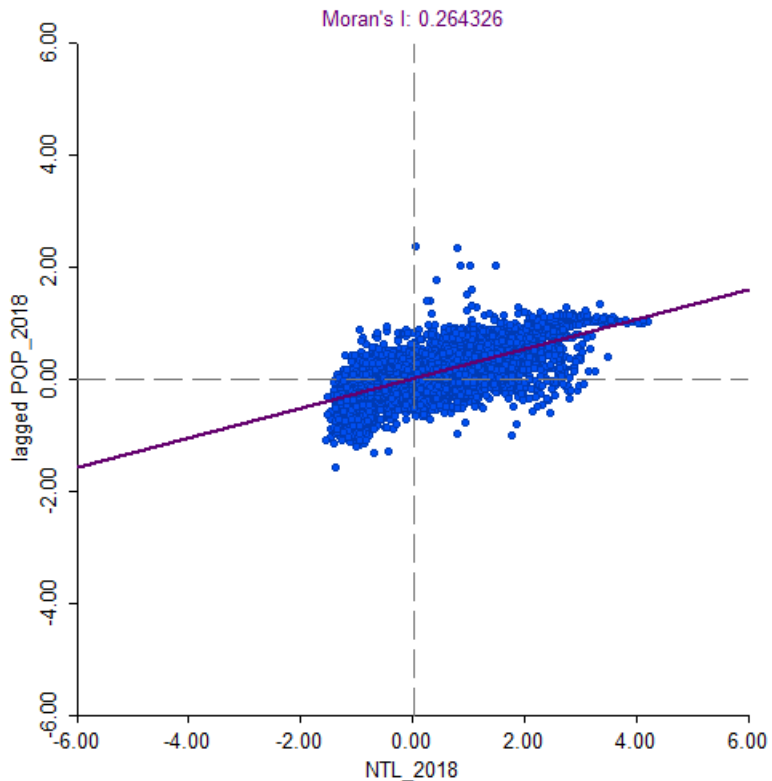
(2.2) Bivariate Cluster Analysis

การทดสอบบริเวณที่มีการกระจุกตัวร่วมกันของ 2 ตัวแปร โดยใช้เครื่องมือทางภูมิสถิติ (Spatial Statistics) เช่น Local Indicators of Spatial Association (LISA)



