



การตรวจสอบการเกิดภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมแบบหลายช่วงเวลาด้วยข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์รา  
โมดิส

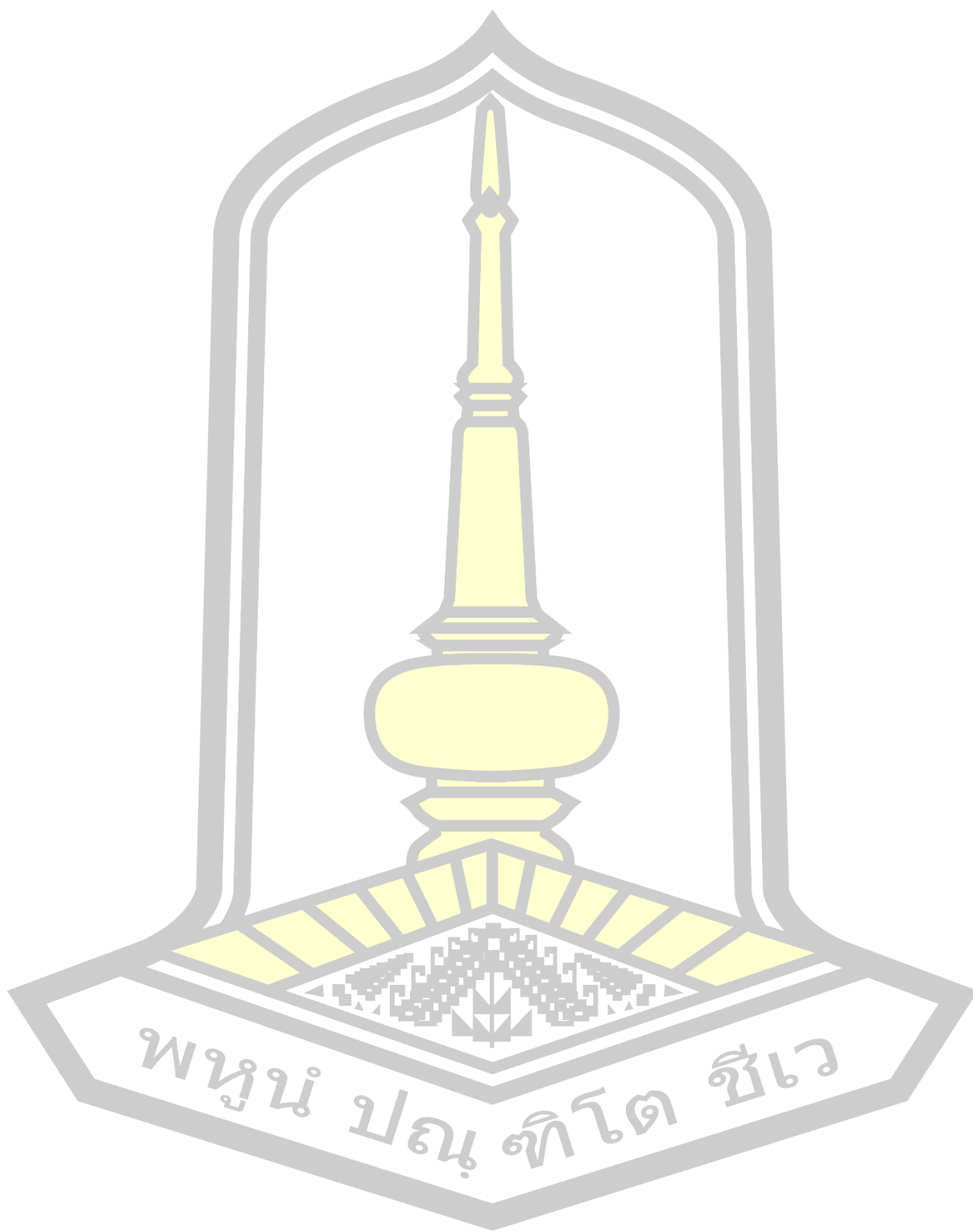
วิทยานิพนธ์  
ของ  
นนท์วัฒน์ จอมศรีกระยอม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

มิถุนายน 2564

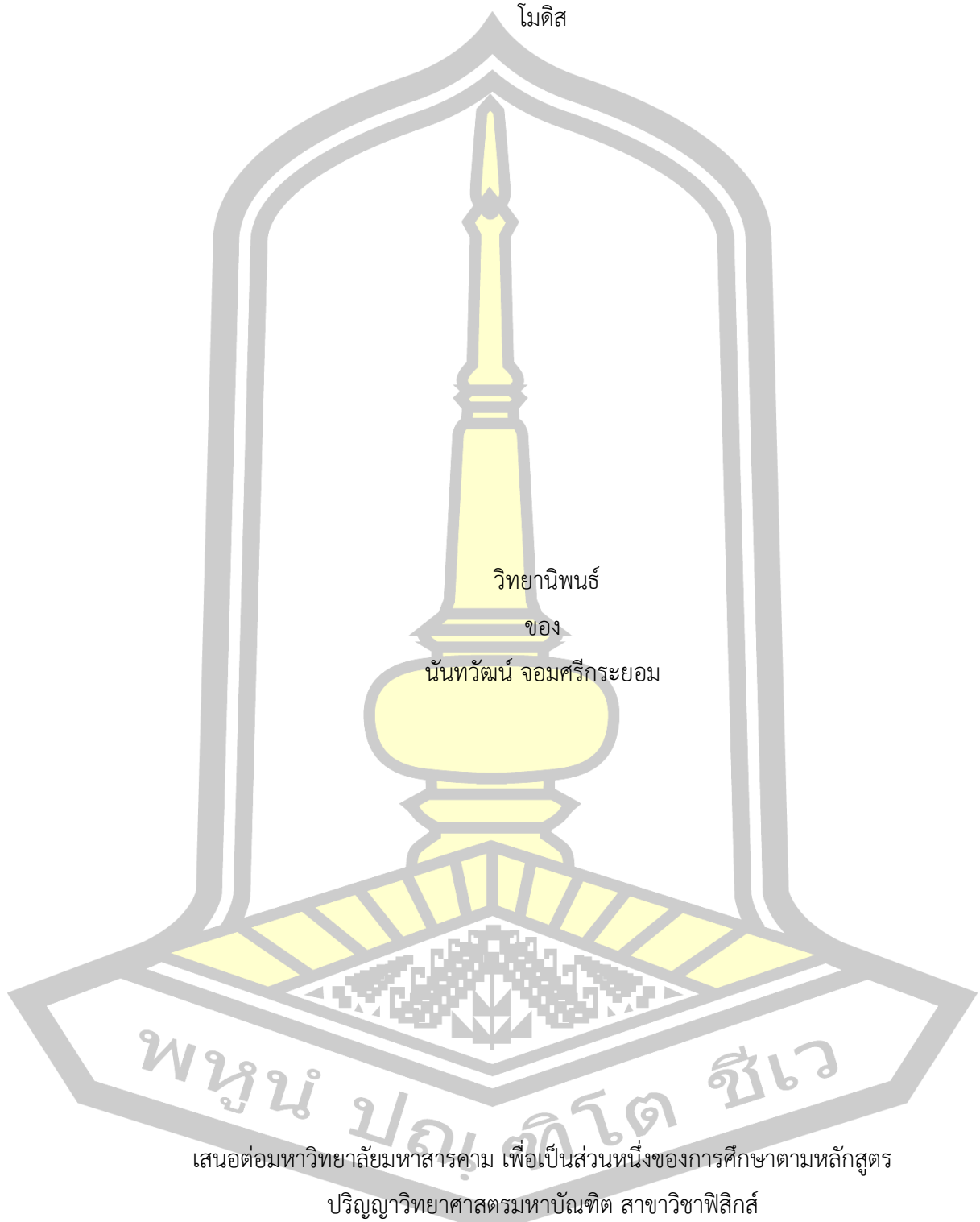
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



พหุ ประยูร ทิตฺต ชัยเว

การตรวจสอบการเกิดภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมแบบหลายช่วงเวลาด้วยข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์รา

โมดิส



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

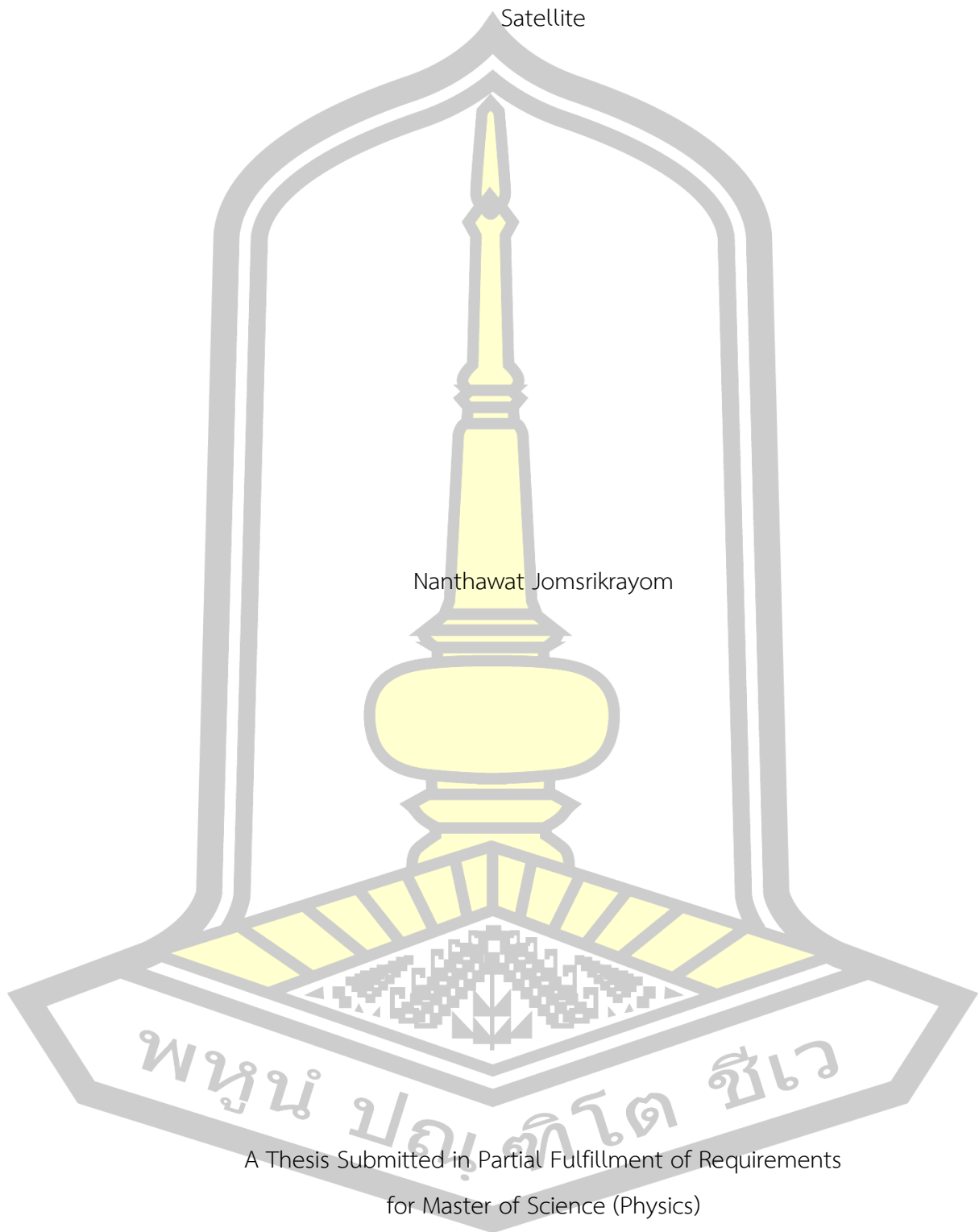
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

มิถุนายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Agricultural Drought Monitoring in Multi-temporal using Data from Terra MODIS

Satellite



Nanthawat Jomsrikrayom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Science (Physics)

June 2021

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายันทวัฒน์ จอมศรีกระ  
ยอม แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาฟิสิกส์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. ไพศาล จิ์ฟู )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ชีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ )

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ธนา ยีรัมย์ )

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. อนุสรณ์ แสงประจักษ์ )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล )

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุ ประทีป ติว

ชื่อเรื่อง	การตรวจสอบการเกิดภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมแบบหลายช่วงเวลาด้วยข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส		
ผู้วิจัย	นันทวัฒน์ จอมศรีกระยอม		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	ฟิสิกส์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2564

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างดัชนีทางสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลดาวเทียม Terra/Modis สำหรับใช้ในการค้นหา ติดตาม และสร้างแผนที่ภัยแล้งทางการเกษตรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย ในการศึกษาครั้งนี้นำข้อมูลภาพดาวเทียม Terra/Modis บันทึกข้อมูลระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2552 และ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 มาสร้างเป็นชุดข้อมูลเพื่อนำไปสร้างดัชนีทางสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI)

ผลการศึกษาพบว่า ดัชนีสถานะพืชพรรณสามารถค้นหาปีที่เกิดภัยแล้งและไม่เกิดภัยแล้งได้ซึ่งบ่งชี้ข้อมูลทางกายภาพของภัยแล้ง ประกอบด้วย ขอบเขตและระยะเวลาของภัยแล้ง ความสัมพันธ์ระหว่างภัยแล้งกับปฏิทินการเพาะปลูกทางการเกษตร ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเสี่ยงภัยแล้งปานกลางและมีพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมาก โดยพื้นที่ที่เกิดภัยแล้งมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 มีพื้นที่ 22,456.76 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 71.47 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ดัชนีผลต่างพืชพรรณและดัชนีสถานะพืชพรรณสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ดีในการค้นหา ติดตาม และจัดทำแผนที่ภัยแล้งทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอบเขตของภัยแล้งและระยะเวลาของการเกิดภัยแล้ง

คำสำคัญ : ดัชนีสถานะพืชพรรณ, ดัชนีผลต่างพืชพรรณ, ดาวเทียมเทอร์รา

**TITLE** Agricultural Drought Monitoring in Multi-temporal using Data from Terra MODIS Satellite

**AUTHOR** Nanthawat Jomsrikrayom

**ADVISORS** Associate Professor TEERAWONG LOASUWAN , Ph.D.

**DEGREE** Master of Science **MAJOR** Physics

**UNIVERSITY** Mahasarakham **YEAR** 2021  
University

### ABSTRACT

The objectives of this study are to create environmental indices from Terra/Modis for agricultural drought detecting, monitoring, and mapping in middle-part of northeast region of Thailand. In this study Terra/Modis datasets from 1 January 2009 to 31 December 2019 were firstly compiled for creating the environmental indices including Vegetation Condition Index (VCI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

The main results indicate that VCI can be used to detect drought and non-drought year. This can indicate about physical data of drought including drought boundary period, relationship between drought and crop calendar. An evaluation of drought risk areas found that most areas in the middle-part northeastern of Thailand are in moderate and extreme drought. The most intense period of drought that affected 71.47% or 22,456.76 square kilometres of this area occurred in August 2013. In conclusion, it appears that VCI and NDVI can be used as a good tool for detecting, monitoring and mapping crop drought, especially drought boundary and period.

Keyword : Vegetation Condition Index, Normalized Difference Vegetation Index, Terra/Modis

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รศ.ดร. ชีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์และมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ความรู้ คำแนะนำตลอดช่วงเวลาในการศึกษาในมหาวิทยาลัย แห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนให้ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดามารดา อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

นันทวัฒน์ จอมศรีกระยอม



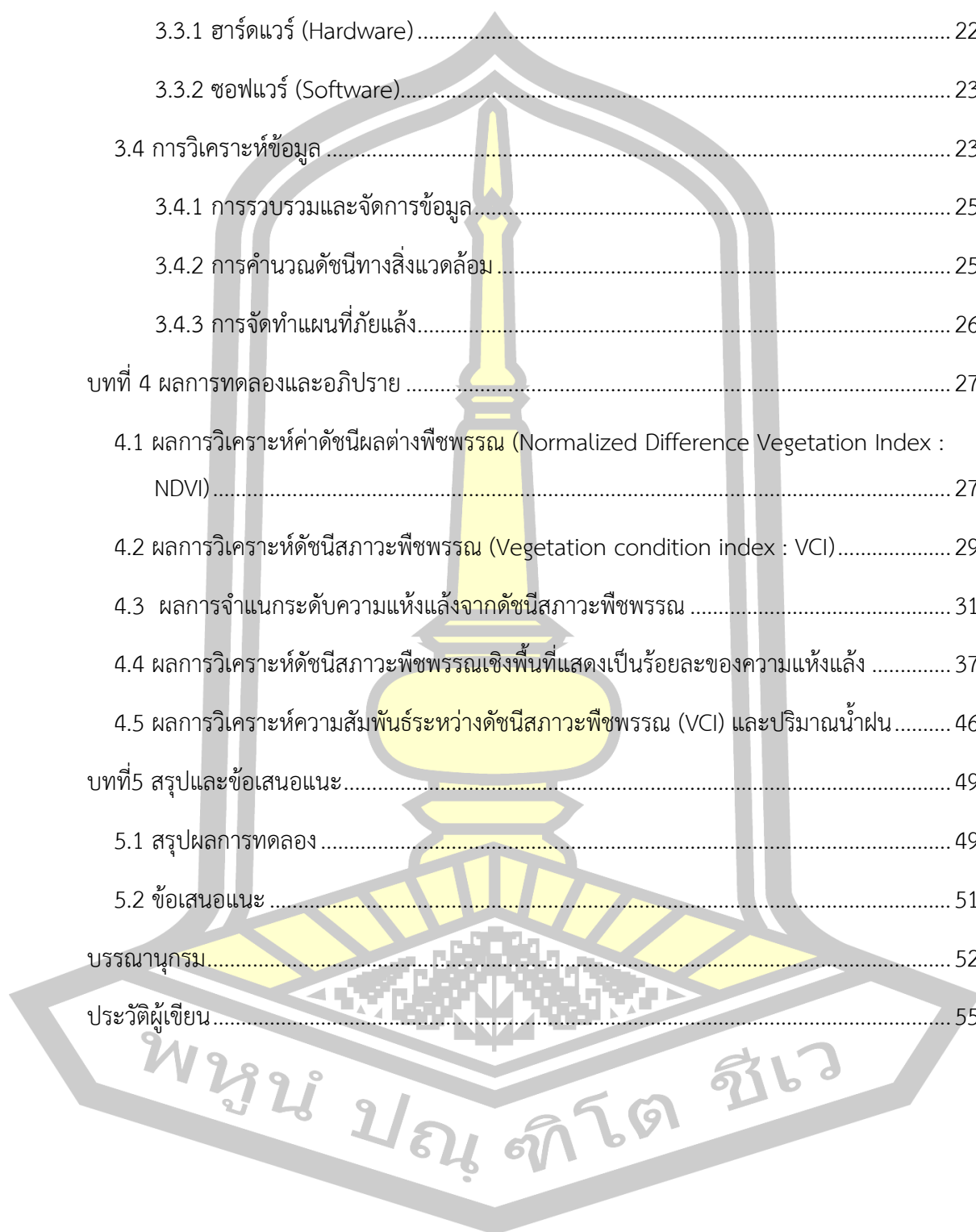


## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตและวิธีการศึกษา.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	3
2.1.1 ทรัพยากรธรรมชาติ.....	3
2.1.1.1 ทรัพยากรดิน.....	3
2.1.1.2 ทรัพยากรน้ำ.....	3
2.1.1.3 ทรัพยากรป่าไม้.....	4
2.1.2 ประชากร.....	4
2.1.3 สภาพทางด้านเศรษฐกิจ.....	4
2.2 ปรากฏการณ์ภัยแล้ง.....	4