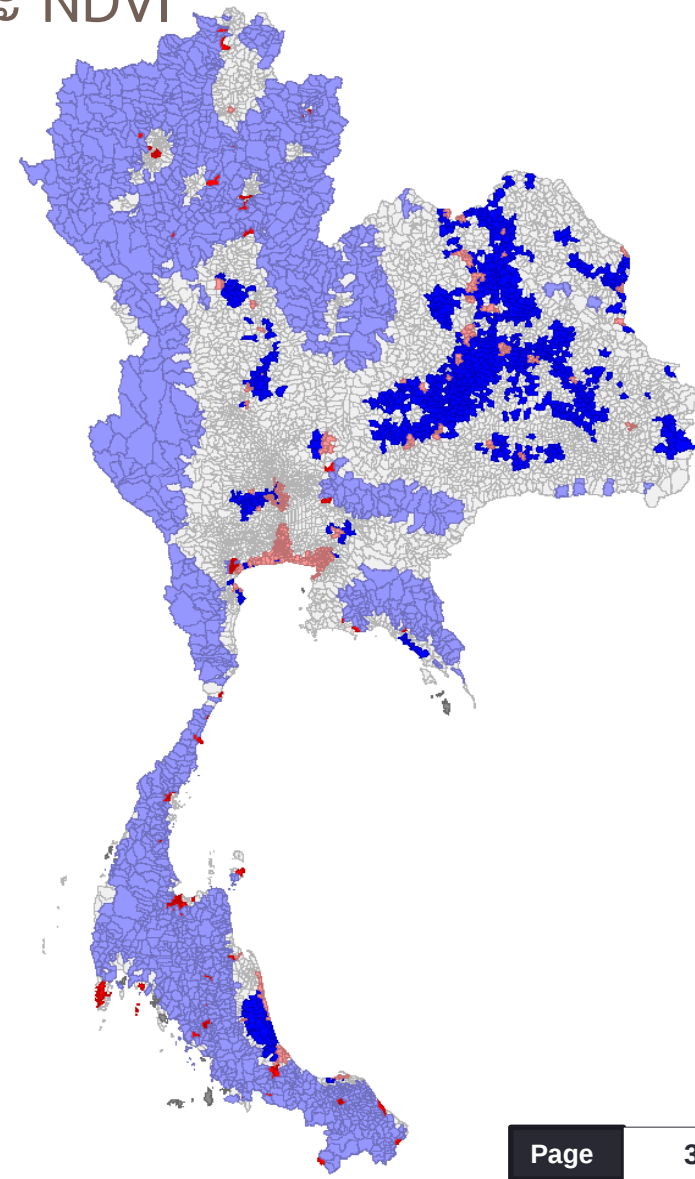
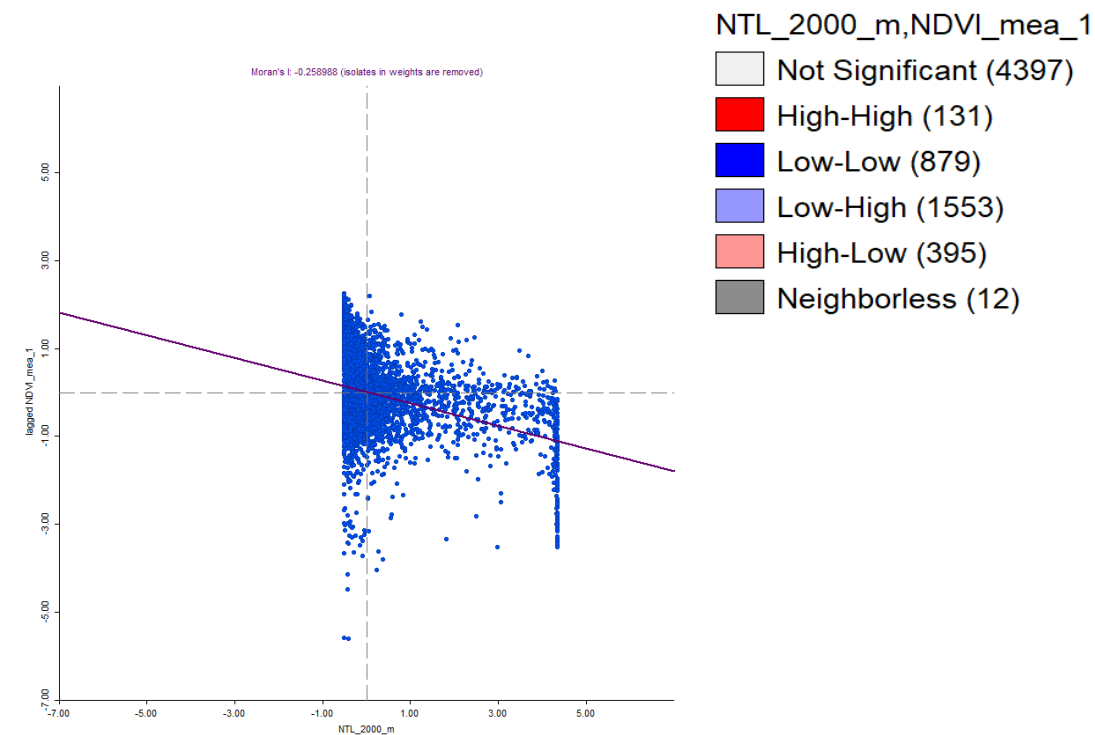
(2.2) Bivariate Cluster Analysis

2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Nighttime-Light และ Population Density