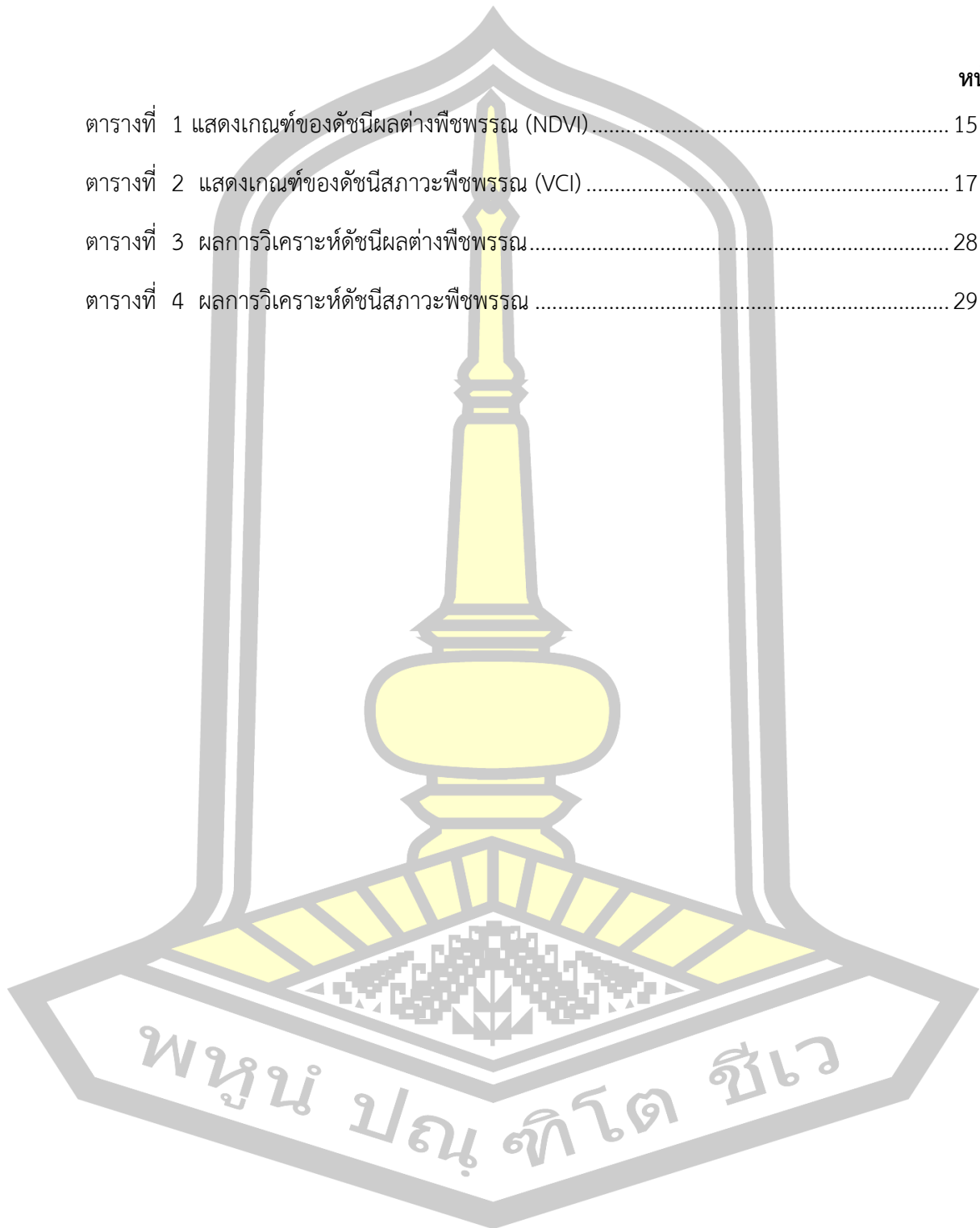
2.2.1	คำจำกัดความเกี่ยวกับภัยแล้ง.....	4
2.2.2	สาเหตุของภัยแล้ง.....	5
2.2.3	ผลกระทบของภัยแล้ง.....	6
2.2.4	ประเภทของภัยแล้ง.....	6
2.3	ปรากฏการณ์เอลนีโญ.....	8
2.3.1	การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ.....	8
2.3.2	ขนาดของปรากฏการณ์เอลนีโญ.....	8
2.3.3	ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ.....	9
2.3.4	ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อประเทศไทย.....	9
2.4	รีโมทเซนซิง.....	10
2.4.1	องค์ประกอบและกระบวนการของการรับรู้จากระยะไกล.....	10
2.4.2	ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสิ่งปกคลุมผิวโลก.....	11
2.5	ข้อมูลดาวเทียมเทอร์รา (Terra).....	13
2.6	ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI).....	14
2.7	ดัชนีสภาวะพืชพรรณ (Vegetation condition index : VCI).....	15
2.10	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	22
3.1	ขั้นตอนการศึกษา.....	22
3.1.1	การเตรียมการ.....	22
3.1.2	การเก็บรวบรวม.....	22
3.1.3	การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย.....	22
3.1.4	การเขียนและนำเสนอรายงาน.....	22
3.2	ข้อมูลและแหล่งข้อมูล.....	22

3.3 เครื่องมือและโปรแกรม .....	22
3.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) .....	22
3.3.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....	23
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	23
3.4.1 การรวบรวมและจัดการข้อมูล.....	25
3.4.2 การคำนวณดัชนีทางสิ่งแวดล้อม.....	25
3.4.3 การจัดทำแผนที่ภัยแล้ง.....	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปราย .....	27
4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI).....	27
4.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสถานะพืชพรรณ (Vegetation condition index : VCI).....	29
4.3 ผลการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสถานะพืชพรรณ .....	31
4.4 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสถานะพืชพรรณเชิงพื้นที่แสดงเป็นร้อยละของความแห้งแล้ง .....	37
4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) และปริมาณน้ำฝน.....	46
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	49
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	49
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	51
บรรณานุกรม.....	52
ประวัติผู้เขียน.....	55



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์ของดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI).....	15
ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์ของดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI).....	17
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ.....	28
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสถานะพืชพรรณ.....	29



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 ปฏิทินการปลูกข้าวนาปีของประเทศไทย .....	2
ภาพประกอบที่ 2 แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย .....	3
ภาพประกอบที่ 3 องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล .....	11
ภาพประกอบที่ 4 การรับรู้จากระยะไกลแบบ passive remote sensing และ active remote sensing .....	11
ภาพประกอบที่ 5 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับพื้นผิวโลก .....	12
ภาพประกอบที่ 6 ลักษณะพื้นผิวน้ำของวัตถุที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงาน.....	13
ภาพประกอบที่ 7 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล .....	24
ภาพประกอบที่ 8 ผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ(NDVI) ราย 3 เดือน .....	27
ภาพประกอบที่ 9 ผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ(NDVI) เฉลี่ย 3 เดือน.....	28
ภาพประกอบที่ 10 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) ราย 3 เดือน .....	30
ภาพประกอบที่ 11 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) เฉลี่ย 3 เดือน.....	30
ภาพประกอบที่ 12 การจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกรกฎาคม .....	31
ภาพประกอบที่ 13 ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งเดือนกรกฎาคม.....	32
ภาพประกอบที่ 14 การจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนสิงหาคม .....	33
ภาพประกอบที่ 15 ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งเดือนสิงหาคม .....	34
ภาพประกอบที่ 16 การจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกันยายน .....	35
ภาพประกอบที่ 17 ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งเดือนกันยายน.....	36
ภาพประกอบที่ 18 ร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ ..	37
ภาพประกอบที่ 19 ร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ ..	40
ภาพประกอบที่ 20 ร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ ..	43

ภาพประกอบที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) กับปริมาณน้ำฝนเดือน กรกฎาคม.....	46
ภาพประกอบที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) กับปริมาณน้ำฝนเดือน สิงหาคม .....	47
ภาพประกอบที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) กับปริมาณน้ำฝนเดือน กันยายน.....	47



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาวะโลกร้อนที่ทั่วโลกกำลังเผชิญอยู่ในช่วงเวลานี้ จะยิ่งทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นจากปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะส่งผลให้ปี พ.ศ. 2562 นี้เป็นปีที่โลกร้อนที่สุดของมวลมนุษยชาติ หลังจากที่มีปีที่ร้อนที่สุดมาแล้ว 4 ปีในช่วงปี พ.ศ.2558 - พ.ศ. 2561 ที่ผ่านมา โดยมีการคาดการณ์ว่าอุณหภูมิในหลายพื้นที่จะเพิ่มสูงขึ้น “เอลนีโญ” คือปรากฏการณ์ที่ส่งผลให้อากาศร้อนกว่าปกติ และปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติ ซึ่งผลที่ตามมาก็คือ “ภัยแล้ง” โดยครั้งล่าสุดที่ประเทศไทยต้องเผชิญปรากฏการณ์เอลนีโญคือปี พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2559 ส่งผลให้เกิดภัยแล้งครั้งรุนแรง ปริมาณกักเก็บน้ำในเขื่อนหลักๆของไทยลดลงสู่ระดับที่ต่ำกว่าสถานการณ์ปกติ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วโลกไม่เพียงแต่ประเทศไทย ล่าสุดจากข้อมูลการพยากรณ์ของหน่วยงานที่สหรัฐฯ (Climate Prediction Center) และ ออสเตรเลีย (Bureau of Meteorology) ชี้ให้เห็นว่าตัวแบบในการพยากรณ์ต่าง ๆ เริ่มส่งสัญญาณโอกาสที่จะเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญในปี พ.ศ. 2562 นี้ โดย Climate Prediction Center ของสหรัฐฯ ระบุว่าโอกาสเกิดปรากฏการณ์ เอลนีโญ ระดับอ่อน (Weak El Niño) ราว 80% (พยากรณ์วันที่ 18 มี.ค.62) และรายงานจาก Bureau of Meteorology ของออสเตรเลียระบุตรงกันว่ามีโอกาสเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญในปีนี้อาจถึง 70% ดังนั้นสำหรับประเทศที่รายได้ของประชาชนส่วนใหญ่ยังมาจากภาคเกษตรกรรม เช่น ประเทศไทย ภัยแล้งจึงเป็นปัญหาสำคัญที่อาจจะกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจโดยรวมได้ เนื่องจากปริมาณพืชผลทางการเกษตรและปศุสัตว์จะได้รับผลกระทบ

ประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาภัยธรรมชาติที่ก่อให้เกิดความรุนแรงมากที่สุดในประเทศไทยคือภัยแล้ง อันเนื่องมาจากการที่มีฝนตกน้อยกว่าปกติ หรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลเป็นระยะเวลานานกว่าปกติและครอบคลุมบริเวณกว้างทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ (Tanutdech & Teerawong, 2018) พืชพันธุ์ไม้ต่าง ๆ ขาดน้ำ ทำให้ไม่เจริญเติบโตตามปกติเกิดความเสียหายและความอดอยากทั่วไป ความแห้งแล้งเป็นภัยธรรมชาติประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นประจำทุกปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเพราะเป็นบริเวณที่อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้เข้าไปไม่ถึง โดยหากปีใดที่ไม่มีพายุเคลื่อนผ่านก็จะก่อให้เกิดความแห้งแล้งรุนแรงมากขึ้น (Tanutdech & Teerawong, 2019) สำหรับประเทศไทยนอกจากฝนแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เป็นองค์ประกอบอีกหลายอย่างที่ก่อให้เกิดภัยแล้ง เช่น ระบบการหมุนเวียนของบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศกับน้ำทะเลหรือมหาสมุทร ผลกระทบจากปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก การตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมสำหรับการเกิดภัยแล้งในประเทศไทยโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องจนถึงฤดูร้อนเริ่มจาก

กลางเดือนตุลาคมเป็นต้นไป ปริมาณฝนจะลดลงตามลำดับกระทั่งเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของปีถัดไปและปรากฏอีกครั้งในช่วงกลางฤดูฝนประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม (Gomasathit et al.,2015) ภัยแล้งจะเกิดขึ้นเฉพาะท้องถิ่นหรือบางบริเวณอาจครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างเกือบทั่วทั้งประเทศไทยดังนั้นปริมาณน้ำฝนจึงถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อพืชพรรณ โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับดัชนีพืชพรรณนี้ถือเป็นตัวแปรสำคัญที่จะใช้กำหนดพื้นที่แห้งแล้ง (Wattakit and Mongkolsawat,2008; Laosuwan et al.,2018)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทยเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งแบบซ้ำซากในทุกปี ทั้งนี้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสภาพภูมิอากาศอุณหภูมิเฉลี่ยคือ 19.6 องศาเซลเซียสถึง 30.2 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดที่บันทึกไว้คือ 43.9 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดคือ -1.4 องศาเซลเซียส จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาพบว่าปัญหาภัยแล้งได้ส่งผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรมอย่างรุนแรงและต่อเนื่องโดยมีสาเหตุจากฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลจึงประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกเป็นปัญหาเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นผลกระทบที่เกิดมาจากปรากฏการณ์เอลนีโญ นอกจากนี้ลักษณะภูมิประเทศบางแห่งอยู่บนที่สูงพื้นที่ป่าไม้มีน้อยและไม่ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ ไม่มีแหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมางานวิจัยนี้จึงได้ให้ความสำคัญและได้มุ่งเน้นศึกษาภัยแล้งจากผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญที่เกิดขึ้นและทำการประเมินค่าสุดขีดของการเกิดภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมด้วยข้อมูลจากดาวเทียมการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในเดือนกรกฎาคม สิงหาคมและกันยายนทั้ง 11 ปี (ค.ศ. 2009 - ค.ศ. 2019) เหตุเพราะว่าในเดือนดังกล่าวนั้นข้าวนาปีจะเจริญเติบโตออกใบเขียวเต็มที่ ทั้งนี้ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้คือหากพื้นที่ใดข้าวนาปีไม่มีการเจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตน้อยก็จะประสบปัญหาสภาวะภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม ในทางตรงกันข้ามหากพื้นที่ใดข้าวนาปีการเจริญเติบโตออกใบเขียวเต็มที่ก็จะไม่ประสบปัญหาสภาวะภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม โดยสำหรับปฏิทินการปลูกข้าวนาปีของประเทศไทยตามภาพประกอบที่ 1

		เดือน																		
ชนิดพืช		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มี.ย.	ก.ค.	ธ.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
ข้าว									ปลูก		เติบโต		เก็บเกี่ยว							
อ้อย	ข้ามแล้ง	ปลูก									เติบโต							เก็บเกี่ยว		
	ต้นฝน						ปลูก													เก็บเกี่ยว

ภาพประกอบที่ 1 ปฏิทินการปลูกข้าวนาปีของประเทศไทย



## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย
2. เพื่อจัดทำแผนที่พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบภัยแล้ง
3. เพื่อประเมินการเกิดภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมด้วยข้อมูลจากดาวเทียมในช่วงระยะเวลา 11 ปี (ค.ศ. 2009 - ค.ศ. 2019)

## 1.3 ขอบเขตและวิธีการศึกษา

1. ศึกษาเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย
2. ศึกษาเฉพาะเดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน ในช่วงระยะเวลา 11 ปี (ค.ศ. 2009 - ค.ศ. 2019)
3. ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Terra/Modis ในการศึกษา
4. ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการจัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลข้อมูล

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

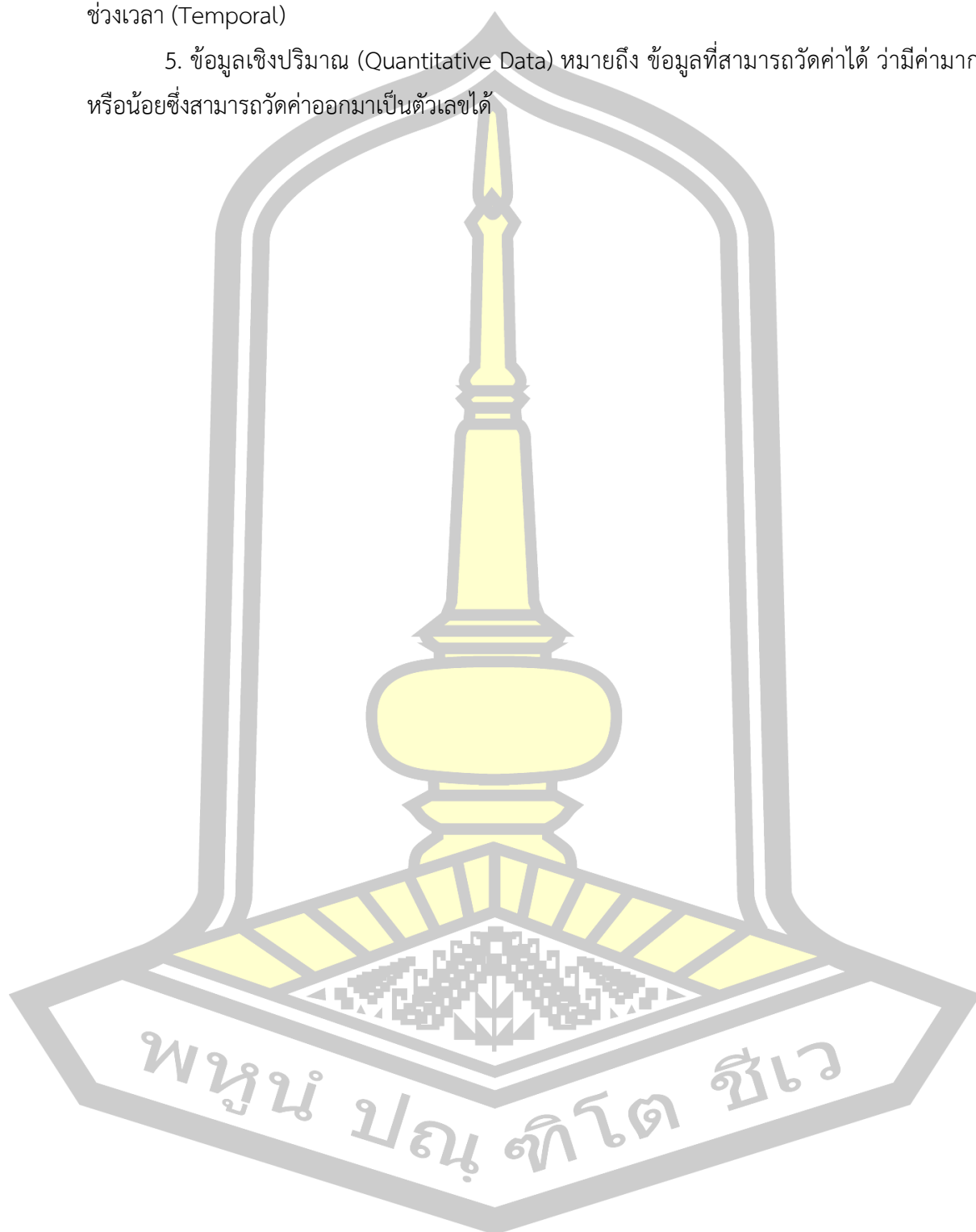
1. แผนที่พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย
2. ทำให้ทราบผลกระทบของภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย
3. ทำให้ทราบถึงการใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Terra/Modis เพื่อระบุพื้นที่เกิดภัยแล้ง

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) หมายถึง วิธีการหรือกระบวนการในการระบุลักษณะรูปแบบ และความรุนแรงของความเสี่ยง โดยการวิเคราะห์ภัยและความล่อแหลมเพื่อประเมินโอกาสหรือความเป็นไปได้ที่จะเกิดภัยพิบัติ และผลกระทบที่อาจเป็นอันตรายต่อสาธารณชน ทรัพย์สิน สภาพความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อม
2. พื้นที่เสี่ยงภัย หมายถึง สถานที่ตั้งที่มีโอกาสหรือความเป็นไปได้ที่เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นและนำมาซึ่งผลกระทบทางลบต่าง ๆ ต่อวิถีชุมชนและทรัพย์สินของประชาชน
3. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดเก็บ (Storage) จัดการ (Management) วิเคราะห์ (Analysis) และแสดงผล (Display) ข้อมูลภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่
4. การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) หมายถึง วิทยาศาสตร์หรือศิลปะของการได้มาซึ่งวัตถุพื้นหรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ

ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตาม  
ช่วงเวลา (Temporal)

5. ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) หมายถึง ข้อมูลที่สามารถวัดค่าได้ ว่ามีค่ามาก  
หรือน้อยซึ่งสามารถวัดค่าออกมาเป็นตัวเลขได้

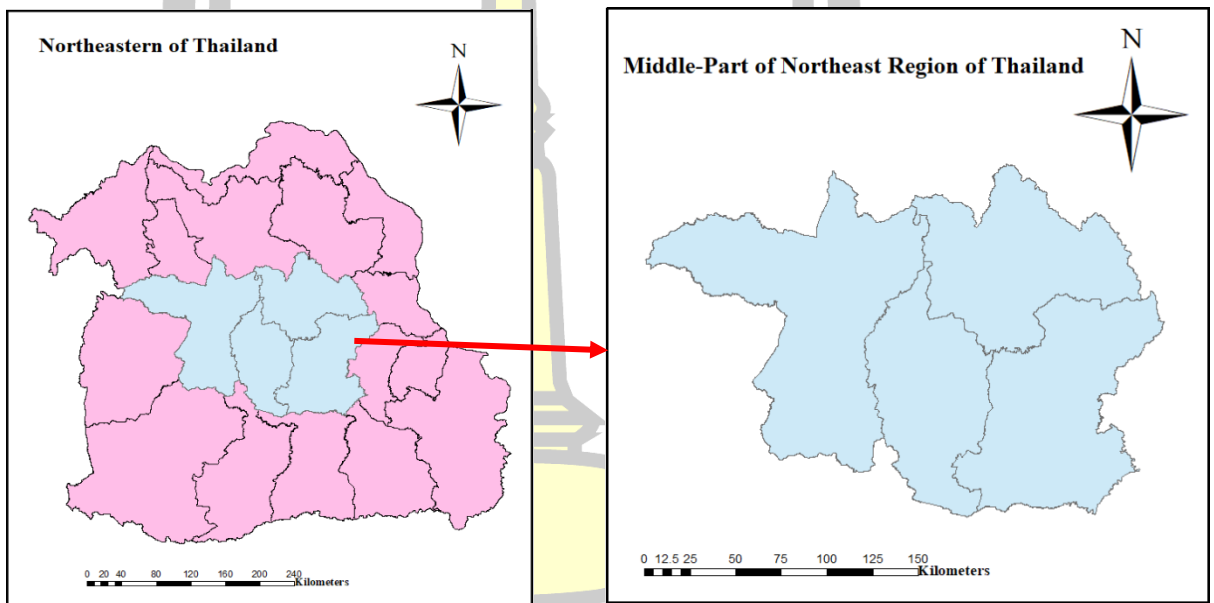


## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางประกอบจังหวัด 4 จังหวัด ได้แก่ ร้อยเอ็ด ขอนแก่น มหาสารคาม และกาฬสินธุ์ มีพื้นที่รวมกันประมาณ 31,423 ตารางกิโลเมตร (19,639,296 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 18.6 ของพื้นที่ทั้งหมดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพประกอบที่ 2 แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย

#### 2.1.1 ทรัพยากรธรรมชาติ

##### 2.1.1.1 ทรัพยากรดิน

มีพื้นที่ถือครองทางการเกษตร 12,735,673 ไร่ สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายและดินเค็ม สภาพปัญหาของดิน คือ ดินขาดอินทรีย์วัตถุ ที่อยู่อาศัย 307,183 ไร่ ที่นา 9,132,147 ไร่ ที่พืชไร่ 2,084,671 ไร่ ที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น 483,659 ไร่ ที่สวนผักและไม้ดอก 24,522 ไร่ ที่ทุ่งหญ้า 138,953 ไร่ ที่รกร้าง 260,317 ไร่

##### 2.1.1.2 ทรัพยากรน้ำ

ลุ่มน้ำที่ไหลผ่าน 4 จังหวัด คือ ลุ่มน้ำชี ส่วนลุ่มน้ำพองและลุ่มน้ำมูลไหลผ่าน 3 จังหวัด คือ จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม และร้อยเอ็ด สำหรับลำน้ำป่าว ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากเทือกเขาภูพาน ไหลผ่านหลายอำเภอในจังหวัดกาฬสินธุ์ นอกจากนี้ยังมีเขื่อนอุบลรัตน์ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำได้ (ความจุ) 2,264 ล้านลูกบาศก์เมตร ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกำลังผลิต 8,400 กิโลวัตต์ จำนวน 3

เครื่อง รวมกำลังการผลิตทั้งสิ้น 25,200 กิโลวัตต์ เป็นเขื่อนเอนกประสงค์ที่เอื้ออำนวยประโยชน์ต่อประชาชนในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย ด้านผลิตไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 55 ล้านกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ด้านชลประทานและการเกษตร มีพื้นที่ชลประทาน 300,000 ไร่ ในพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดขอนแก่นและมหาสารคาม ด้านอื่น ๆ เช่น ด้านการประมง ด้านการบรรเทาอุทกภัย ด้านคมนาคม นอกจากนี้ ยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับความสนใจจากผู้มาเยี่ยมชมที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของกลุ่มจังหวัดและเขื่อนลำปาว สามารถเก็บกักน้ำได้ 1,430 ลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่ชลประทานประมาณ 2,242,446 ไร่ พื้นที่แล้งซ้ำซากระดับรุนแรงมาก เป็นสภาวะที่ประสบความแห้งแล้ง 1-3 ปี ต่อครั้ง ประสบกับพื้นที่ด้านการเกษตร จำนวน 6,499,760 ไร่

### 2.1.1.3 ทรัพยากรป่าไม้

พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์ในกลุ่มจังหวัดมีจำนวน 1,759,591 ไร่ โดยจังหวัดกาฬสินธุ์มีมากที่สุด จำนวน 518,994 ไร่ และจังหวัดมหาสารคามน้อยที่สุด คือ 138,612 ไร่ ส่วนพื้นที่ป่าชุมชนของกลุ่มจังหวัด มีจำนวน 36,771 ไร่ พื้นที่ป่าเศรษฐกิจ 2,367 ไร่

### 2.1.2 ประชากร

ประชากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางมีทั้งสิ้น 4,973,795 คน โดยแยกเป็น จังหวัดขอนแก่น 1,750,500 คน จังหวัดมหาสารคาม 937,686 คน จังหวัดร้อยเอ็ด 1,310,047 คน และจังหวัดกาฬสินธุ์ 975,562 คน รายได้ของครัวเรือน 10,498 บาทต่อเดือน รายได้เฉลี่ยต่อคนต่อปี 43,151 บาท ค่าใช้จ่ายของครัวเรือน 8,749 บาทต่อเดือน

### 2.1.3 สภาพทางด้านเศรษฐกิจ

เศรษฐกิจของกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางขึ้นอยู่กับการผลิต 4 สาขาหลัก ได้แก่ สาขาบริการ สาขาอุตสาหกรรม สาขาการค้า และสาขาเกษตรกรรม ในปี 2549 มีผลิตภัณฑ์มวลรวมกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง 211,126 ล้านบาท คิดเป็น 26.7 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยโครงสร้างการผลิตมาจากสาขาบริการมากที่สุดรองลงมา คือ สาขาอุตสาหกรรม สาขาการค้า สาขาเกษตรกรรม และสาขาเหมืองแร่ตามลำดับ

## 2.2 ปรากฏการณ์ภัยแล้ง

### 2.2.1 คำจำกัดความเกี่ยวกับภัยแล้ง

ในการศึกษาเกี่ยวกับภัยแล้ง นักวิจัยได้กำหนดหรือนิยามภัยแล้งไว้หลายรูปแบบ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา (2550) ได้ให้นิยามเกี่ยวกับภัยแล้ง (drought) คือ ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานานจนก่อให้เกิดความแห้งแล้งและส่งผลกระทบต่อชุมชน National Drought Mitigation Center (NDMC) (2006) กล่าวว่า ภัยแล้ง คือ ภาวะปกติที่ลักษณะภูมิอากาศ

ย้อนกลับมาอีกครั้งหนึ่ง ถึงแม้ว่า การพิจารณาถึงเหตุการณ์ความผิดปกติของลักษณะภูมิอากาศจะเป็นไปได้ยากและเกิดแบบสุ่ม และภัยแล้งเกิดขึ้นได้ในทุก ๆ เขตภูมิอากาศ แต่ลักษณะเฉพาะของมันมีความแตกต่างกันไปอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละภูมิภาค ภัยแล้งเป็นภาวะความผิดปกติชั่วคราวซึ่งแตกต่างจากความแห้งแล้ง (aridity) ซึ่งถือได้ว่าเป็นภูมิภาคที่ถูกจำกัดโดยฝนที่มีปริมาณน้อยและเป็นลักษณะภูมิอากาศที่ถาวร ภัยแล้ง คือ อันตรายที่ถูกซ่อนเร้นโดยธรรมชาติแต่ก็ปรากฏร่องรอยให้เห็นโดยเริ่มจากการมีปริมาณน้ำฝนที่ไม่เพียงพอในรอบระยะเวลาหนึ่ง จึงส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำซึ่งเกี่ยวข้องกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ภัยแล้งไม่ได้แสดงถึงปรากฏการณ์ทางกายภาพหรือเหตุการณ์ทางธรรมชาติเท่านั้น แต่ผลกระทบของภัยแล้งยังส่งผลต่อชุมชนและสังคมจากความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ทางธรรมชาติ (ปริมาณน้ำฝนน้อยซึ่งเป็นผลมาจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ) กับพื้นที่ที่ประชาชนมีความต้องการน้ำ ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2549) กล่าวว่า ภัยแล้งคือ ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานานจนก่อให้เกิดความแห้งแล้งและส่งผลกระทบต่อชุมชน โดยทั่วไปสภาพความแห้งแล้งอาจเกิดจากฝนแล้ง หรือผลของฝนทิ้งช่วง นอกจากนี้ กรมอุตุนิยมวิทยา (2550) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวข้องกับภัยแล้งเพิ่มเติม คือ ฝนแล้งที่หมายถึง ความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศอันเกิดจากการที่ฝนน้อยกว่าปกติ ไม่เพียงพอต่อความต้องการ หรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำใช้ และพืชต่าง ๆ ขาดน้ำหล่อเลี้ยงขาดความชุ่มชื้น ทำให้พืชผลไม่สมบูรณ์ ไม่เจริญเติบโต และไม่ให้ผลผลิตตามปกติ เกิดความเสียหายและเกิดความอดอยากขาดแคลนทั่วไป ความรุนแรงของฝนแล้งขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ระยะเวลาการเกิดความแห้งแล้งและขนาดความกว้างใหญ่ของพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง ดังนั้น อาจกล่าวสรุปได้ว่า ภัยแล้ง คือภัยธรรมชาติอันซับซ้อนซึ่งยากแก่การระบุตำแหน่ง โดยมีสาเหตุมาจากความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศที่ส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติในรอบระยะเวลาหนึ่ง ก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำซึ่งเกี่ยวข้องกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

## 2.2.2 สาเหตุของภัยแล้ง

ภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางนอกจากปริมาณน้ำฝนแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เป็นองค์ประกอบได้แก่ ระบบการหมุนเวียนของบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของบรรยากาศ และการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศกับน้ำ ดังนั้นการเกิดภัยแล้งจึงไม่ได้เกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงอย่างเดียว โดยสามารถประมวลปัจจัยของการเกิดภัยแล้งได้ดังนี้

1. เนื่องจากสภาวะอากาศในฤดูร้อนที่ร้อนมากกว่าปกติ
2. เนื่องจากการพัดพาของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
3. เนื่องจากความผิดปกติของตำแหน่งร่องมรสุมทำให้ฝนตกในพื้นที่ไม่ต่อเนื่อง
4. เนื่องจากความผิดปกติของพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยน้อยกว่าปกติ

5. เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสมดุลของพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ เช่น การเผาพลาสติก น้ำมัน และถ่านหินทำให้เกิดรูโหว่ในชั้นโอโซน
6. เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า เพราะป่าไม่มีอิทธิพลต่อกระแสลมความชุ่มชื้นฝน การระบายน้ำและน้ำผิวดิน เมื่อต้นไม้ถูกทำลายไปทำให้ขาดพืชดูดซับน้ำและดินไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันและในช่วงฤดูแล้งเมื่อไม่มีฝนตกจะเกิดความแห้งแล้งขึ้น
7. เนื่องจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

### 2.2.3 ผลกระทบของภัยแล้ง

#### 1. ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ

- 1.1 ปัญหาผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ
- 1.2 ปัญหาระบบอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำได้รับผลกระทบ
- 1.3 ปัญหาผลกระทบต่อด้านการท่องเที่ยว

#### 2. ผลกระทบด้านสังคม

- 2.1 ปัญหาขาดแคลนน้ำสะอาดเพื่ออุปโภค บริโภค
- 2.2 ปัญหาอนามัย และโรคระบาด
- 2.3 ปัญหาการแย่งชิงน้ำ
- 2.4 ปัญหาภาวะว่างงานภาคเกษตร และอุตสาหกรรม
- 2.5 ปัญหาการเคลื่อนย้ายเข้าสู่เมือง เป็นปัญหาสังคมเมือง

#### 3. ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

- 3.1 ปัญหาป่าไม้ ต้นน้ำลำธารเสื่อมโทรม และเกิดไฟป่า
- 3.2 ปัญหาพื้นดินขาดความชุ่มชื้น และเสื่อมสภาพ
- 3.3 ปัญหาสัตว์ป่าขาดแคลนน้ำ และอาหาร

### 2.2.4 ประเภทของภัยแล้ง

ภัยแล้งจำแนกออกเป็น 4 ประเภทตามลักษณะการเกิดดังต่อไปนี้

#### 1. ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Drought)

ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา คือ การกำหนดเกณฑ์ของระดับความแห้งแล้ง (โดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนปกติหรือปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย) และระยะเวลาของความแห้งแล้ง ตัวอย่างเช่น คำนิยามของภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาจะเป็นการบ่งชี้ถึงช่วงเวลาของการเกิดภัยแล้งบนเกณฑ์ของจำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การวัดด้วยวิธีนี้จะมีความเหมาะสมสำหรับภูมิภาคที่มีฝนตกตลอดปี เช่น เขตโซนร้อน เขตอากาศร้อนชื้น หรือเขตอากาศร้อนชื้นแถบละติจูดกลาง และภูมิภาคที่มีฤดูฝน การกำหนดเกณฑ์ของระดับความแห้งแล้งสามารถกระทำได้โดยการเปรียบเทียบปริมาณ



น้ำฝนจริงกับค่าเฉลี่ยรายเดือนหรือรายปี นอกจากนี้ การวัดภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาควรพิจารณาถึงสภาพอากาศในแต่ละภูมิภาค ซึ่งส่งผลให้การลดลงของปริมาณน้ำฝนมีความแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ตามชายฝั่งตะวันออกอาจมีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าปกติ แต่เมื่อนำไปพิจารณาในภูมิภาคแห้งแล้งแล้วจะสูงกว่าปกติ

## 2. ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม (Agricultural of Drought)

ภัยแล้งเชิงเกษตรจะเชื่อมโยงกับลักษณะเฉพาะของภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาหรือภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา ที่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรรม มีหลักสำคัญอยู่ที่การขาดแคลนปริมาณน้ำฝน มีความแตกต่างระหว่างศักยภาพการคายระเหยกับการระเหยจริง ความชื้นในดินลดลง และระดับน้ำใต้ดินหรือระดับน้ำผิวดินลดลง ความต้องการน้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ลักษณะทางชีวภาพของพืช การเจริญเติบโตของพืช และคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน การอธิบายความหมายที่ดีสำหรับภัยแล้งเชิงเกษตรจะต้องสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงได้ หรือความอ่อนไหวของพืชในช่วงเวลาที่แตกต่างกันตามพัฒนาการของพืชตั้งแต่เริ่มออกจนถึงฤดูเก็บเกี่ยว ความชื้นของดินชั้นบนที่ลดลงในพื้นที่เกษตรกรรมอาจเป็นอุปสรรคต่อการงอกของพืชและทำให้จำนวนประชากรของพืชลดลง ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง

## 3. ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา (Hydrological Drought)

ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา มีความสัมพันธ์กับผลกระทบของช่วงเวลาที่ฝนตกลงน้อยบนพื้นผิวหรือใต้พื้นผิว (แม่น้ำ บ่อ ทะเลสาบ และน้ำใต้ดิน) ความถี่และความรุนแรงของภัยแล้งเชิงอุทกวิทยาจะขึ้นอยู่กับสเกลของสันปันน้ำหรือลุ่มน้ำ แม้ว่าภัยแล้งทั้งหมดจะมีสาเหตุมาจากการลดลงของปริมาณน้ำฝน แต่ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยาจะมีความเกี่ยวข้องกับการลดลงของระบบทางอุทกวิทยา (hydrologic system) ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยาจะเกิดขึ้นในช่วงเดียวกันหรือหลังการเกิดภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาและภัยแล้งเชิงเกษตร การที่ปริมาณน้ำฝนลดลงเป็นเวลานาน ๆ จะแสดงปรากฏการณ์สถานะภัยแล้งในองค์ประกอบของระบบทางอุทกวิทยา เช่น ความชื้นในดิน การไหลของกระแส น้ำ ระดับน้ำผิวดิน และระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งผลกระทบเหล่านี้อาจเกิดขึ้นไม่พร้อมกันกับผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น การขาดแคลนปริมาณน้ำฝนอาจมีผลกระทบต่อความชื้นในดินที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสังเกตได้โดยตรงจากพื้นที่เกษตรกรรม แต่ผลกระทบของการขาดแคลนปริมาณน้ำฝนจะไม่มีผลกระทบต่อระดับน้ำผิวดินประเภทต่าง ๆ เช่น ระดับน้ำในเขื่อนสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ หรือการใช้น้ำเพื่อการนันทนาการ เช่นเดียวกับกับ น้ำในระบบกักเก็บน้ำ (อ่างเก็บ แม่น้ำ) ที่มีวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์หลากหลายรูปแบบ (เช่น ควบคุมอุทกภัย การชลประทาน พักผ่อนหย่อนใจ และที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เป็นต้น) ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมีความซับซ้อนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับขั้นตอนและปริมาณ โดยอาจจะเกิดการแย่งชิงน้ำในระบบกักเก็บน้ำในระหว่างการเกิดภัยแล้ง และอาจก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำ

#### 4. ภัยแล้งเชิงสังคม (socioeconomic drought)

ภัยแล้งเชิงสังคม คือ ภัยแล้งที่มีความสัมพันธ์กับอุปสงค์และอุปทานของสินค้าเศรษฐกิจ (economic goods) และเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของภัยแล้งเชิงอุทกนิยามวิทยา ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา และภัยแล้งเชิงเกษตร ภัยแล้งเชิงสังคมจะมีความแตกต่างกับภัยแล้งชนิดอื่น ๆ เพราะว่าปรากฏการณ์ของภัยแล้งเชิงสังคมจะขึ้นอยู่กับกระบวนการเชิงพื้นที่ และเวลาของอุปสงค์และอุปทาน เพื่อที่จะระบุหรือจำแนกภัยแล้ง การจัดหาสินค้าเศรษฐกิจ เช่น น้ำ อาหาร และกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ จะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศเพราะว่าความผันแปรของสภาพอากาศตามธรรมชาติอาจจะจัดส่งน้ำได้เพียงพอในบางปี แต่อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ในปีอื่น ๆ

### 2.3 ปรากฏการณ์เอลนีโญ

#### 2.3.1 การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ

ในสภาวะปกติหรือในสภาวะที่ไม่ได้เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนในซีกโลกใต้ จะพัดพาน้ำอุ่นจากทางตะวันออกเฉียงใต้ไปสะสมอยู่ทางตะวันตก (ด้านเอเชีย ออสเตรเลียและอินโดนีเซีย) บริเวณตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนจึงมีอุณหภูมิสูงซึ่งส่งผลต่อบรรยากาศเหนือบริเวณดังกล่าว โดยทำให้มีการกลั่นตัวเป็นเมฆและฝนมากขึ้น ส่วนทางแปซิฟิกตะวันออก (ประเทศเอกวาดอร์ ชิลี และเปรู) จะมีการไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างไปสู่ผิวน้ำ (Upwelling) ทำให้อุณหภูมิมิวน้ำต่ำและส่งผลให้บริเวณแปซิฟิกตะวันออกเกิดความแห้งแล้ง สำหรับในช่วงเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำอุ่นฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ตามแนวชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้) ทำให้น้ำทะเลบริเวณตอนกลางและชายฝั่งด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกอุ่นขึ้นผิดปกติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตก (ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย บรูไนและออสเตรเลีย) กับความกดอากาศ ในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันออก (ประเทศเอกวาดอร์ เปรู และชิลี) ซึ่งปกติแล้วความกดอากาศฝั่งตะวันออกจะสูงกว่าฝั่งตะวันตก แต่ในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ความกดอากาศฝั่งตะวันออกจะสูงกว่าฝั่งตะวันออกเนื่องจากการอ่อนกำลังของลมสินค้าทำให้เกิดคลื่นใต้น้ำพัดพาเอามวลน้ำอุ่นที่สะสมในฝั่งตะวันตกเข้าไปแทนที่น้ำเย็นในฝั่งตะวันออก ทำให้อุณหภูมิบริเวณแปซิฟิกตะวันออกอุ่นขึ้นจึงเกิดเป็นบริเวณความกดอากาศต่ำ ส่งผลให้มีปริมาณฝนตกเพิ่มมากขึ้น ขณะที่แปซิฟิกฝั่งตะวันตกเกิดความแห้งแล้ง