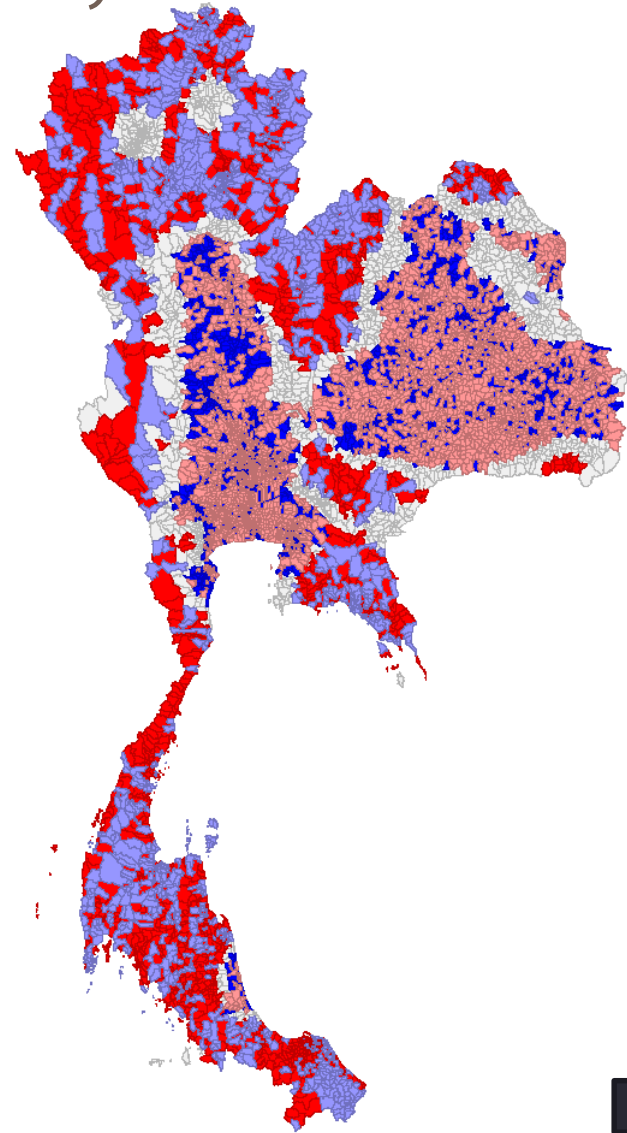
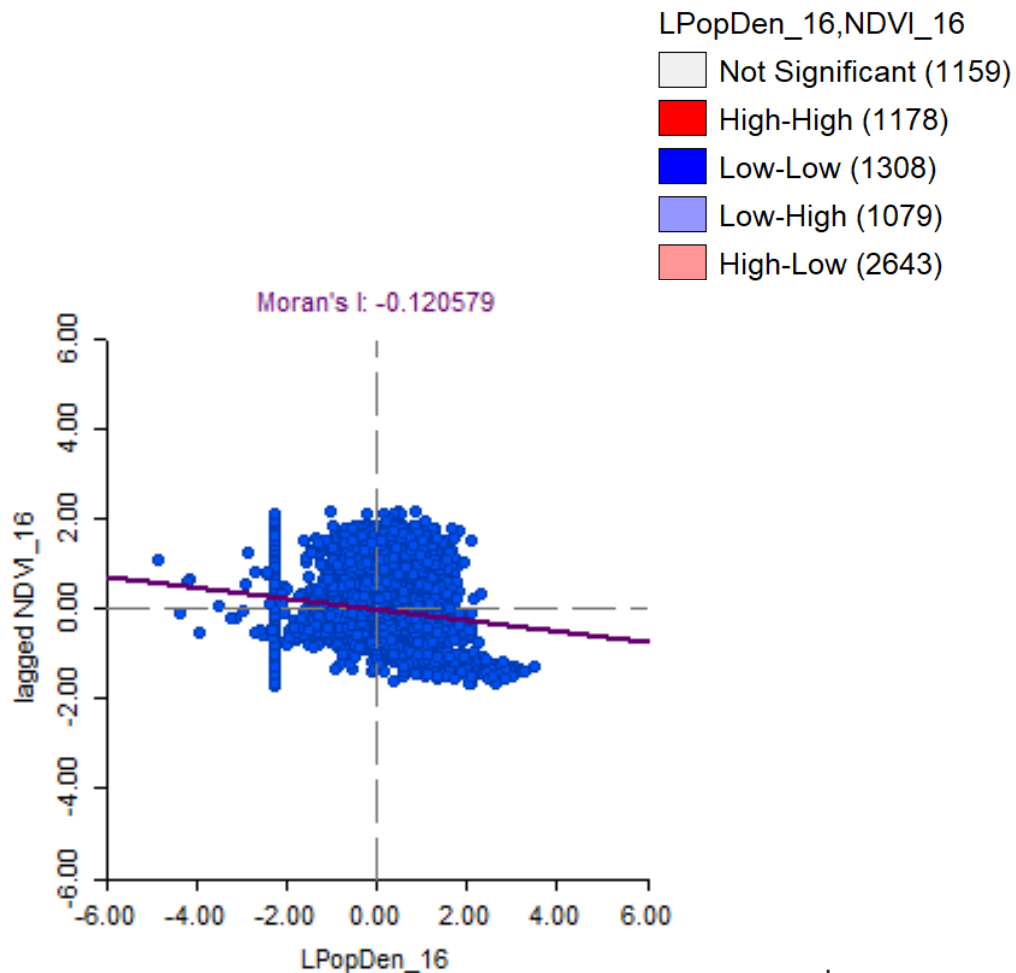
(2.2) Bivariate Cluster Analysis