#### 2.3.2 ขนาดของปรากฏการณ์เอลนีโญ

ขนาดของปรากฏการณ์เอลนีโญกำหนดระดับความรุนแรงเป็น 5 ระดับ ได้แก่ อ่อนมาก อ่อนปานกลาง รุนแรง และรุนแรงมาก อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของมหาสมุทรกับผลกระทบที่เกิดขึ้นบนพื้นทวีป มี 3 ระดับ ดังนี้



1. ขนาดปานกลาง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลโดยทั่วไปบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตซีกโลกใต้ในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงสูงกว่าปกติประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส หรือปริมาณฝนสูงกว่าปกติ มีน้ำท่วมตามบริเวณชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ความเสียหายที่เกิดขึ้นยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ

2. ขนาดรุนแรง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตซีกโลกใต้ในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงสูงกว่าประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส และคงระดับต่อไปอีกเป็นเวลาหลายเดือน หรือปริมาณฝนสูงกว่าปกติมาก มีน้ำท่วมตามบริเวณชายฝั่งอเมริกาใต้ เกิดความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตร

3. ขนาดรุนแรงมาก อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตซีกโลกใต้ในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงสูงกว่าปกติมากกว่า 7 องศาเซลเซียส และมีหลายเดือนที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่า 7 องศาเซลเซียส หรือมีปริมาณฝนสูงกว่าค่าปกติมาก มีน้ำท่วมและเกิดความเสียหายอย่างหนักในประเทศแถบชายฝั่งในทวีปอเมริกาใต้ได้แก่ แปรูซิเลีย อาร์เจนตินา เป็นต้น

### 2.3.3 ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ

ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ การก่อตัวของเมฆและฝนเหนือแนวน้ำบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะลดลงและจะขยับไปทางตะวันออก ทำให้บริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร รวมทั้งประเทศเปรูและเอกวาดอร์มีปริมาณฝนมากกว่าค่าเฉลี่ย ขณะที่มีความแห้งแล้งเกิดขึ้นที่นิวกินีและอินโดนีเซีย อีกทั้งบริเวณเขตร้อนของออสเตรเลีย (พื้นที่ทางตอนเหนือ) มักจะเริ่มฤดูฝนล่าช้า นอกจากนี้พื้นที่บริเวณเขตร้อนแล้ว เอลนีโญยังมีความเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของภูมิอากาศในพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างไกลด้วย เช่น ความแห้งแล้งทางตอนใต้ของแอฟริกา จากการศึกษาเอลนีโญที่เคยเกิดขึ้นในอดีตนักวิทยาศาสตร์พบว่าในฤดูหนาวและฤดูร้อนซีกโลกเหนือ (ระหว่างเดือนธันวาคมกุมภาพันธ์และเดือนมิถุนายน-สิงหาคม) รูปแบบของฝนและอุณหภูมิหลายพื้นที่ที่ผิดปกติ เช่น ในฤดูหนาวบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของแอฟริกาและตอนเหนือของประเทศบราซิลแห้งแล้งผิดปกติ ขณะที่ทางตะวันตกของแคนาดา อลาสก้า และตอนบนสุดของอเมริกามี อุณหภูมิสูงผิดปกติ ส่วนบางพื้นที่บริเวณกึ่งเขตร้อนของอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (บราซิล ตอนใต้ถึงตอนกลางของอาร์เจนตินา) มีฝนมากผิดปกติ

### 2.3.4 ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อประเทศไทย

จากการศึกษาสภาวะฝนและอุณหภูมิของประเทศไทยในปีเอลนีโญของ มันทนา พุกชะวันและนงคณาถ อุประสิทธิ์วงศ์(2545) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่า composite percentile ของปริมาณฝนและ composite standardized ของอุณหภูมิในปีเอลนีโญ จากข้อมูลปริมาณฝนและอุณหภูมิตีรายเดือนในช่วงเวลา 50 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2494 ถึง 2543 พบว่า ในปีเอลนีโญปริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติ (rainfall Index น้อยกว่า 50) โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน และพบว่าเอลนีโญ

ขนาดปานกลางถึงรุนแรงมีผลกระทบทำให้ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติมากขึ้น อุณหภูมิสูงกว่าปกติทุกฤดู ในปีเอลนีโญโดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน และสูงกว่าปกติมากขึ้นในกรณีที่เอลนีโญมีขนาดปานกลางถึงรุนแรง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าในช่วงกลางและปลายฤดูฝนไม่สามารถหาข้อสรุปเกี่ยวกับสภาวะฝนในปีเอลนีโญได้ชัดเจน กล่าวคือ ปริมาณฝนของประเทศไทยมีโอกาสเป็นไปได้ทั้งสูงกว่าปกติและต่ำกว่าปกติ หรืออาจกล่าวได้ว่าช่วงกลางและปลายฤดูฝนเป็นระยะที่เอลนีโญมีผลกระทบต่อปริมาณฝนของประเทศไทยไม่ชัดเจน

ผลการศึกษาข้อสรุปได้กว้างๆ ว่าหากเกิดเอลนีโญปริมาณฝนของประเทศไทยมีแนวโน้มว่าจะต่ำกว่าปกติโดยเฉพาะฤดูร้อนและต้นฤดูฝน ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศจะสูงกว่าปกติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เอลนีโญมีขนาดรุนแรง ผลกระทบดังกล่าวจะชัดเจนมากขึ้นทำให้เกิดภาวะแห้งแล้งในประเทศไทย ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และในทวีปออสเตรเลีย

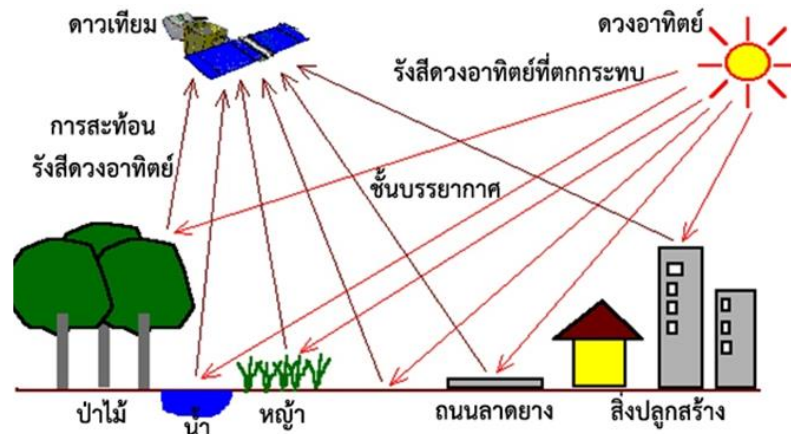
## 2.4 รีโมทเซนซิง

รีโมทเซนซิง เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ และทางด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากรีโมทเซนซิงนั้นสามารถนำมาใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ได้ สำหรับการได้มาของข้อมูลจากรีโมทเซนซิงมีหลากหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งในปัจจุบันวิวัฒนาการในการสำรวจพื้นโลกได้ก้าวหน้าไปมาก มีการพัฒนาเพื่อใช้ดาวเทียมสำรวจพื้นโลกซึ่งครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างและให้รายละเอียดในระดับสูง อีกทั้งประสิทธิภาพในการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นที่สายตามนุษย์มองไม่เห็น (ใช้ฟิล์มธรรมดาบันทึกข้อมูลไม่ได้) เช่น ช่วงคลื่นในย่านอินฟราเรดใกล้ (near infrared) อินฟราเรดความร้อน (thermal infrared) และไมโครเวฟ (microwave) เป็นต้น จึงทำให้ได้ข้อมูลที่ยังไม่เคยทราบมาก่อนและมีประโยชน์ในการนำมาใช้วางแผนและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์มากยิ่งขึ้น (Laosuwan and Rotjanakusol, 2013; Laosuwan and Uttaruk, 2014; Yannawut and Teerawong, 2017; Teerawong and Yannawut, 2017; Dušan et al., 2017) ด้วยเหตุนี้ข้อมูลจากดาวเทียมจึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์กายภาพและทางด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

สุระ พัฒนเกียรติ (2554) ให้ความหมายว่า การรับรู้จากระยะไกลเป็นการสำรวจและตรวจสอบ คุณลักษณะของวัตถุและสิ่งต่าง ๆ โดยมิได้มีการสัมผัสวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นโดยตรง หรืออาจกล่าวว่าการรับรู้จากระยะไกลเป็นวิทยาศาสตร์ และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุพื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ คลื่นรังสีรูปทรงสัญญาณของวัตถุนบนพื้นผิวโลก และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา

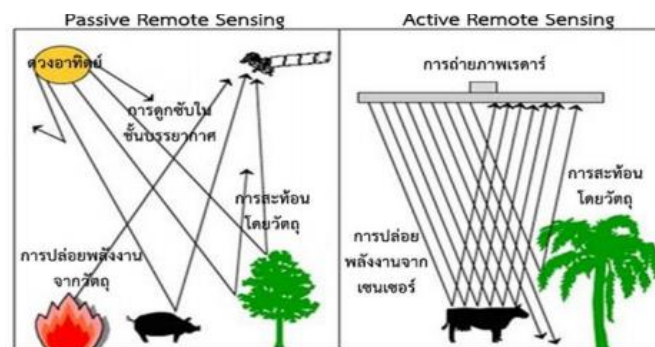
### 2.4.1 องค์ประกอบและกระบวนการของการรับรู้จากระยะไกล

องค์ประกอบที่สำคัญของการรับรู้จากระยะไกล (ภาพประกอบที่ 3) ได้แก่



ภาพประกอบที่ 3 องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล

1. แหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น ดวงอาทิตย์
2. วัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก เช่น ป่าไม้ น้ำ ถนน ลาดยาง และสิ่งปลูกสร้าง
3. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลที่ถูกติดตั้งไว้บนดาวเทียม ทั้งนี้การรับรู้จากระยะไกลที่ใช้พลังงานจากธรรมชาติเรียกว่า “passive remote sensing” (ภาพประกอบที่ 4)



ภาพประกอบที่ 4 การรับรู้จากระยะไกลแบบ passive remote sensing และ active remote sensing

#### 2.4.2 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสิ่งปกคลุมผิวโลก

เราสามารถจำแนกวัตถุต่าง ๆ ออกจากกันได้ เนื่องจากความแตกต่างกันของลักษณะปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสิ่งปกคลุมผิวโลกได้ 3 ลักษณะ คือ การสะท้อนพลังงาน การดูดซับพลังงานและการส่งพลังงานอันเป็นปรากฏการณ์สำคัญในการรับรู้จากระยะไกลของวัตถุบน

พื้นผิวโลก ทั้งนี้สามารถเขียนเป็นสมการความสมดุลพลังงาน (energy balance equation) ได้ สมการที่ 2.1

$$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda) \quad (2.1)$$

เมื่อ  $E_I(\lambda)$  = พลังงานตกกระทบ ที่ความยาวคลื่น  $\lambda$

$E_R(\lambda)$  = พลังงานสะท้อน ที่ความยาวคลื่น  $\lambda$

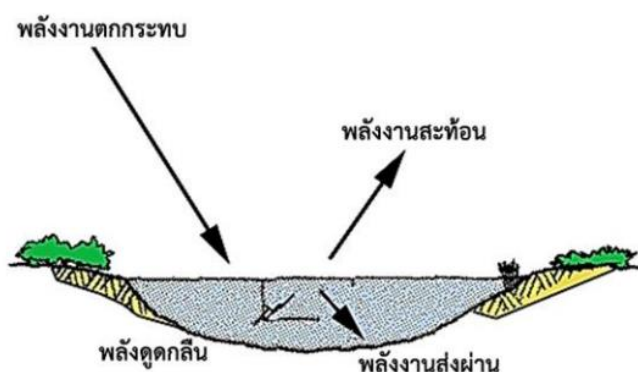
$E_A(\lambda)$  = พลังงานดูดกลืน ที่ความยาวคลื่น  $\lambda$

$E_T(\lambda)$  = พลังงานส่งผ่าน ที่มีความยาวคลื่น  $\lambda$

สัดส่วนของการดูดกลืน การส่งผ่าน การสะท้อน พลังงานแตกต่างกันตามชนิดของสสาร ทำให้สามารถแยกชนิดของวัตถุในภาพถ่ายได้ นอกจากนี้วัตถุเดียวกันสัดส่วนของการเกิดปฏิสัมพันธ์ทั้งสามนี้ แตกต่างกันตามความยาวของช่วงคลื่นที่ตกกระทบอีกด้วย วัตถุสองชนิดนี้อาจไม่แตกต่างกันในช่วงคลื่น หนึ่ง แต่สามารถแยกจากกันได้ในช่วงคลื่นหนึ่ง ในช่วงคลื่นสายตามองเห็นความแตกต่างกันทางด้าน เชิงคลื่นรังสีของวัตถุจะแสดงให้เห็นรูปของสีต่าง ๆ เช่น การที่เราเห็นวัตถุเป็นสีเขียว เนื่องจากวัตถุนั้นสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีเขียวมากเนื่องจากระบบบันทึกพลังงานส่วนใหญ่บันทึกพลังงานสะท้อน ดังนั้นการศึกษาเพื่อแยกชนิดของวัตถุจึงเป็นการศึกษาการสะท้อนพลังงานของวัตถุ ทั้งนี้สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 2.2 และแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 5

$$E_R(\lambda) = E_I(\lambda) - [E_A(\lambda) + E_T(\lambda)] \quad (2.2)$$

โดยพลังงานสะท้อนมีค่าเท่ากับพลังงานตกกระทบวัตถุลบด้วยผลรวมของพลังงานดูดกลืนกับพลังงานส่งผ่าน



ภาพประกอบที่ 5 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับพื้นผิวโลก

ลักษณะพื้นผิวหน้าของวัตถุเป็นสิ่งสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงาน วัตถุที่มีพื้นหน้าเรียบ มุมสะท้อนพลังงานจะเท่ากับมุมตกกระทบ เป็นลักษณะการสะท้อนแสงตรง (specular reflectors)

ส่วนวัตถุที่มีผิวหน้าขรุขระการสะท้อนพลังงานจะไม่เป็นระเบียบ เรียกว่า การสะท้อนแสงแพร่ (diffuse reflection) อย่างไรก็ตามวัตถุส่วนใหญ่มีลักษณะผสมผสานกันระหว่างสองลักษณะนี้ (ภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบที่ 6 ลักษณะพื้นผิวหน้าของวัตถุที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงาน

นอกจากลักษณะของพื้นผิววัตถุแล้วยังต้องคำนึงถึงความยาวของช่วงคลื่นที่ตกกระทบวัตถุด้วย ถ้าเป็นพลังงานช่วงคลื่นสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดอนุภาคของวัตถุที่ประกอบเป็นผิวหน้าวัตถุ หรือความต่างระดับของผิวหน้าวัตถุ การสะท้อนแสงอาจเป็นแบบให้ลักษณะวัตถุพื้นผิวขรุขระได้ แต่ถ้าในวัตถุชนิดเดียวกันนี้ได้รับพลังงานตกกระทบในช่วงคลื่นยาว เมื่อเปรียบเทียบกับผิววัตถุ การสะท้อนแสงอาจเป็นแบบลักษณะของวัตถุที่มีพื้นผิวราบได้ ในการรับรู้จากระยะไกลเป็นการวัดสัดส่วนในการสะท้อนพลังงานของวัตถุบนผิวโลก ณ ช่วงคลื่นใดช่วงคลื่นหนึ่งคือ การสะท้อนเชิงสเปกตรัม (spectral reflectance) ซึ่งหาได้จากสมการที่ 2.3

$$\rho_{\lambda} = E_{\lambda}(\lambda) / E_i(\lambda) \quad (2.3)$$

โดยที่  $\rho_{\lambda}$  ความสะท้อนเชิงสเปกตรัม ที่ช่วงคลื่น  $\lambda$

ดังนั้นพลังงานที่วัดได้โดยเครื่องรับรู้จึงประกอบด้วยพลังงานที่สะท้อนหรือแผ่จากพื้นผิววัตถุ พลังงานบางส่วนจากปฏิสัมพันธ์ในชั้นบรรยากาศ พลังงานที่สะท้อนกลับโดยตรงจากก้อนเมฆ ค่าที่วัดได้นี้จะน้อยหรือมาก หรือเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับสถานะของอากาศ มุมของดวงอาทิตย์ตำแหน่งของเครื่องรับรู้คุณสมบัติของวัตถุในการสะท้อน การดูดกลืน และการส่งผ่านพลังงาน เป็นต้น

## 2.5 ข้อมูลดาวเทียมเทอร์รา (Terra)

ปัจจุบันมนุษย์สามารถได้ข้อมูลทางด้านทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ เช่น ปริมาณสัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การจัดทำแผนที่ทางธรณีวิทยาการสำรวจทางสมุทรศาสตร์ หรืออุบัตถิัย โดยที่ไม่ต้องสำรวจพื้นที่จริง เนื่องจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล (remote sensing) คือ การสำรวจทรัพยากร ธรรมชาติที่อาศัยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพาหะ ในการสื่อสาร ดาวเทียมเทอร์ราเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรขนาดใหญ่ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ 18



ธันวาคม พ.ศ.2542 โคจรที่ระดับความสูง 705 กิโลเมตร กลับมาที่เดิมทุก ๆ 16 วัน มีเครื่องรับรู้ 5 ระบบ ได้แก่ ASTER CERES MIRES MODIS และ MOPITT โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการรับรู้จากระยะไกลเพื่อสำรวจโลก ได้แก่ ASTER และ MODIS ดังนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเพียงเฉพาะ 2 ระบบนี้เท่านั้น (Xiaoyang et al., 2003; Toshihiro et al.,2005)

1. ASTER (Advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer) เป็นระบบบันทึกข้อมูลเชิงแสงมี 14 ช่วงคลื่น ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นจนถึงย่านความร้อน (Thermal emission) มีความละเอียดภาพ 15, 30 และ 90 เมตร แนวนับที่ข้อมูลกว้าง 60 กิโลเมตร สามารถปรับมุมสำหรับบันทึกข้อมูลได้ ซึ่งเอื้อประโยชน์ในการทำภาพสามมิติเพื่อการสำรวจทรัพยากรรวมทั้งติดตามและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

2. MODIS (Moderate resolution imaging spectroradiometer) ได้รับการพัฒนามาจากระบบ Avhrr (Advanced very high resolution radiometer) ที่ติดตั้งบนดาวเทียม NOAA โดยโมดิสบันทึกข้อมูลครอบคลุมพื้นที่โลกทุก ๆ 1-2 วัน มีแนวถ่ายภาพกว้าง 2330 กิโลเมตร สามารถบันทึก ข้อมูลในช่วงคลื่นต่างกัน 36 ช่วงคลื่น (ระหว่าง 0.4-1.4  $\mu\text{m}$ ) มีความละเอียดภาพ ตั้งแต่ 250 500 และ 1000 สำหรับช่วงคลื่น 1-2, 3-7 และ 8-36 เมตร ตามลำดับ ระบบ Modis สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบนบกและในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการศึกษาบนพื้นดิน ทะเล บรรยากาศ และสิ่งแวดล้อมโลกอื่น ๆ

## 2.6 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI)

ดัชนีผลต่างพืชพรรณ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของการสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่น 0.75 – 0.90 ไมโครเมตรหรือช่วงคลื่นของแสงใกล้อินฟราเรด (Near infrared) และค่าสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่น 0.63 – 0.69 ไมโครเมตรหรือช่วงคลื่นของแสงสีแดง (Red) แสดงสมการการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ ในสมการที่ 2.4 (Tucker, 1979; Uttaruk & Laosuwan, 2016)

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (2.4)$$

เมื่อ NDVI คือ ดัชนีผลต่างพืชพรรณ

NIR คือ แบนด์อินฟราเรดใกล้

RED คือ แบนด์สีแดงที่ตามองเห็น

ในการค้นหา ติดตาม และสร้างแผนที่ภัยแล้งโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Terra/Modis นั้น อาศัยข้อเท็จจริงพื้นฐานที่ว่า พืชพรรณเมื่อเกิดภาวะขาดน้ำ ค่าการสะท้อนคลื่นแสงในช่วงคลื่นแบนด์สีแดงจะสูง และค่าการสะท้อนคลื่นแสงในช่วงคลื่นแบนด์อินฟราเรดใกล้จะต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพืช

พรรณสีเขียวที่อุดมสมบูรณ์ ในขณะที่เดียวกัน พื้นผิว เช่น น้ำ หิมะ และเมฆ จะมีค่าการสะท้อนคลื่นแสงของแบนด์สีแดงสูงกว่าแบนด์อินฟราเรดใกล้ ดังนั้นดัชนีพืชพรรณผลต่างพืชพรรณจะมีค่าเป็นลบสำหรับพื้นที่ดินเปิดโล่งและหินจะมีค่าการสะท้อนคลื่นแสงของแบนด์สีแดงใกล้เคียงกับแบนด์อินฟราเรดใกล้ ดังนั้น ดัชนีพืชพรรณผลต่างพืชพรรณจะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