2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Nighttime-Light และ NDVI



(2.2) Bivariate Cluster Analysis

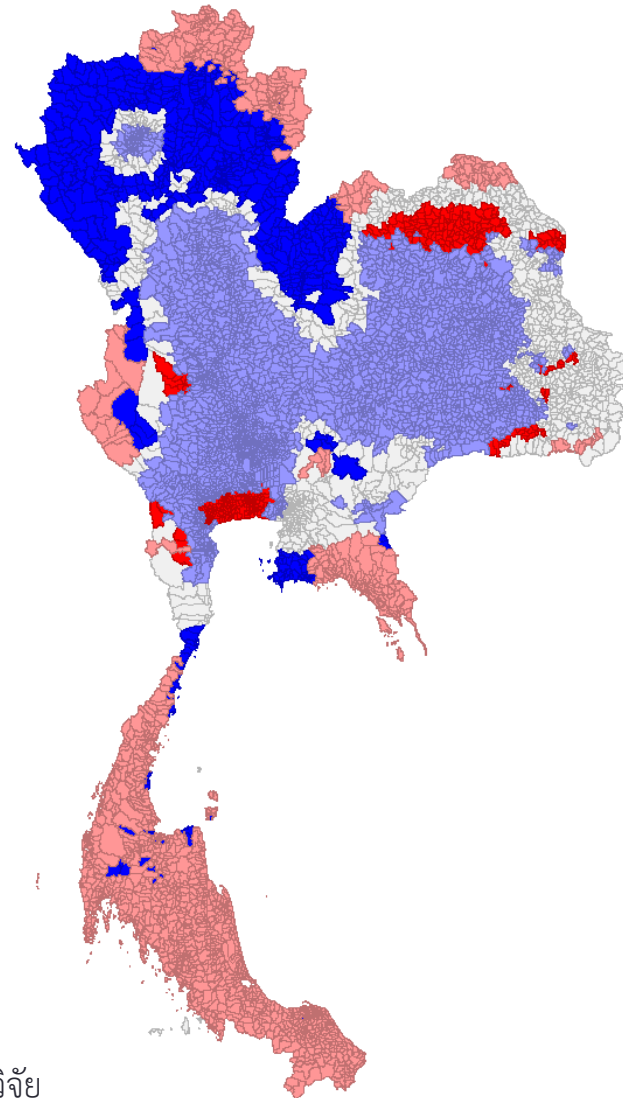
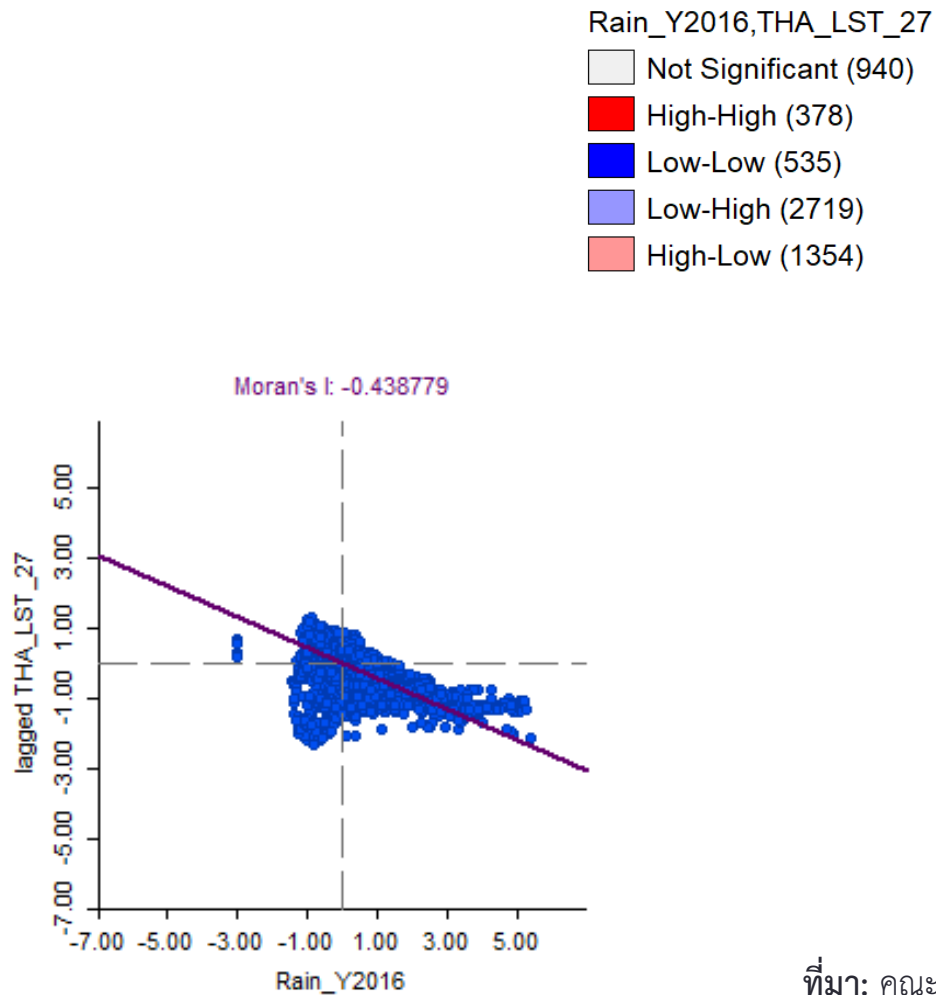
2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Population