ในสภาพปกติ ดัชนีผลต่างของพืชพรรณจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.6 การที่พืชพรรณมีค่าดัชนีสูงแตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ใบ มวลชีวภาพ การสะท้อนคลื่นแสงแบบสองทิศทาง (bi-directional reflectance) และสภาพของดินผาหลัง ลักษณะเฉพาะของดัชนีผลต่างพืชพรรณที่ก่อให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการติดตามสภาพพืชพรรณคือ ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณของพืชพรรณจะมีค่าสูงกว่าพื้นผิวอื่น ๆ เมื่อพืชพรรณมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงอันเนื่องมาจากธรรมชาติ การเจริญเติบโตของพืชพรรณและวัฏจักรการพัฒนา หรือความเค็มทางสิ่งแวดล้อม เช่น ภัยแล้ง ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณจะเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วย

ทั้งนี้ค่าของ NDVI จะอยู่ในช่วง -1 ถึง +1

- บริเวณที่มีค่า NDVI อยู่ในช่วงค่าลบพื้นที่จะเป็นพื้นที่น้ำ
- บริเวณที่มีค่า NDVI เข้าใกล้ค่า 0 แสดงถึงพื้นที่ที่มีพืชพรรณสีเขียวน้อย
- บริเวณที่มีค่า NDVI เข้าใกล้ค่า +1 แสดงถึงพื้นที่ที่มีพืชพรรณสีเขียวปกคลุมมาก

โดยสามารถจำแนกออกเป็นเกณฑ์ดัชนีผลต่างพืชพรรณได้ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แสดงเกณฑ์ของดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)

ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ	สถานะพืชพรรณ
-1.00 ถึง -0.60	พื้นที่ที่มีน้ำมาก
-0.60 ถึง -0.20	พื้นที่ที่มีน้ำน้อย
-0.20 ถึง 0.20	พื้นที่ที่มีพืชพรรณน้อย
0.20 ถึง 0.60	พื้นที่ที่มีพืชพรรณปานกลาง
0.60 ถึง 1.00	พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมมาก

## 2.7 ดัชนีสถานะพืชพรรณ (Vegetation condition index : VCI)

การศึกษาโดยส่วนใหญ่ (ทั้งทางทฤษฎี และการทดลอง) แสดงให้เห็นว่าดัชนีผลต่างพืชพรรณสามารถนำไปใช้อธิบายสิ่งปกคลุมดินระดับทวีป ติดตามปริมาณน้ำฝนและค้นหาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งได้ค่อนข้างที่จะแม่นยำ รวมทั้งการประเมินผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (primary production) ของพืชพรรณและผลผลิตทางการเกษตร อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ศักยภาพของดัชนีผลต่างพืชพรรณยังมี

ข้อจำกัดอยู่บางประการ (Kogan, 1997; Kogan, 2001; Domenikiotis et al., 2004; Quiring, S. M., and S. Ganesh, 2010; Wenzhe et al., 2016).

สำหรับสิ่งปกคลุมดินที่หลากหลาย พื้นที่ที่มีพืชพรรณสีเขียวและอุดมสมบูรณ์ เช่น พื้นที่ป่ามีปัจจัยสนับสนุนทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ภูมิอากาศ ดิน และความสามารถในการผลิตของระบบนิเวศสูง ส่งผลให้ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณมีค่าสูง เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่มีปัจจัยสนับสนุนทางสภาพแวดล้อมน้อย เช่น ทุ่งหญ้าในเขตแห้งแล้ง ดังนั้น จึงควรนำปัจจัยสนับสนุนทางสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันนี้มาพิจารณาร่วมด้วยเมื่อนำดัชนีผลต่างพืชพรรณไปใช้ในการติดตามอิทธิพลของสภาพอากาศรายปีในพื้นที่พืชพรรณ นอกจากนี้ ดัชนีผลต่างพืชพรรณจะแปรผันตามสภาพภูมิอากาศที่หลากหลาย ดังนั้น เราสามารถกล่าวได้ว่าดัชนีผลต่างพืชพรรณบ่งชี้ถึงสัญญาณ 2 ส่วน คือ สัญญาณทางระบบนิเวศซึ่งอธิบายให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของพืชพรรณที่ขับเคลื่อนโดยสภาพภูมิอากาศ ดิน ประเภทพืชพรรณ และภูมิประเทศ เป็นต้น และสัญญาณทางสภาพอากาศ ซึ่งอธิบายให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นที่เกิดขึ้นภายในปีและระหว่างปีในแต่ละระบบนิเวศ ที่ตอบสนองต่อความผันแปรของสภาพอากาศ แต่เนื่องจากสัญญาณทางสภาพอากาศอ่อนกว่าสัญญาณทางระบบนิเวศ จึงทำให้ความผันแปรของสัญญาณทางสภาพอากาศที่สัมพันธ์โดยตรงกับดัชนีผลต่างพืชพรรณไม่สามารถตรวจหาได้โดยง่าย ดังนั้น เมื่อนำดัชนีผลต่างพืชพรรณไปใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของสภาพอากาศในพื้นที่เพาะปลูกหรือการติดตามภัยแล้ง จึงจำเป็นต้องแยกสัญญาณทางสภาพอากาศออกจากสัญญาณทางระบบนิเวศ

ดังนั้น นักวิจัยจึงได้มีการพัฒนาวิธีการนอร์มัลไลซ์ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณในแต่ละจุดภาพและคาบเวลาขึ้น เพื่อแยกสัญญาณทางสภาพอากาศออกจากสัญญาณทางระบบนิเวศ โดยอาศัยค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณสูงสุดและต่ำสุดในระยะยาวจำนวนหลายปี เพื่อประเมินค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณที่เปลี่ยนแปลงไป โดยวิธีการทั้งหมดจะแสดงในรูปของดัชนีสภาวะพืชพรรณ ซึ่งมีค่าแปรผันระหว่าง 0 ถึง 100 ดังแสดงในสมการที่ 2.5

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \times 100 \quad (2.5)$$

เมื่อ  $NDVI_{\max}$  คือ ดรรชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI สูงสุดในช่วงเวลาศึกษาของแต่ละจุดภาพ  
 $NDVI_{\min}$  คือ ดรรชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ต่ำสุดในช่วงเวลาศึกษาของแต่ละจุดภาพ



ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์ของดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI)

ค่าดัชนีสถานะพืชพรรณ	สภาพพืชพรรณ	ระดับความแห้งแล้ง
0 ถึง 20	ต่ำมาก	สูงมาก
20 ถึง 40	ต่ำ	สูง
40 ถึง 60	ปานกลาง	ปานกลาง
60 ถึง 80	สูง	ต่ำ
80 ถึง 100	สูงมาก	ต่ำมาก

## 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะศ ไมตรีสิทธิกร (2558) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ด้วย 1.วิธีการถ่วงน้ำหนัก โดยใช้ข้อมูลแผนที่ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและค่าดัชนีพืชพรรณ แผนที่ปริมาณในรายปี และแผนที่ระยะห่างจากแม่น้ำ เพื่อเปรียบเทียบกับ 2. วิธีประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งตามดัชนีความแห้งแล้งจากอุณหภูมิพืชพรรณ โดยใช้ข้อมูลแผนที่ดัชนีพืชพรรณจากข้อมูลดาวเทียม ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวดิน ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่ 1 พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งระดับมากที่สุดมี 1,334,534 ไร่ ระดับมาก 666,674 ไร่ ระดับปานกลาง 342,590 ไร่ ระดับน้อย 46,879 ไร่ และระดับน้อยที่สุด 3,431 ไร่ วิธีที่ 2 พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งระดับมากที่สุดมี 509,975 ไร่ ระดับมาก 565,545 ไร่ ระดับปานกลาง 342,590 ไร่ ระดับน้อย 537,092 ไร่ และระดับน้อยที่สุด 224,892 ไร่ เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี พบว่า วิธีที่เหมาะสมในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งบริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดพิษณุโลก คือ วิธีที่ 2 การประมาณค่าแบบ Kinging ตามดัชนีความแห้งแล้งจากอุณหภูมิพืชพรรณ เนื่องจากวิธีที่ 1 อาจมีความคลาดเคลื่อนจากการถ่วงน้ำหนักจึงทำให้ได้ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งระดับน้อยที่สุดมีพื้นที่น้อยมาก ในขณะที่พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งระดับมากที่สุดก็มีพื้นที่มากเกินไป แต่อย่างไรก็ตาม การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งทั้ง 2 วิธี ได้พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งระดับมากใกล้เคียงกัน

พัชเรศร์ ชัคัตตริยกุล (2557) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อศึกษาปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาต่อปริมาณน้ำท่า บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาลำชีโดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ระหว่างปี พ.ศ. 2527 ถึงปี พ.ศ. 2555 และใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าของกรมชลประทานในการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญมีค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยสูงกว่าในปีปกติ 0.78 - 1.35 % และมีปริมาณน้ำฝนลดลง 3.00 % ของปริมาณน้ำฝนในปีปกติ และปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญามีค่าอุณหภูมิ

อากาศสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำกว่าปีปกติ 1.03 - 1.35 % แต่อุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยไม่มีการเปลี่ยนแปลง และมีค่าปริมาณน้ำฝนรายปี เพิ่มขึ้น 7.23 % ของปริมาณน้ำฝนในปีปกติ การประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาลำชีโดยใช้แบบจำลอง SWAT พบว่ามีปริมาณน้ำท่ามากที่สุดในปี พ.ศ. 2543 และน้อยที่สุดในปี พ.ศ. 2541 ปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ มีปริมาณน้ำท่ารายปีน้อยกว่าปริมาณน้ำท่าของปีปกติ เท่ากับ 137.67 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 9.82 % ของปริมาณน้ำท่าในปีปกติ ในขณะที่ปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญามีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยมากกว่าปริมาณน้ำท่าในปีปกติ เท่ากับ 31.47 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 2.25 % ของปริมาณน้ำท่าในปีปกติ เมื่อทดสอบความแตกต่างของข้อมูลพบว่า ปริมาณน้ำท่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและปรากฏการณ์ลานีญากับปีปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % การจำลองสถานการณ์น้ำท่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรง พบว่า มีปริมาณน้ำท่ารายปีลดลงจากปริมาณน้ำท่าปี ปกติ 220.17 ล้านลูกบาศก์เมตร (18.02 %) และปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญารุนแรง มีปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปริมาณน้ำท่าปีปกติ 341.17 ล้านลูกบาศก์เมตร (27.93 %) และการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในช่วงปี พ.ศ. 2558 - 2577 พบว่า ปีที่มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด คือ ปี พ.ศ. 2561 และปี ที่มีปริมาณน้ำท่าน้อยที่สุด คือ ปี พ.ศ. 2563

ปริญญา หล่อพิทยากร (2555) ได้ศึกษาผลกระทบของเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยโดยใช้ข้อมูลดัชนีเอ็นโซ่กับข้อมูลอุณหภูมิอากาศและปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาบริเวณชายฝั่งในช่วงปีพ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2546 จำนวน 9 สถานีรวมถึงข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ความเค็มผิวน้ำทะเลรายเดือนที่ได้จากทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์บริเวณชายฝั่งในช่วงปี พ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2546 จำนวน 8 สถานีจากนั้นทำการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ในช่วงปีเอลนินโญ่ (พ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2541) ลานินญา (พ.ศ. 2542 - พ.ศ. 2543) และปีภาวะปกติ (พ.ศ. 2546) พร้อมกันนี้ได้ทำการศึกษารูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลอง Princeton Ocean Model: POM โดยอาศัยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเลเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องด้วยการเทียบกับกระแสน้ำที่ตรวจวัดได้จากทุ่นสมุทรศาสตร์ ผลการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ในช่วงปีเอลนินโญ่ ปีลานินญาและปีปกติพบว่าปรากฏการณ์เอ็นโซ่ส่งผลกระทบต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในระดับปานกลางโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การอธิบาย (R) ที่ดีที่สุดของดัชนีเอ็นโซ่ที่ใช้ในการพยากรณ์ค่าทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์คือค่าดัชนี MEI และ SST (NINO3. 4) อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.3 ทั้งนี้จะต้องมีการเหลื่อมเวลาถอยหลังไปพอสมควร

เอกลักษณ์ สลักคา (2553) ได้ประยุกต์จากข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5 ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนในการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดิน จากพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ ตลอดจนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งจากข้อมูลจากดาวเทียมและสำรวจในภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวดินในเขตพื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่เปิดโล่งและพื้นที่ถูกเผา มีอุณหภูมิพื้นผิวดินที่สูงกว่าในเขตพื้นที่แหล่งน้ำ และป่าไม้ นอกจากนี้อุณหภูมิพื้นผิวดินที่ได้จากการประมาณค่าและการตรวจวัดในภาคสนามนั้นมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมาก

ณกร วัฒนกิจ (2551) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณกับปริมาณน้ำฝนและพัฒนาวิธีการตรวจวัดความแห้งแล้งในพื้นที่ด้วยดัชนีพืชพรรณของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลาพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 168,825.34 ตร.กม. ซึ่งได้รับความเสียหายจากการขาดแคลนน้ำในบางช่วงเวลาแม้ว่าในปีนั้น ๆ จะมีปริมาณฝนในพื้นที่มากก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Differences Vegetation Index: NDVI) จากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส (Terra MODIS) เพื่อตรวจสอบสถานะของพืชพรรณอีกทั้งใช้เพื่อการหาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนซึ่งผลที่ได้จะนำไปสู่การตรวจวัดความแห้งแล้งในพื้นที่ด้วย Standardized Precipitation Index: SPI และ Standardized Vegetation Index: SVI จากผลของการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับ NDVI คือมีค่า  $r = 0.74$  อยู่ในระดับสูงจากการวิเคราะห์ SVI และ SPI ต่างก็สามารถชี้วัดความแห้งแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ การศึกษาครั้งนี้ได้วิธีการในการวิเคราะห์รูปแบบของความแห้งแล้งทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลาซึ่งชี้ให้เห็นว่าข้อมูลจากดาวเทียมหลายช่วงเวลาเทอร์ราโมดิสสามารถระบุรูปแบบของความแห้งแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ในการจัดทำแผนการช่วยเหลือในพื้นที่ได้อย่างทันทั่วทั้ง

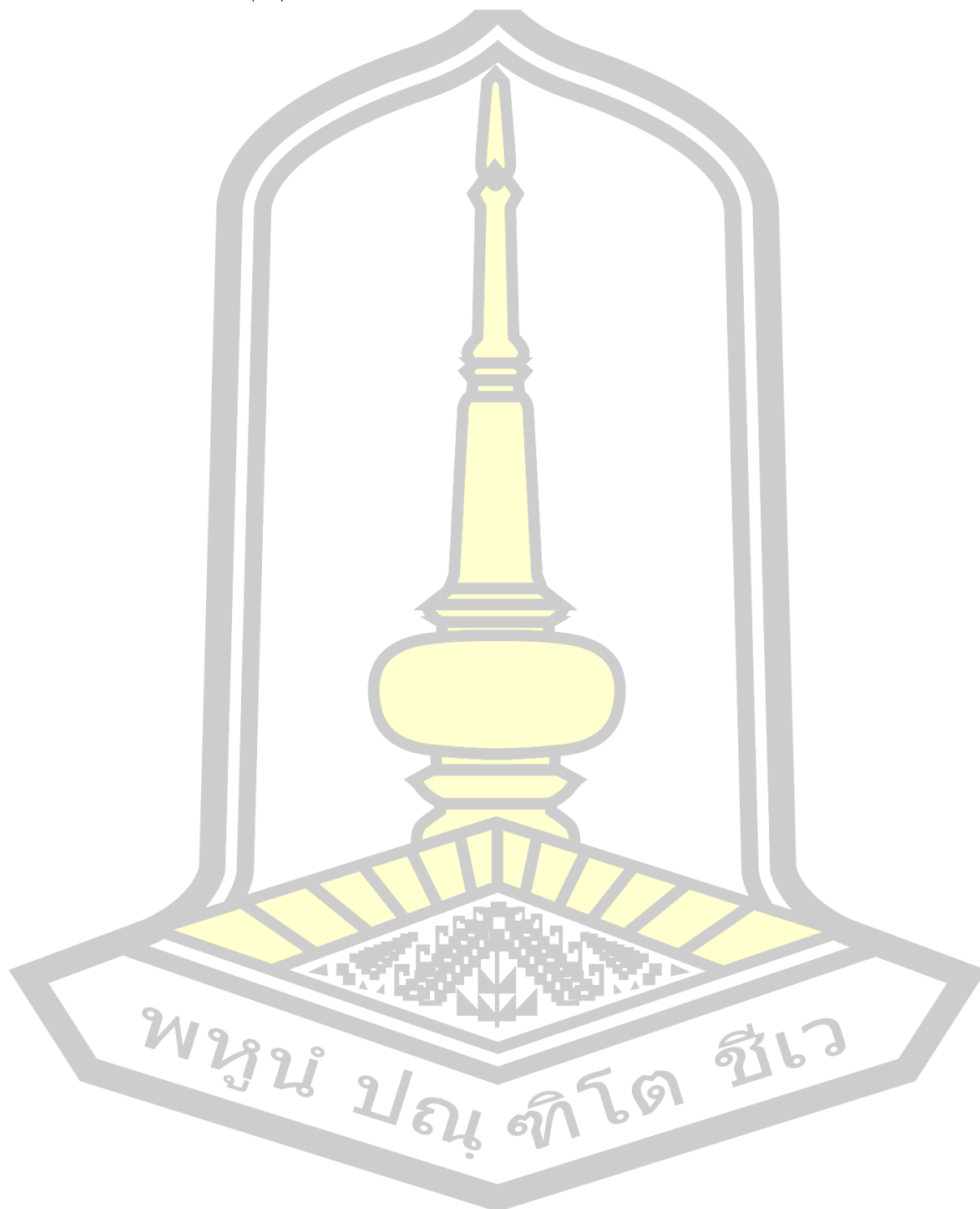
บุญธรรม ตั้งล้ำเลิศ (2549) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์เอลนีโญ (เอลนีโญ และลานินญา) ที่มีต่อฝนมรสุมของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังนี้ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน บริเวณจังหวัดจันทบุรี ระนอง และสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่ปี 1951-1997 ผู้วิจัยคำนวณค่าผิดพลาดจากข้อมูลเฉลี่ยในช่วงปี 1961-1990 นอกจากนี้ยังหาแนวโน้มการวิเคราะห์อนุกรมเวลา จากผลการศึกษาพบว่าตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์น้อยกับปรากฏการณ์เอลนีโญคือ ความกดอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณฝนและทิศทางลมตามลำดับ เพราะว่าในปีเอลนีโญหรือลานินญานั้นวิเคราะห์แล้วไม่ได้เกิดทั้งปี จากการวิเคราะห์ค่าผิดพลาดราย 3 เดือน และยังพบว่าในฤดูฝนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีปริมาณฝน 75.8% ของทั้งปีและทางภาคใต้จะมีปริมาณฝน 54.4% ของทั้งปี (และตกในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 32.8% ของทั้งปี) จากค่าผิดพลาดในปีเอลนีโญ ฝนน้อย 52.5% และฝนมาก 47.5% ของปีเอลนีโญและในปีลานินญา ฝนมาก 64% และฝนน้อย 36% ของปีลานินญา ดร.ชนิมรสุมที่น้อย (ค่าผิดพลาดติดลบมาก) จะพบในปี

เอลนีโญที่รุนแรง (ค่าผิดพลาดมีค่าเป็นบวกมาก) การคาดหมายปริมาณฝนมีความผิดพลาดอยู่ระหว่าง  $\pm 30\%$  จากค่าที่ตรวจวัดได้

สมพิศ นิธิยานันท์ (2549) ได้ศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับภัยแล้ง และพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้านปริมาณน้ำฝนกับจำนวนวันที่ฝนตกด้านอุทกวิทยาและด้านเกษตรในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือวิเคราะห์เชิงพื้นที่ปัจจัยย่อยภัยแล้งแบบจับคู่ซ้อนทับข้อมูล ตามระดับความเสี่ยงภัยแล้งที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่า จากปัจจัยหลักที่ศึกษาจะมีพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมาก ปานกลาง และน้อยแตกต่างกันเป็นไปตามการแบ่งชั้นข้อมูลและลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่กำหนด โดยได้ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งระดับรุนแรงมากประมาณ 8,825.80 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 42.50) ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอครบุรี สีคิ้ว ด่านขุนทด สูงเนิน แก้งสนามนาง บ้านเหลื่อม บัวใหญ่ ปักธงชัย เสิงสาง โนนไทย โนนแดง ขามสะแกแสง คง กิ่งอำเภอบัวลาย และกิ่งอำเภอสีดา เมื่อพิจารณาสภาพปัญหาเกี่ยวกับแหล่งน้ำตามตัวชี้วัดระดับหมู่บ้านของจังหวัดนครราชสีมาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งระดับรุนแรงมากจะมีหมู่บ้านที่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำเพื่อการเกษตรมากที่สุดกระจายอยู่ถึง 716 หมู่บ้าน (ร้อยละ 21.85) ส่วนปัญหาเกี่ยวกับน้ำใช้ น้ำสะอาดสำหรับดื่มและบริโภค มีปัญหาน้อย เป็นจำนวน 15 หมู่บ้าน (ร้อยละ 0.46) และ 9 หมู่บ้าน (ร้อยละ 0.27) ตามลำดับ

ภูเวียง ประคำมินทร์ (2543) ได้ศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อปริมาณฝน อุณหภูมิและความถี่พายุหมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายปี อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีและพายุหมุนเขตร้อนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1951-1998 จากสถานีตรวจอากาศจำนวน 26 สถานี ซึ่งรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อหาค่าผิดพลาดแล้วใช้วิธีการหาความแตกต่างของค่ากลางและวิธีเรซซันซ์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดังกล่าวกับปรากฏการณ์เอนโซ โดยใช้ SOI (Southern Oscillation Index) เป็นตัวแทนปรากฏการณ์ จากการทดสอบหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีเรซซันซ์พิจารณาว่าจะมีผลกระทบแบบมีนัยสำคัญเมื่อค่า  $R = 0.6$  และพบว่าผลกระทบต่ออุณหภูมิในภาคใต้ฝั่งตะวันออกเป็นปริมาณ 8.3% ของจำนวนสถานี บริเวณอื่นไม่มีผลกระทบ สำหรับการหาผลกระทบกับค่าผิดพลาดฝนและการหาผลกระทบต่อความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่บริเวณพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยพบว่าไม่มีผลกระทบ นอกจากนี้ในการทดสอบหาความสัมพันธ์โดยวิธีการหาความแตกต่างของค่ากลาง พบว่าไม่มีความแตกต่างของค่ากลางระหว่าง SOI กับอุณหภูมิเป็นจำนวน 96% ของทุกสถานีและไม่มีความแตกต่างของค่ากลางระหว่าง SOI กับค่าผิดพลาดฝนในทุกสถานีที่ศึกษา ส่วนการเปรียบเทียบแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนรายปีกับ Monsoon Index พบว่าที่กรุงเทพฯ และภาคตะวันออกเฉียงใต้มีความสอดคล้องกัน 71.4% ภาคใต้ฝั่งตะวันออกสอดคล้องกัน 83% ภาคใต้ฝั่งตะวันตก สอดคล้องกัน 71.4% เฉลี่ยรวม 75.2% ของสถานีที่ศึกษา

นอกจากนี้ยังพบว่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงอุณหภูมิมีแนวโน้มสูงกว่าปกติ ส่วนปริมาณฝนและความถี่พายุหมุนเขตร้อนมีแนวโน้มน้อยกว่าปกติ



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบพื้นที่ภัยแล้งโดยข้อมูลระหว่างค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ ดัชนีสถานะพืชพรรณ เพื่อให้งานวิจัยเกิดขึ้นตามผลการศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ขั้นตอนการศึกษา
- 3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
- 3.3 เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

- 3.1.1 การเตรียมการ
  - 3.1.1.1 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
  - 3.1.1.2 ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 3.1.2 การเก็บรวบรวม
  - 3.1.2.1 ดาวเทียมภาพถ่ายดาวเทียม
    - Terra/Modis ผลิตภัณฑ์ MOD09A ในช่วงระยะเวลา 11 ปี (ค.ศ.2009 - ค.ศ.

2019)

- 3.1.3 การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย
- 3.1.4 การเขียนและนำเสนอรายงาน

#### 3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นข้อมูลที่ได้รับจากแหล่งอื่นทั้งในและนอกพื้นที่เป็นข้อมูลเอกสารและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ ได้แก่

- ข้อมูลดาวเทียม Terra/Modis ผลิตภัณฑ์ MOD09
- เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 3.3 เครื่องมือและโปรแกรม

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย

- 3.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)
  - 3.3.1.1 คอมพิวเตอร์ ASUS VivoBook s

- CPU : Intel(R) Core(TM) i7-7500u 2.70 GHz
- Ram : 4.00 GM
- HDD : 1 TB

### 3.3.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

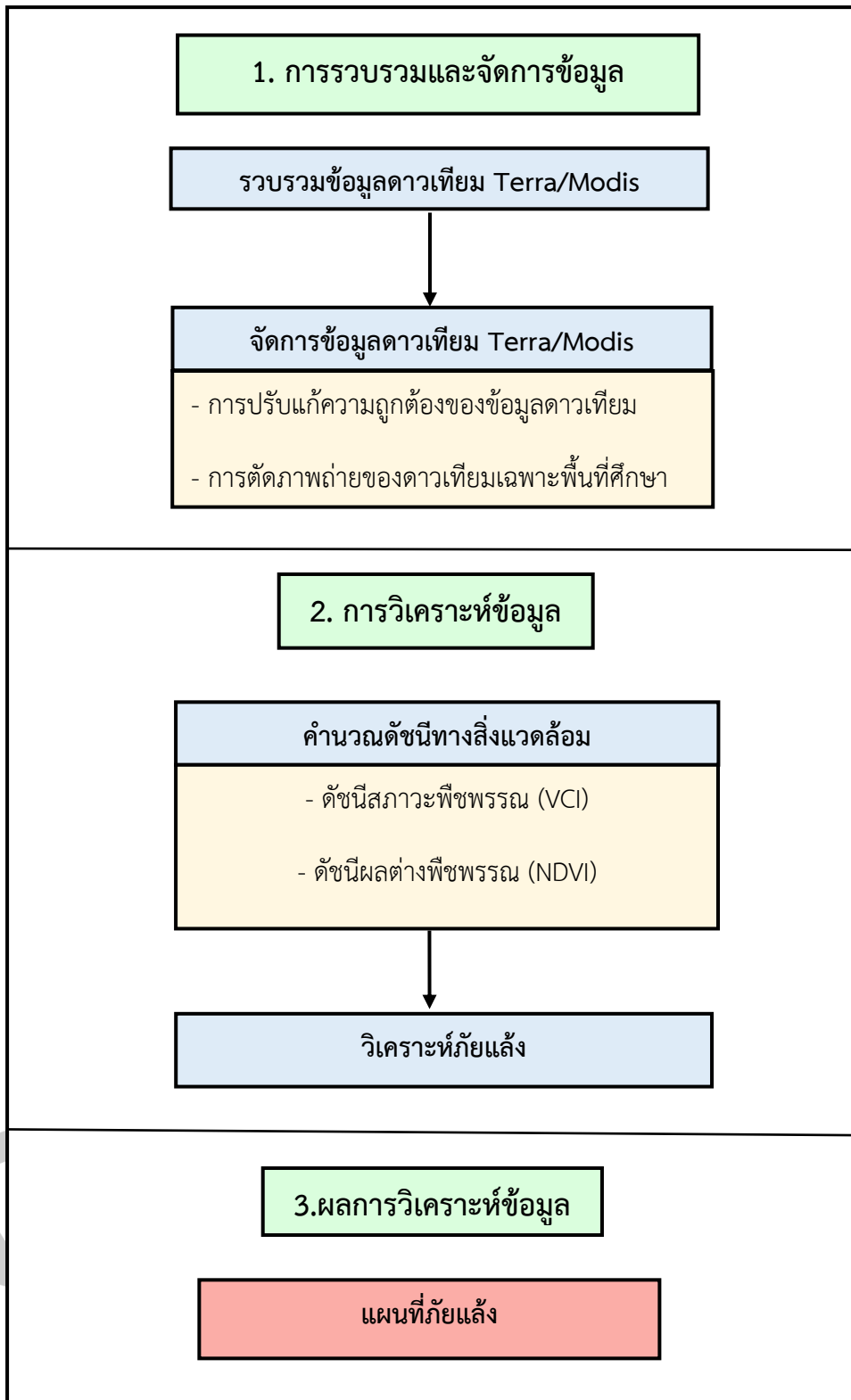
- ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการจัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลข้อมูล

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การรวบรวมและจัดการข้อมูล (2) การวิเคราะห์ข้อมูล (3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังภาพประกอบที่ 7







ภาพประกอบที่ 7 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล



### 3.4.1 การรวบรวมและจัดการข้อมูล

การศึกษาการเกิดภัยแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม Terra/Modis รวบรวมได้จากเว็บไซต์ LAADSDAAC (<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>) ในการค้นหา ติดตามและสร้างแผนที่ภัยแล้งนั้น ข้อมูลดาวเทียม Terra/Modis จะต้องจัดเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์เพื่อให้มีความถูกต้องและพร้อมแก่การนำไปวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

#### 3.4.1.1 การปรับแก้ความถูกต้องของข้อมูลดาวเทียม

การปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Terra-Modis ก่อนนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การเชื่อมต่อภาพ (Mosaicking) ในขั้นตอนการเชื่อมต่อภาพจะอาศัยโปรแกรม MODIS Conversion Toolkit (MCTK) เพื่อให้ภาพที่ได้รวมเป็น 1 ชุดข้อมูล (2) กำหนดระบบพิกัดของข้อมูลให้เป็น WGS84, UTM zone 47N

#### 3.4.1.2 การตัดภาพถ่ายของดาวเทียมเฉพาะพื้นที่ศึกษา

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ มาตัดขอบเฉพาะบริเวณพื้นที่ศึกษาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางซึ่งประกอบด้วยจังหวัด 4 จังหวัด คือ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป ERDAS IMAGINE 9.1

### 3.4.2 การคำนวณดัชนีทางสิ่งแวดล้อม

ดัชนีทางสิ่งแวดล้อม เป็นดัชนีที่นำมาใช้บ่งชี้พื้นที่การเกิดภัยแล้งทางด้านการเกษตร และสภาพอากาศ ณ ช่วงเวลานั้น ได้แก่ ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI)

#### 3.4.2.1 การคำนวณค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)

การคำนวณค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณเป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/Modis ช่วงคลื่นสีแดงและช่วงคลื่นอินฟราเรด ที่ถูกปรับเทียบมาตรฐานแล้วมาหาค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ ดังแสดงในสมการ 3.1

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (3.1)$$

เมื่อ NIR คือ เปอร์เซ็นต์การสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RED คือ เปอร์เซ็นต์การสะท้อนในช่วงคลื่นสีแดงที่ตามองเห็น

### 3.4.2.2 ดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI)

ดัชนีสถานะพืชพรรณเป็นปริมาณสัญญาณอากาศที่มีค่าผันแปรระหว่าง 0 ถึง 100 ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสภาพพืชพรรณจากเหมาะสมน้อยสุดจนถึงเหมาะสมมากที่สุด แสดงการคำนวณได้ดังสมการ (3.2)

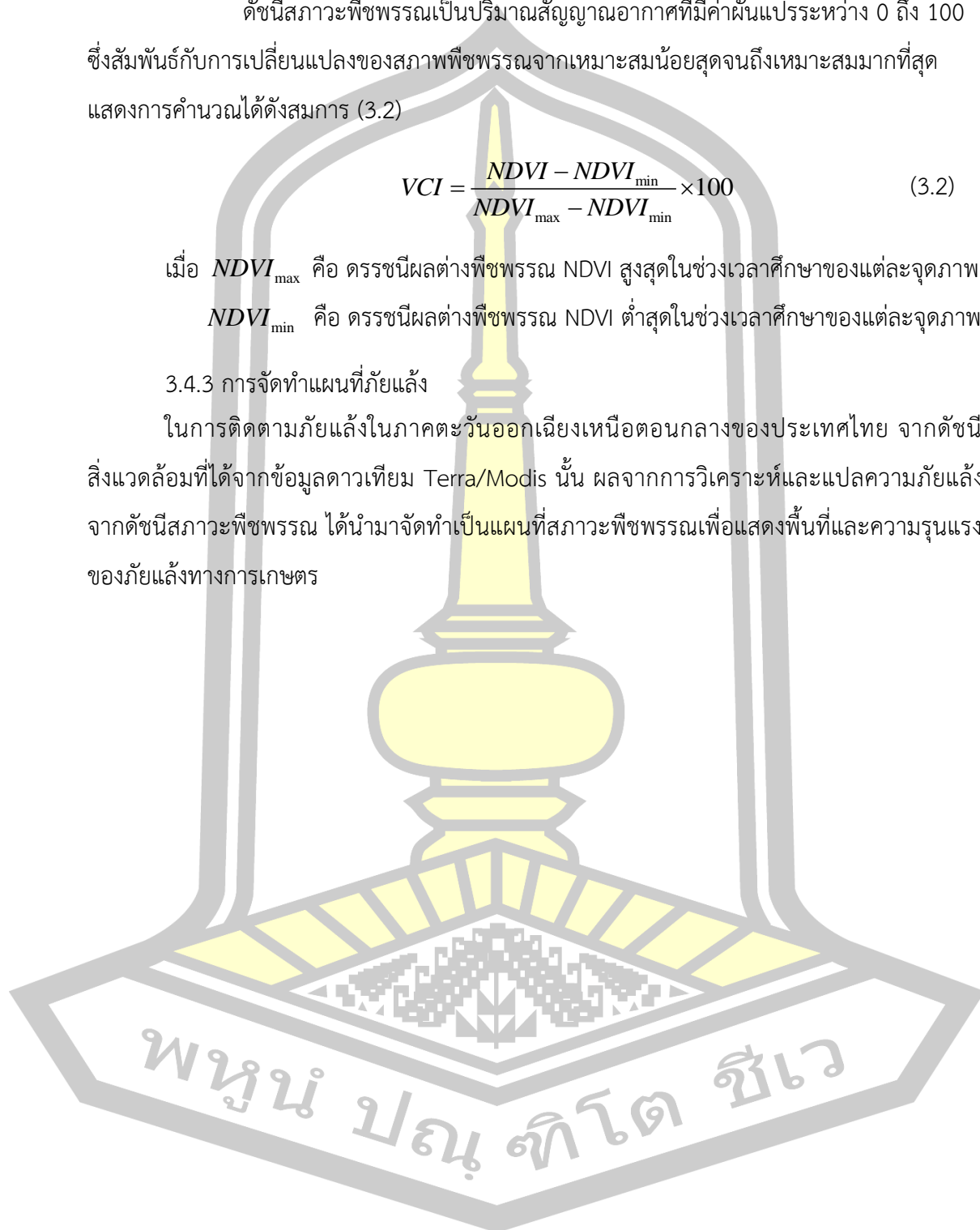
$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ  $NDVI_{\max}$  คือ ดรรชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI สูงสุดในช่วงเวลาศึกษาของแต่ละจุดภาพ

$NDVI_{\min}$  คือ ดรรชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI ต่ำสุดในช่วงเวลาศึกษาของแต่ละจุดภาพ

### 3.4.3 การจัดทำแผนที่ภัยแล้ง

ในการติดตามภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย จากดัชนีสิ่งแวดล้อมที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม Terra/Modis นั้น ผลจากการวิเคราะห์และแปลความภัยแล้งจากดัชนีสถานะพืชพรรณ ได้นำมาจัดทำเป็นแผนที่สถานะพืชพรรณเพื่อแสดงพื้นที่และความรุนแรงของภัยแล้งทางการเกษตร



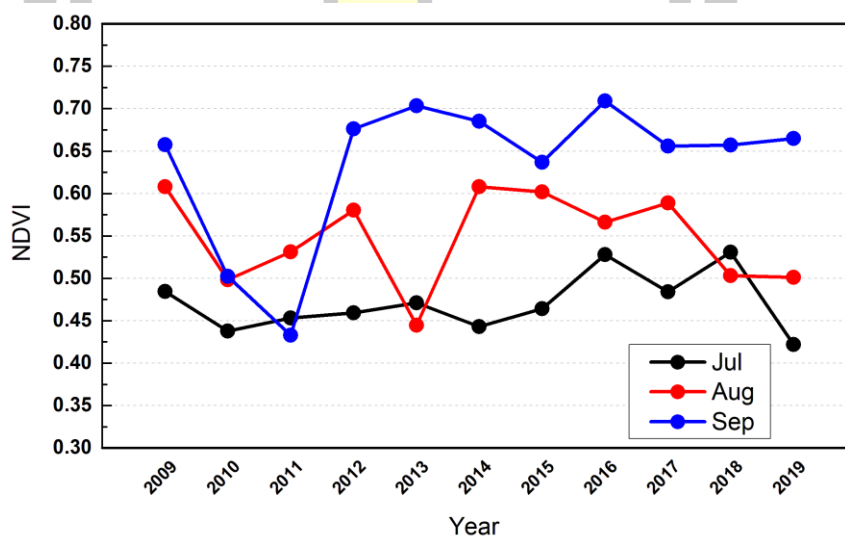
## บทที่ 4

### ผลการทดลองและอภิปราย

การตรวจสอบภัยแล้งจากดัชนีผลต่างพืชพรรณและดัชนีสภาวะพืชพรรณบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการรับรู้จากระยะไกลจากดาวเทียม Terra/Modis เพื่อนำไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล มีผลการศึกษาดังนี้

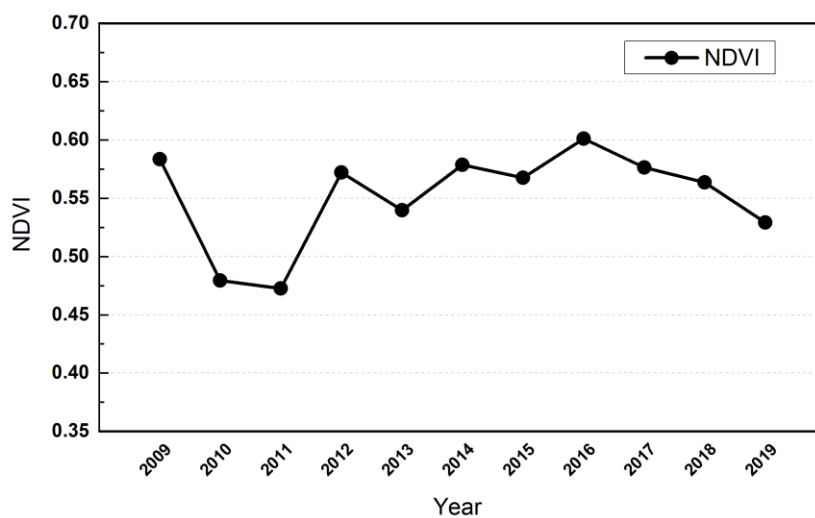
#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 จนถึง ค.ศ. 2019 แสดงดังภาพประกอบที่ 8 พบว่า เดือนกรกฎาคมมีค่าเฉลี่ย 0.47 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.42 ในปี 2019 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.53 ในปี 2018 เดือนสิงหาคมพบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.54 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.44 ในปี 2013 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.60 ในปี 2014 และในเดือนกันยายนพบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.63 โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.43 ในปี 2011 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.70 ในปี 2016



ภาพประกอบที่ 8 ผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ(NDVI) ราย 3 เดือน

ภาพประกอบที่ 9 แสดงข้อมูลดัชนีผลต่างพืชพรรณเฉลี่ย 3 เดือน โดยเส้นกราฟแสดงถึงความแปรปรวนของดัชนีผลต่างพืชพรรณในแต่ละปี ซึ่งมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.47 ในปี 2011 ค่าสูงสุดเท่ากับ 0.60 ในปี 2016 และค่าเฉลี่ยตลอดทั้ง 11 ปี เท่ากับ 0.55 โดยแสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณแสดงทั้งหมดดังตารางที่ 3



ภาพประกอบที่ 9 ผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ(NDVI) เฉลี่ย 3 เดือน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ

ปี	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
2009	0.458	0.608	0.657
2010	0.438	0.498	0.502
2011	0.453	0.531	0.433
2012	0.459	0.580	0.676
2013	0.471	0.445	0.703
2014	0.443	0.608	0.685
2015	0.464	0.602	0.637
2016	0.528	0.566	0.709
2017	0.484	0.589	0.656
2018	0.531	0.503	0.657
2019	0.422	0.501	0.665