Density และ NDVI



ที่มา: คณะผู้วิจัย

(2.2) Bivariate Cluster Analysis

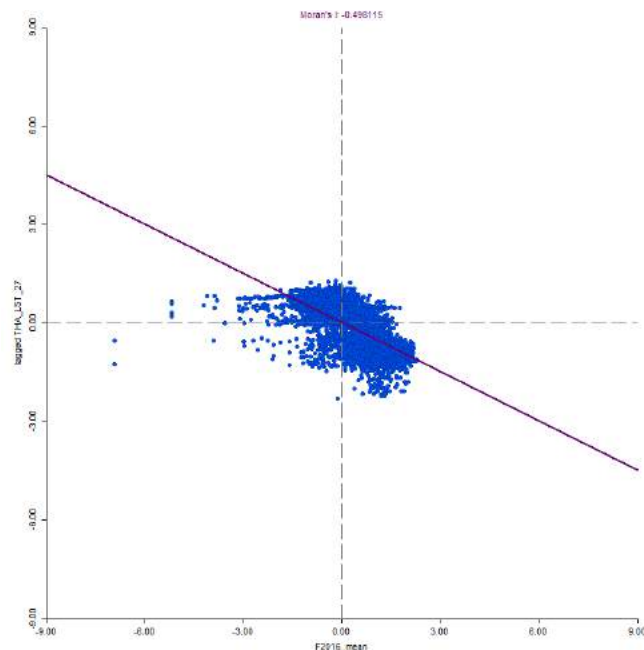
2.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Rainfall และ Land Surface Temperature