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณ (Vegetation condition index : VCI)

ดัชนีที่บ่งชี้สภาพพืชพรรณปัจจุบันว่าอยู่ในระดับที่แตกต่างไปจากปกติมากน้อยเพียงใด โดยอาศัยข้อมูลอดีตของดัชนีผลต่างพืชพรรณซึ่งใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียมช่วงคลื่นสีแดงและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ หลักการของดัชนีสภาวะพืชพรรณเป็นการวิเคราะห์ช่วงค่ามาตรฐานที่พิจารณาสถานะของค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ ณ เวลาปัจจุบันที่สนใจว่าอยู่ในตำแหน่งใดในช่วงค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุดของดัชนีผลต่างพืชพรรณ สำหรับพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์แบบรายจุดภาพเมื่อคำนวณตามสมการที่ 3.2 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณทั้งหมดดังตารางที่ 4

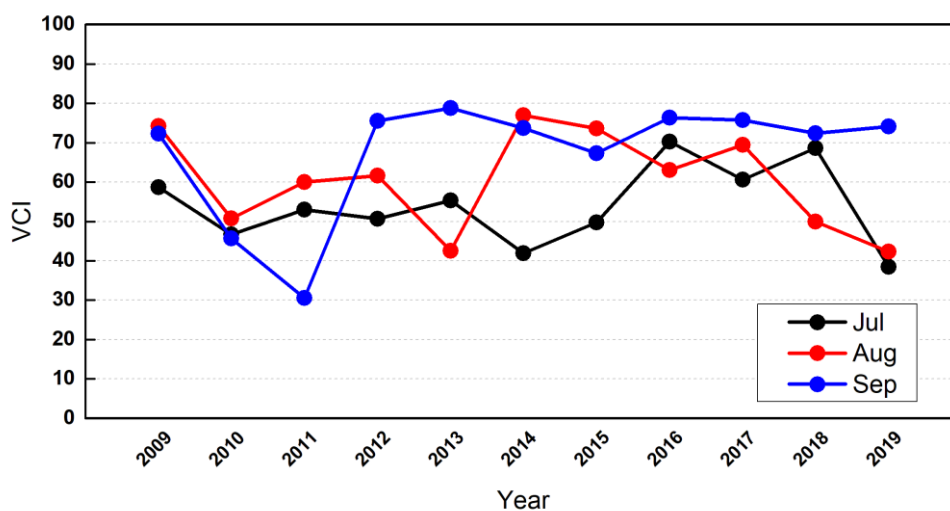
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณ

ปี	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
2009	58.66	74.25	72.34
2010	46.70	50.74	45.67
2011	52.95	60.02	30.59
2012	50.65	61.58	75.50
2013	55.32	42.56	78.83
2014	41.95	77.01	73.68
2015	49.75	73.65	67.30
2016	70.31	63.02	76.33
2017	60.57	69.42	75.75
2018	68.65	49.98	72.09
2019	38.46	42.32	74.09

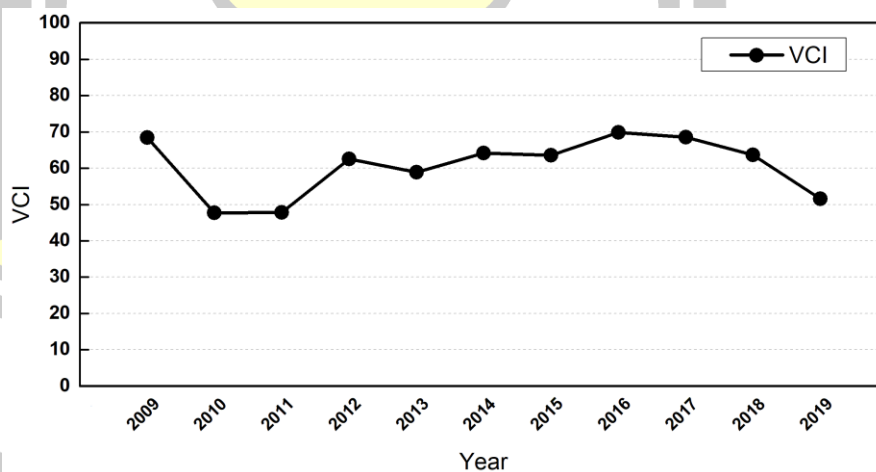
นอกจากนั้นยังแสดงผลการคำนวณดัชนีสภาวะพืชพรรณที่แตกต่างกัน 3 เดือน ตามภาพประกอบที่ 10 ในเดือนกรกฎาคมแสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่แตกต่างกันในช่วง 0-100 ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นไปตามทฤษฎีโดยค่าเฉลี่ยสามารถบอกถึงสภาพพืชพรรณหรือความแห้งแล้งในแต่ละปี โดยค่าเฉลี่ยมีค่า 53.99 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 38.46 ในปี 2019 และค่าสูงสุดเท่ากับ 70.31 ในปี 2016

ผลการคำนวณดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนสิงหาคมแสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่แตกต่างกันในช่วง 0-100 ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นไปตามทฤษฎีโดยค่าเฉลี่ยสามารถบอกถึงสภาพพืชพรรณหรือความแห้งแล้งในแต่ละปี โดยค่าเฉลี่ยมีค่า 60.41 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 42.56 ในปี 2013 และค่าสูงสุดเท่ากับ 77.01 ในปี 2014

ผลการคำนวณดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกันยายนแสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่แตกต่างกันในช่วง 0-100 ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นไปตามทฤษฎีโดยค่าเฉลี่ยสามารถบอกถึงสภาพพืชพรรณหรือความแห้งแล้งในแต่ละปี โดยค่าเฉลี่ยมีค่า 67.50 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 30.59 ในปี 2011 และค่าสูงสุดเท่ากับ 78.83 ในปี 2013



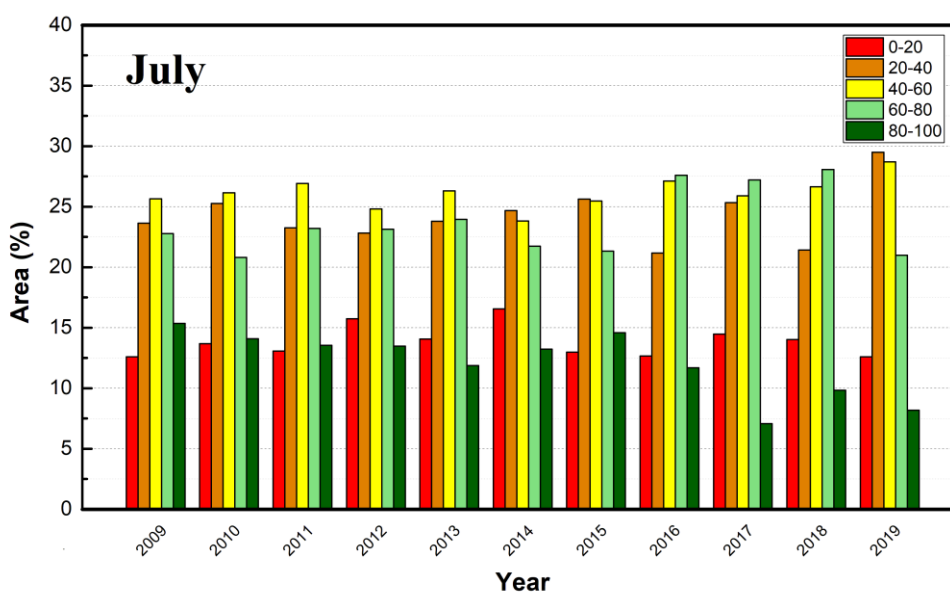
ภาพประกอบที่ 10 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) ราย 3 เดือน ทั้งนี้ข้อมูลดัชนีสภาวะพืชพรรณเฉลี่ย 3 เดือน แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 11 โดยเส้นกราฟแสดงถึงความแปรปรวนของดัชนีผลต่างพืชพรรณในแต่ละปี โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 47.70 ในปี 2010 ค่าสูงสุดเท่ากับ 68.41 ในปี 2009 และค่าเฉลี่ยตลอดทั้ง 11 ปี เท่ากับ 60.63



ภาพประกอบที่ 11 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) เฉลี่ย 3 เดือน

#### 4.3 ผลการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ

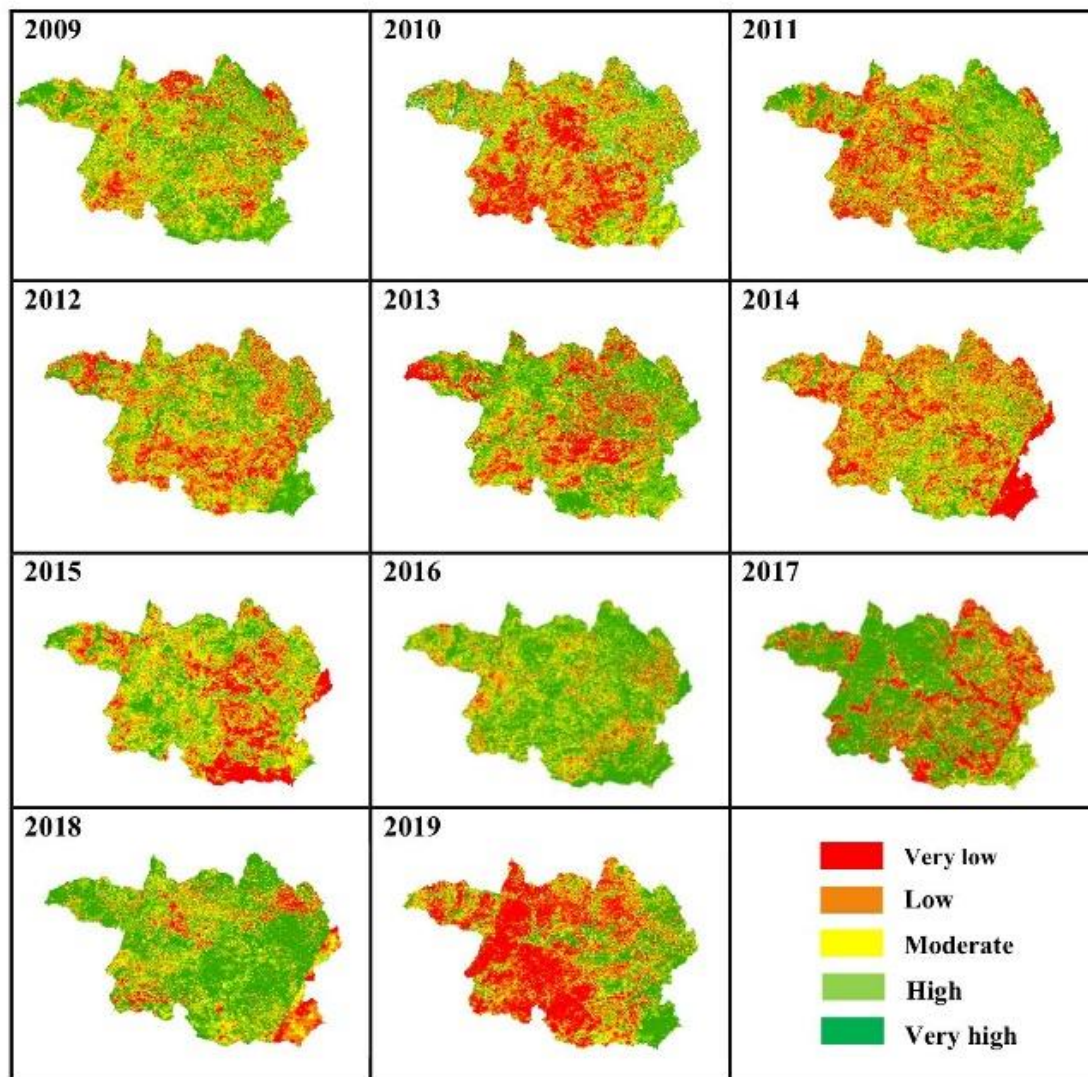
จากผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณ ปี ค.ศ. 2009 – ค.ศ. 2019 ซึ่งจำแนกรายปีตามระดับของสภาพพืชพรรณแต่ละปีซึ่งแสดงผลการจำแนกระดับของสภาพพืชพรรณเป็นร้อยละของพื้นที่ศึกษาในเดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน ได้ตั้งภาพประกอบที่ 12 ภาพประกอบที่ 14 และภาพประกอบที่ 16 และผลการจำแนกระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งตั้งภาพประกอบที่ 13 ภาพประกอบที่ 15 และภาพประกอบที่ 17



**ภาพประกอบที่ 12** การจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกรกฎาคม จากภาพประกอบที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกรกฎาคมโดยแสดงค่ารายปีซึ่งจำแนกตามระดับของสภาพพืชพรรณแต่ละปีและแสดงผลการจำแนกระดับของสภาพพืชพรรณเป็นร้อยละของพื้นที่ศึกษา จากการจำแนกการตรวจวัดเชิงพื้นที่ที่ความแห้งแล้งดัชนีสภาวะพืชพรรณในแต่ละช่วงเวลาขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเป็นตัวกำหนดความแห้งแล้ง จากผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ระดับช่วงเวลาที่พื้นที่ค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) อยู่ในช่วง 0-20 เป็นช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับต่ำมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 13.86 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 12.60 ของพื้นที่ ในปี 2019 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 16.55 ของพื้นที่ และในช่วง 20-40 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับต่ำพบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 24.22 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 21.16 ของพื้นที่ ในปี 2016 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 29.50 ของพื้นที่ ในปี 2019 และในช่วง 40-60 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับปานกลาง พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 26.13 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 23.81 ของพื้นที่ ในปี 2014 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 28.69 ของพื้นที่ ในปี 2019 และในช่วง 60-80 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับสูง พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 23.70 ของพื้นที่ ค่า

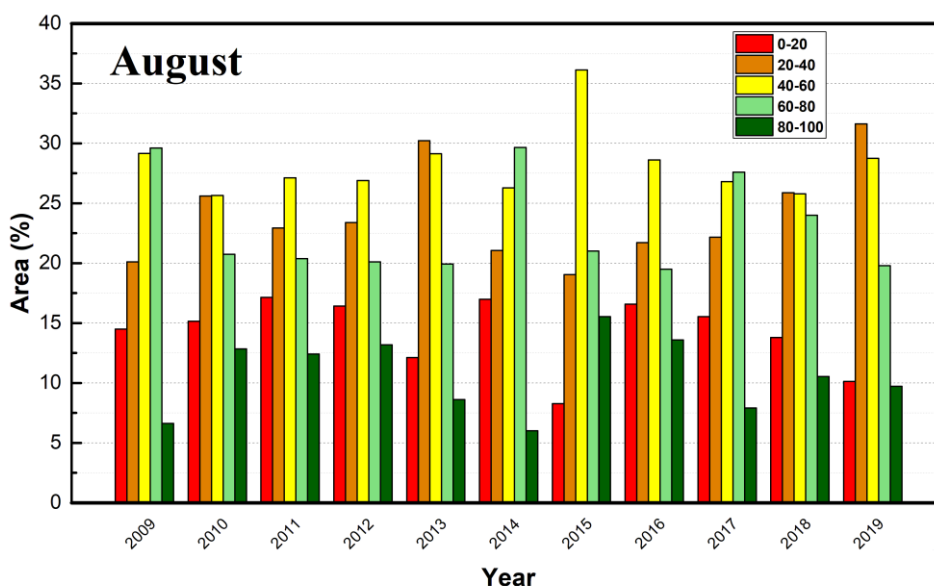


ต่ำสุดมีค่าร้อยละ 20.80 ของพื้นที่ ในปี 2010 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 28.06 ของพื้นที่ ในปี 2018 และในช่วง 80–100 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับสูงมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 12.08 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 7.07 ของพื้นที่ ในปี 2017 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 15.34 ของพื้นที่ ในปี 2009

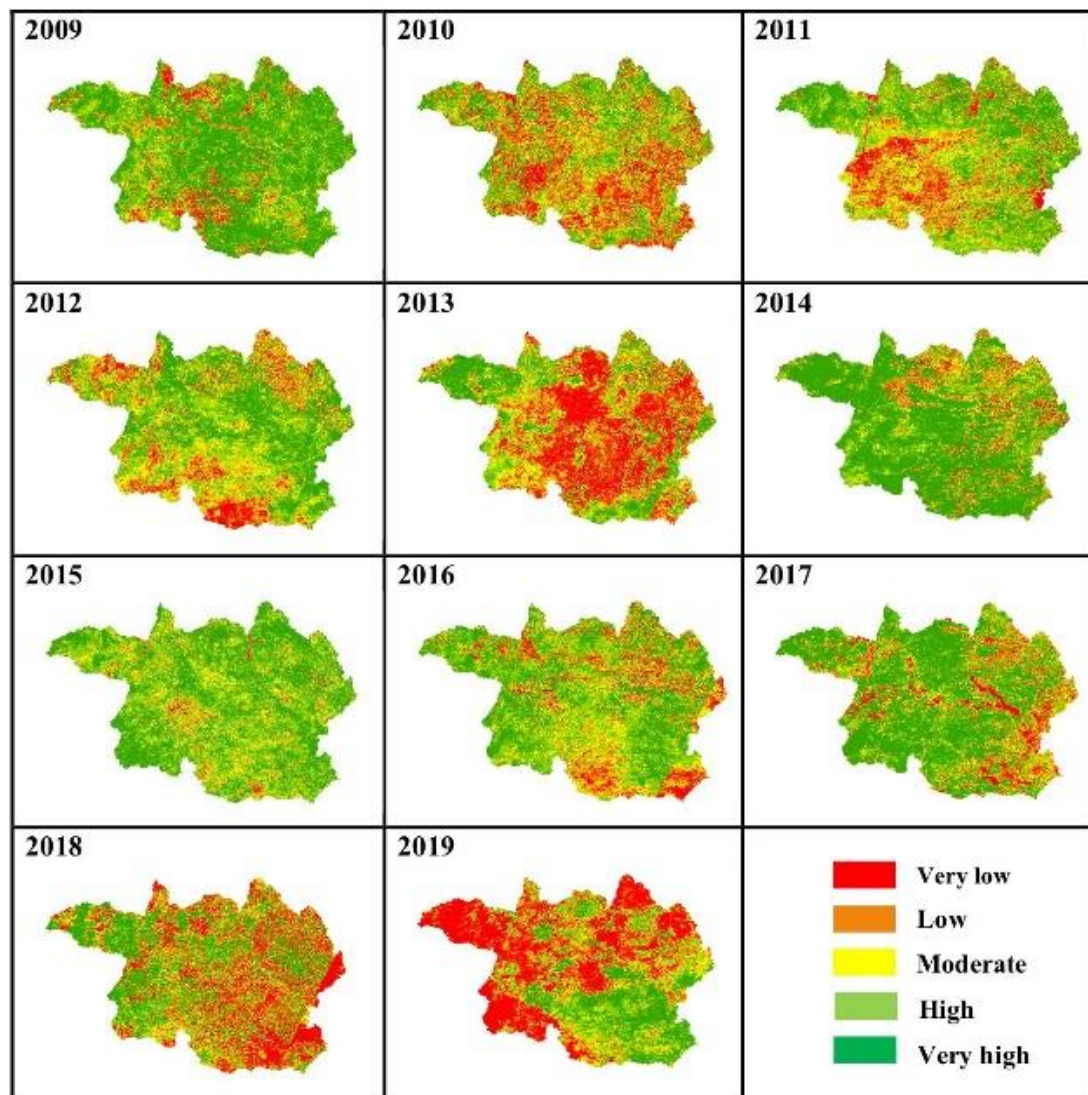


ภาพประกอบที่ 13 ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งเดือนกรกฎาคม