ที่มา: คณะผู้วิจัย

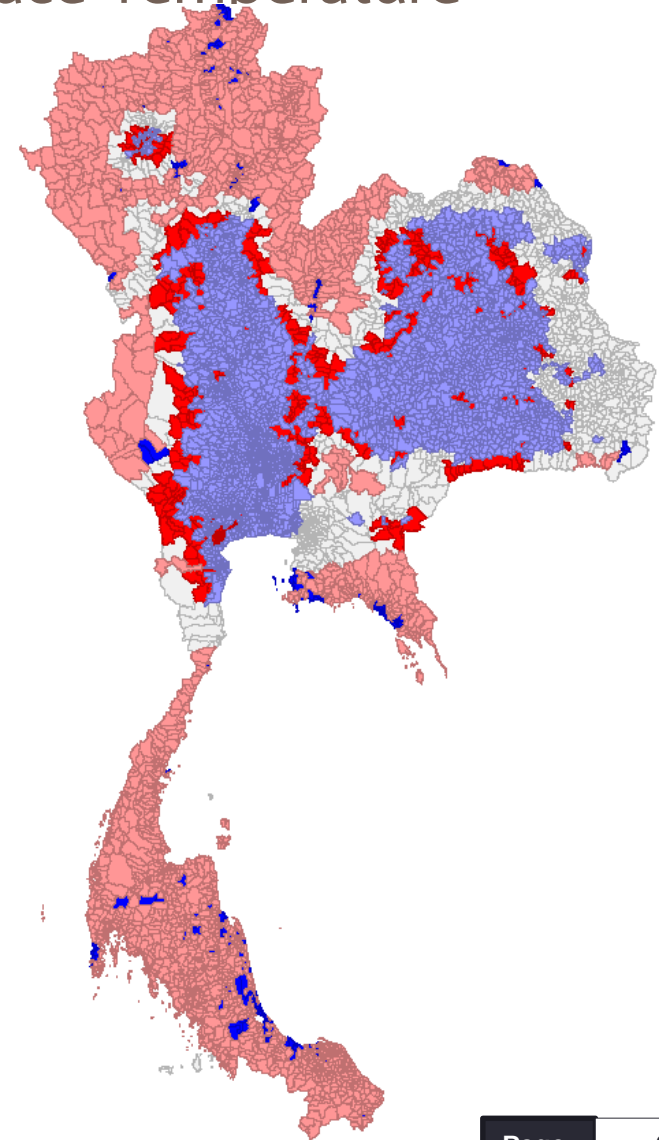
(2.2) Bivariate Cluster Analysis

2.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และ Land Surface Temperature



F2016_mean,THA_LST_27

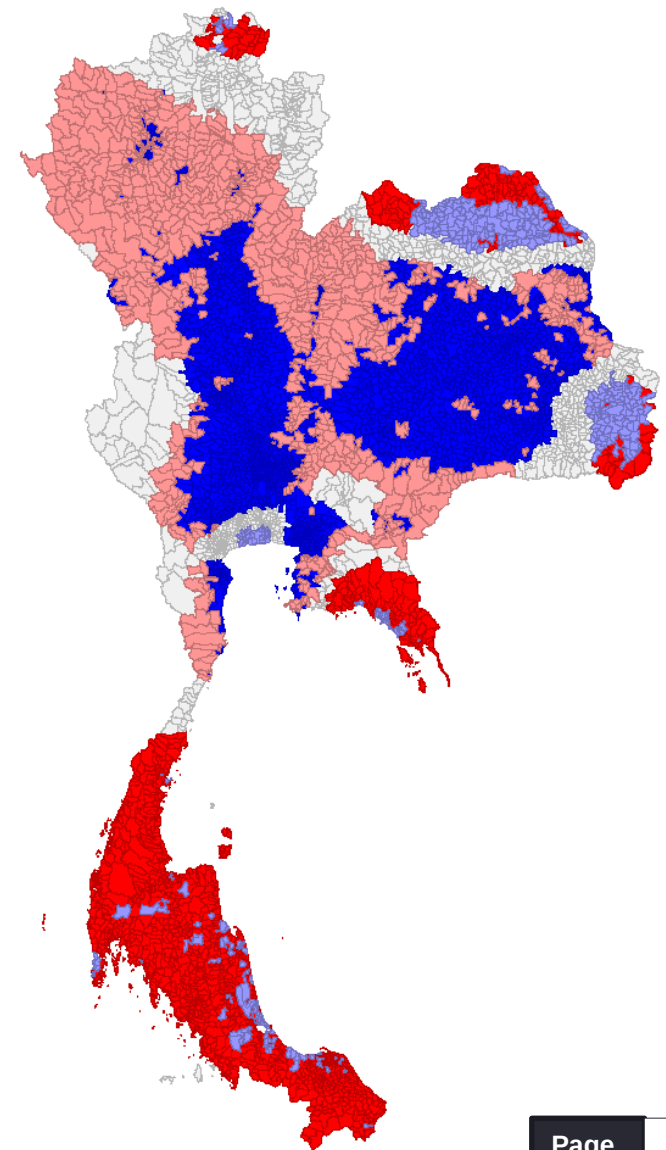
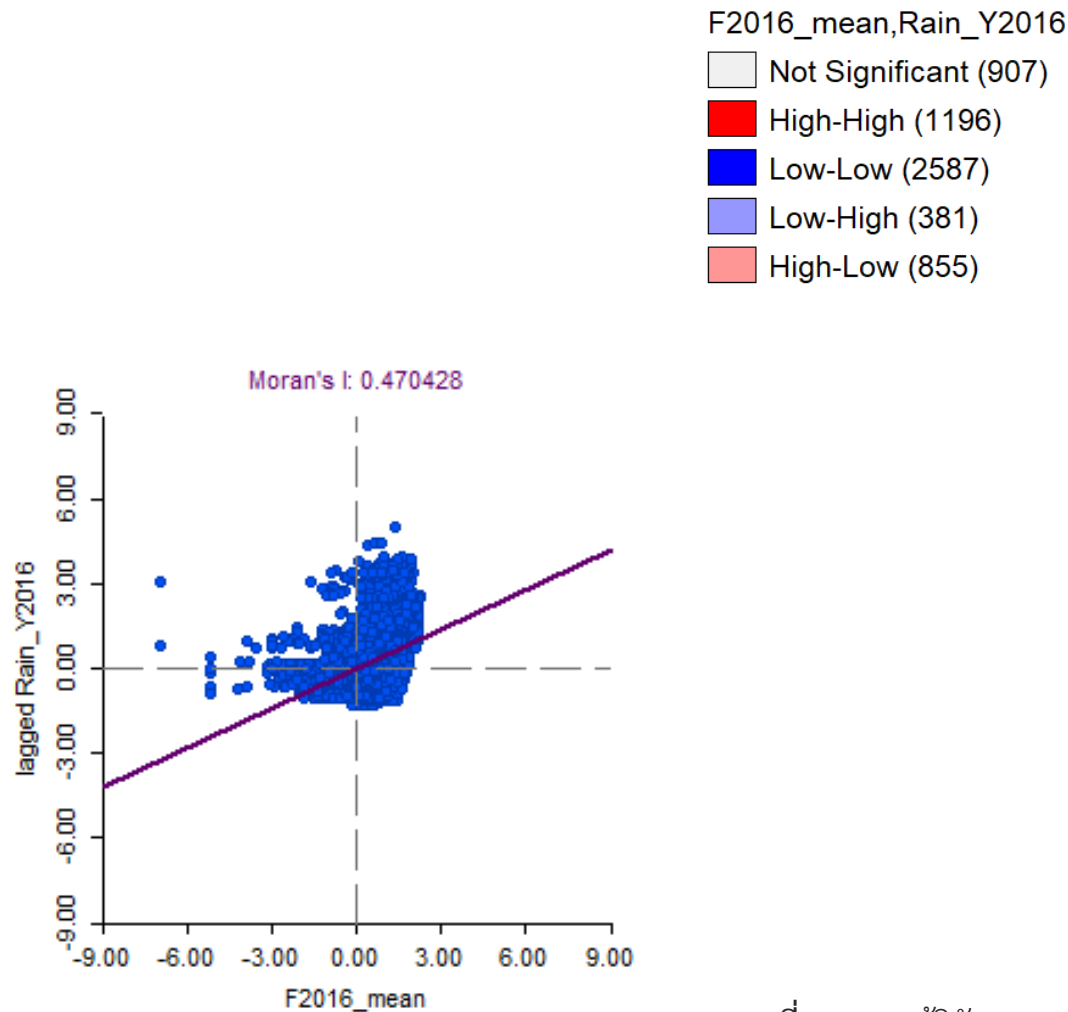
- Not Significant (940)
- High-High (413)
- Low-Low (202)
- Low-High (2684)
- High-Low (1687)



ที่มา: คณะผู้วิจัย

(2.2) Bivariate Cluster Analysis

2.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Rainfall และ NDVI



ที่มา: คณะผู้วิจัย

(2.3) Regression analysis

Google Earth Engine's data and Poverty Analysis

Poverty headcount รายตำบล (ค.ศ. 2015) – ข้อมูลจาก สสช.

```
. reg pov_nm2015 log_NDVI_2015 log_VIIRS_density_2015 log_LST_2015 log_Rain_2015
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	7,338
				F(4, 7333)	=	194.94
Model	16417.3954	4	4104.34884	Prob > F	=	0.0000
Residual	154392.48	7,333	21.0544771	R-squared	=	0.0961
				Adj R-squared	=	0.0956
Total	170809.876	7,337	23.2806155	Root MSE	=	4.5885

pov_nm2015	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
log_NDVI_2015	.2881256	.2947151	0.98	0.328	-.2896007	.8658519
log_VIIRS_density_2015	-.5424799	.0266248	-20.37	0.000	-.5946721	-.4902876
log_LST_2015	-7.414032	.9165958	-8.09	0.000	-9.210823	-5.61724
log_Rain_2015	-.6863176	.2219498	-3.09	0.002	-1.121403	-.2512321
_cons	29.42049	3.437492	8.56	0.000	22.68202	36.15897

ดัชนีจาก GEE เกือบทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับดัชนีความยากจนรายตำบลอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

(2.3) Regression analysis

Google Earth Engine's Data and Poverty Analysis

Poverty headcount รายตำบล (ค.ศ. 2017) – ข้อมูลจาก สสช.

```
. reg pov_nm2017 log_NDVI_2017 log_VIIRS_density_2017 log_LST_2017 log_Rain_2017
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	7,339
-----+				F(4, 7334)	=	299.97
Model	12699.683	4	3174.92076	Prob > F	=	0.0000
Residual	77624.753	7,334	10.5842314	R-squared	=	0.1406
-----+				Adj R-squared	=	0.1401
Total	90324.436	7,338	12.3091355	Root MSE	=	3.2533

	pov_nm2017	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----+						
	log_NDVI_2017	1.075886	.2184083	4.93	0.000	.6477434 1.504029
	log_VIIRS_density_2017	-.4944533	.0220542	-22.42	0.000	-.5376859 -.4512208
	log_LST_2017	-4.885596	.7589498	-6.44	0.000	-6.373356 -3.397836
	log_Rain_2017	-.4338144	.175978	-2.47	0.014	-.7787819 -.0888469
	_cons	20.36793	2.904078	7.01	0.000	14.6751 26.06076

ดัชนีจาก GEE มีความสัมพันธ์กับดัชนีความยากจนรายตำบลอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

ขอขอบพระคุณ

ศูนย์วิจัยความเหลื่อมล้ำและนโยบายสังคม
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



<http://www.crisp.econ.tu.ac.th/>

nattapong@econ.tu.ac.th

ดาวน์โหลดเอกสารนี้ได้ที่