พจนานุกรมศัพท์โต

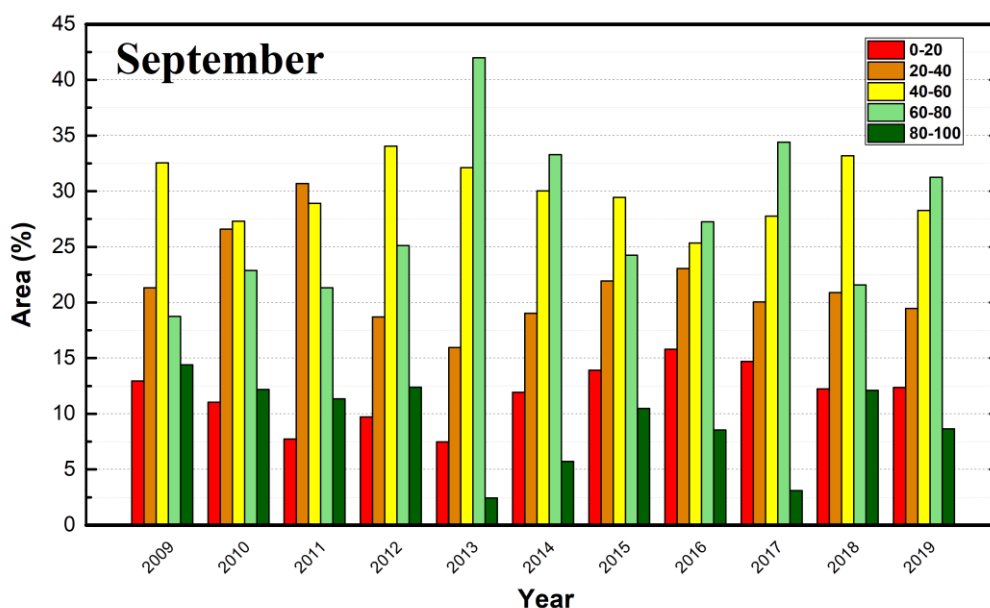


ภาพประกอบที่ 14 การจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนสิงหาคม จากภาพประกอบที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนสิงหาคมโดยแสดงค่ารายปี ซึ่งจำแนกตามระดับของสภาพพืชพรรณแต่ละปีและแสดงผลการจำแนกระดับของสภาพพืชพรรณเป็นร้อยละของพื้นที่ศึกษา จากการจำแนกการตรวจวัดเชิงพื้นที่ความแห้งแล้งดัชนีสภาวะพืชพรรณในแต่ละช่วงเวลาขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเป็นตัวกำหนดความแห้งแล้ง จากผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ระดับช่วงเวลาที่พื้นที่ค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) อยู่ในช่วง 0-20 เป็นช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับต่ำมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 14.23 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 8.28 ของพื้นที่ ในปี 2015 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 17.15 ของพื้นที่ ในปี 2011 และในช่วง 20-40 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับต่ำพบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 23.97 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 19.03 ของพื้นที่ ในปี 2015 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 30.21 ของพื้นที่ ในปี 2013 และในช่วง 40-60 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับปานกลาง พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 28.21 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 25.64 ของพื้นที่ ในปี 2010 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 36.13 ของพื้นที่ ในปี 2015 และในช่วง 60-80 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับสูง พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 22.94 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 19.50 ของพื้นที่ ในปี 2016 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 29.66 ของพื้นที่ ในปี 2014 และในช่วง 80-100 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับสูงมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.63 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 6.00 ของพื้นที่ ในปี 2014 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 15.53 ของพื้นที่ ในปี 2015



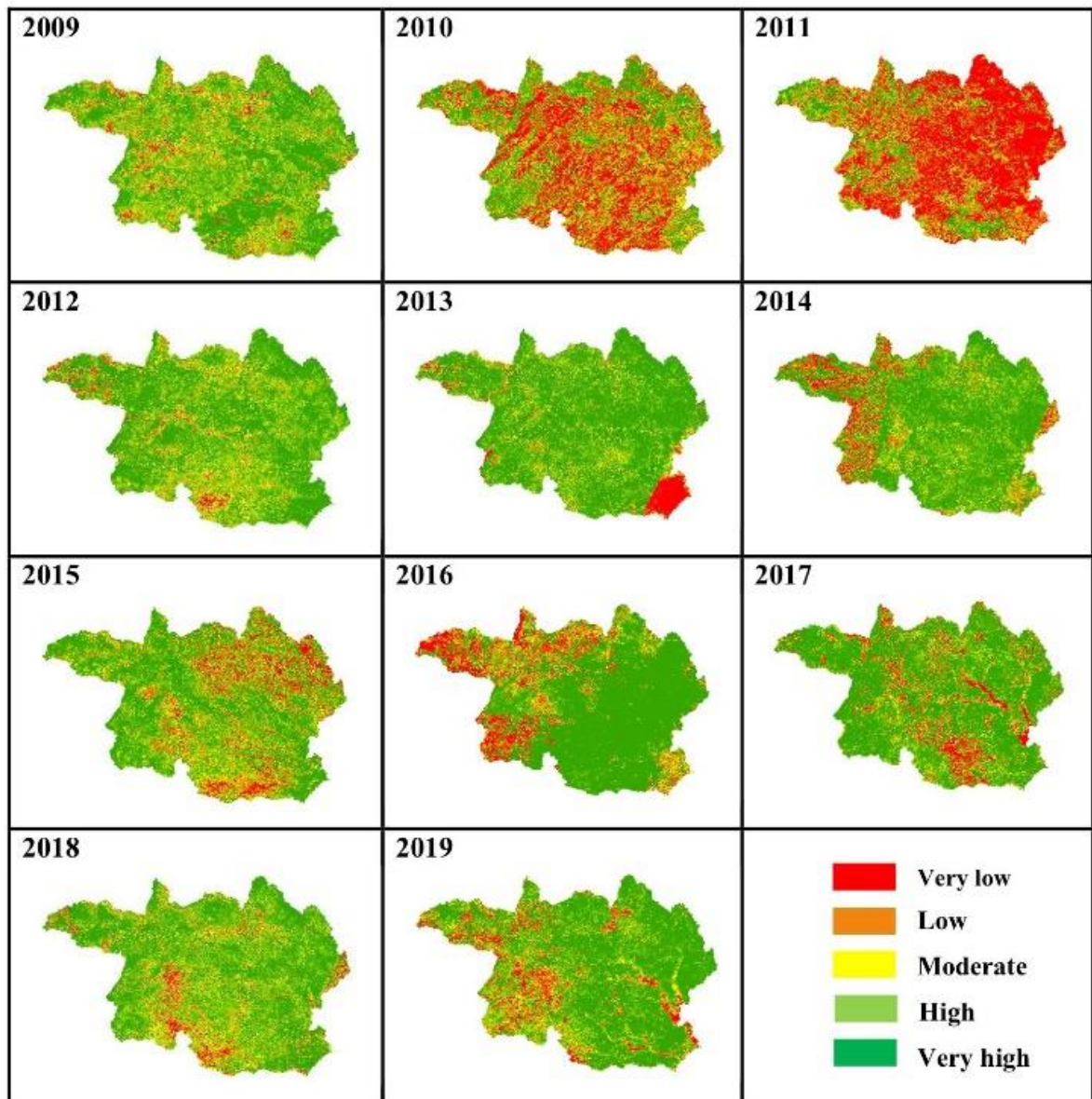
ภาพประกอบที่ 15 ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งเดือนสิงหาคม





**ภาพประกอบที่ 16** การจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกันยายน จากภาพประกอบที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกันยายนโดยแสดงค่ารายปี ซึ่งจำแนกตามระดับของสภาพพืชพรรณแต่ละปีและแสดงผลการจำแนกระดับของสภาพพืชพรรณเป็นร้อยละของพื้นที่ศึกษา จากการจำแนกการตรวจวัดเชิงพื้นที่ความแห้งแล้งดัชนีสภาวะพืชพรรณในแต่ละช่วงเวลาขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเป็นตัวกำหนดความแห้งแล้ง จากผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ระดับช่วงเวลาที่พื้นที่ค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) อยู่ในช่วง 0-20 เป็นช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับต่ำมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.80 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 7.47 ของพื้นที่ ในปี 2013 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 15.80 ของพื้นที่ ในปี 2011 และในช่วง 20-40 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับต่ำพบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 21.60 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 15.96 ของพื้นที่ ในปี 2013 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 30.68 ของพื้นที่ ในปี 2011 และในช่วง 40-60 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับปานกลาง พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 29.90 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 25.33 ของพื้นที่ ในปี 2016 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 34.05 ของพื้นที่ ในปี 2012 และในช่วง 60-80 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับสูง พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 27.46 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 18.76 ของพื้นที่ ในปี 2009 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 42.00 ของพื้นที่ ในปี 2013 และในช่วง 80-100 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับสูงมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 9.21 ของพื้นที่ ค่าต่ำสุดมีค่าร้อยละ 2.44 ของพื้นที่ ในปี 2013 ค่าสูงสุดมีค่าร้อยละ 14.39 ของพื้นที่ ในปี 2009

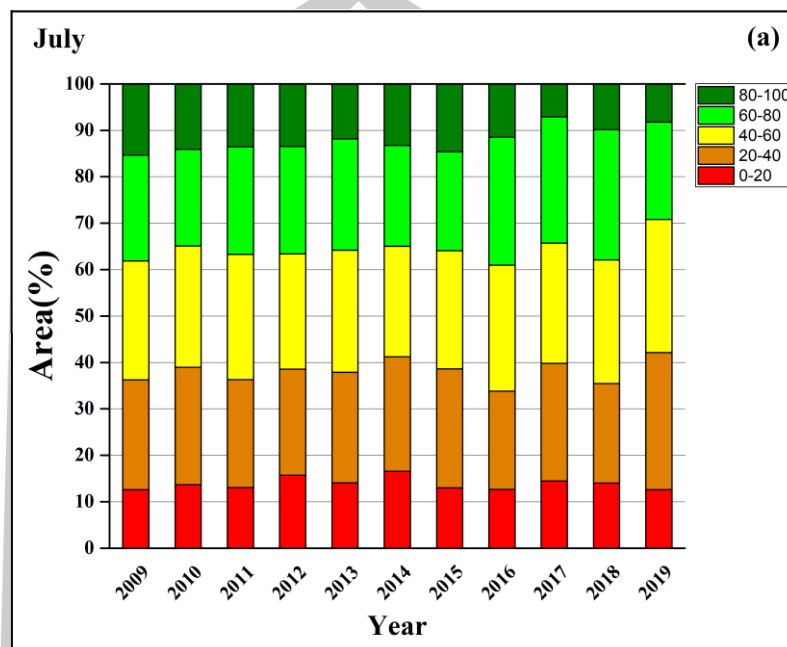




ภาพประกอบที่ 17 ระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งเดือนกันยายน



#### 4.4 ผลการวิเคราะห์ดัชนีสภาวะพืชพรรณเชิงพื้นที่ที่แสดงเป็นร้อยละของความแห้งแล้ง



ภาพประกอบที่ 18 ร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ จากภาพประกอบที่ 18 แสดงถึงร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) กรกฎาคมในแต่ละช่วงเวลา พบว่า

ค.ศ. 2009 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 12.61 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,961.18 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 23.63 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,424.94ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 25.64 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,056.86 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 22.78 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,156.59 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 15.35 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,822.80 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2010 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 13.69 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,302.12 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 25.26 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,938.71 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 26.16 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,219.63 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 20.80 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,535.98 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 14.09 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,425.93 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2011 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 13.07 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,106.36 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 23.26 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,307.42 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 26.93 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,461.59 ตารางกิโลเมตร

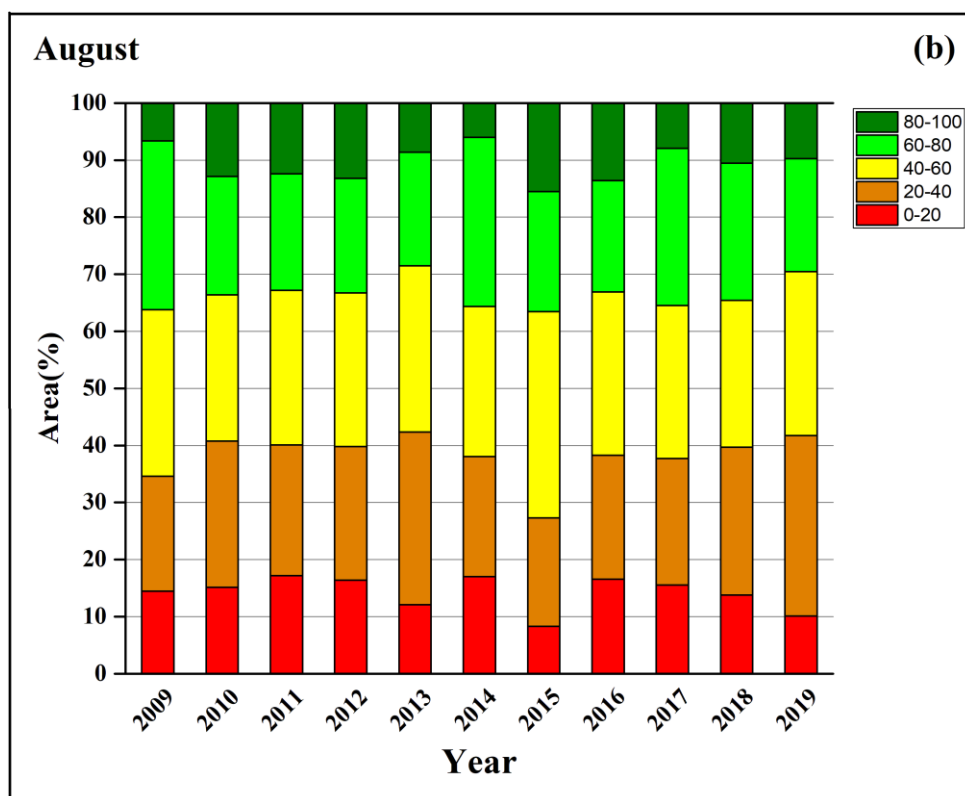




ค.ศ. 2017	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 14.48 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,551.31 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 25.34 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,963.22 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 25.89 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,135.73 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 27.21 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,548.63 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 7.08 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,223.18 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2018	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 14.02 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,406.76 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 21.42 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,732.06 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 26.65 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,374.54 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 28.07 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,820.12 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 9.83 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,088.88 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2019	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 12.61 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,961.18 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 29.51 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,271.36 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 28.70 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,017.77 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 21.00 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,599.14 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 8.19 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,572.60 ตารางกิโลเมตร

จากการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกรกฎาคม ดังภาพประกอบที่ 18 พบว่า พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางประเทศไทย ในปี ค.ศ.2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2018 มีสภาพพืชพรรณอยู่ในระดับปานกลางเพราะมีพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมอยู่ค่อนข้างมาก ส่วนในปี ค.ศ.2017 มีสภาพพืชพรรณต่ำและต่ำที่สุดใน ปี ค.ศ.2019 แสดงถึงความแห้งแล้งที่มาก และใน ปี ค.ศ. 2009 จะมีสภาพพืชพรรณสูงและสูงมากที่สุดในปี ค.ศ. 2016

พจน ปรณ ทิโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 19 ร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ

จากภาพประกอบที่ 19 แสดงถึงร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) เดือนสิงหาคมในแต่ละช่วงเวลา พบว่า

ค.ศ. 2009 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 14.49 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,553.19 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 20.11หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,318.85 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 29.16 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,164.20 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 29.62 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,307.49 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 6.62 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,078.63 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2010 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 15.15 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,759.96 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 25.61 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,047.43 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 25.64 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,057.49 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 20.74 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,518.39 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 12.85 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,039.11 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2011 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 17.15 หรือคิดเป็นพื้นที่ 5,390.30 ตารางกิโลเมตร



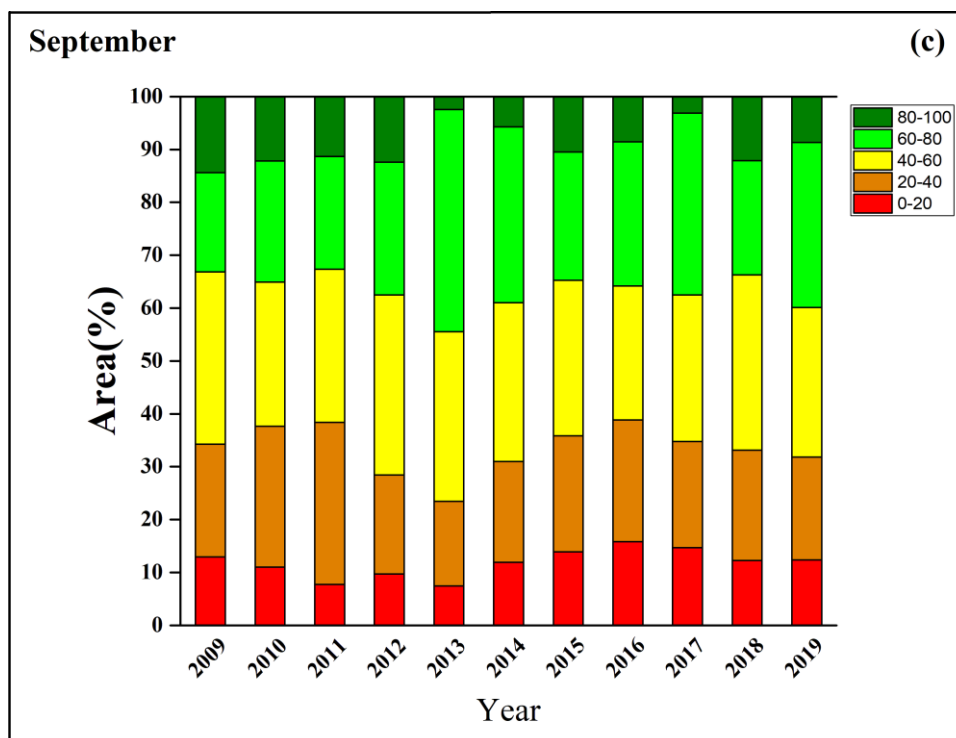
ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 19.50 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,127.80 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 13.58 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,267.87 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2017 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 15.54 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,881.56 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 22.17 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,964.91 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 26.80 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,420.74 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 27.59 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,669.61 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 7.91 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,485.25 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2018 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 13.80 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,337.63 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 25.87 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,130.07 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 25.78 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,099.59 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 24.00 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,541.21 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 10.55 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,313.56 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2019 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 10.12 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,180.64 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 31.62 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,935.95 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 28.74 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,031.91 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 19.80 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,220.18 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 9.72 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,053.37 ตารางกิโลเมตร

จากการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนสิงหาคม ดังภาพประกอบ  
 ที่ 19 พบว่า พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางประเทศไทย ในปี ค.ศ.2010, 2011, 2012,  
 2014, 2016, 2017, 2018 มีสภาพพืชพรรณอยู่ในระดับปานกลางเพราะมีพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม  
 อยู่ค่อนข้างมาก ส่วนในปี ค.ศ.2019 มีสภาพพืชพรรณต่ำและต่ำที่สุดใน ปี ค.ศ.2013 แสดงถึงความ  
 แห้งแล้งที่มาก และใน ปี ค.ศ. 2009 จะมีสภาพพืชพรรณสูงและสูงมากที่สุดใน ปี ค.ศ. 2015



ภาพประกอบที่ 20 ร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ

จากภาพประกอบที่ 20 แสดงถึงร้อยละเชิงพื้นที่ของการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณ (VCI) เดือนกันยายนในแต่ละช่วงเวลา พบว่า

ค.ศ. 2009 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 12.96 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,071.79 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 21.33หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,702.21 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 32.56 หรือคิดเป็นพื้นที่ 10,230.07 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 18.76 หรือคิดเป็นพื้นที่ 5,894.95 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 14.40 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,523.34 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2010 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 11.04 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,468.78 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 26.59 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,355.06 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 27.31 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,582.25 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 22.87 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,187.38 ตารางกิโลเมตร  
 ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 12.18 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,828.26 ตารางกิโลเมตร

ค.ศ. 2011 ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 7.73 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,430.25 ตารางกิโลเมตร

	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 30.68 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,641.20 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 28.92 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,085.96 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 21.32 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,700.33 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 11.34 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,564.31 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2012	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 9.73 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,057.14 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 18.71 หรือคิดเป็นพื้นที่ 5,879.56 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 34.06 หรือคิดเป็นพื้นที่ 10,701.73 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 25.12 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,891.89 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 12.39 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,892.05 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2013	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 7.47 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,347.30 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 15.96 หรือคิดเป็นพื้นที่ 5,015.74 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 32.12 หรือคิดเป็นพื้นที่ 10,093.38 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 42.00 หรือคิดเป็นพื้นที่ 13,197.66 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 2.45 หรือคิดเป็นพื้นที่ 768.29 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2014	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 11.93 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,749.71 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 19.03 หรือคิดเป็นพื้นที่ 5,981.05 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 30.03 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,436.64 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 33.28 หรือคิดเป็นพื้นที่ 10,456.63 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 5.72 หรือคิดเป็นพื้นที่ 1,798.02 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2015	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 13.92 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,374.13 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 21.92 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,888.40 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 29.43 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,248.98 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 24.25 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,619.23 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 10.48 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,292.27 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2016	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 15.80 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,964.94 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 23.06 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,247.08 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 25.34 หรือคิดเป็นพื้นที่ 7,962.32 ตารางกิโลเมตร



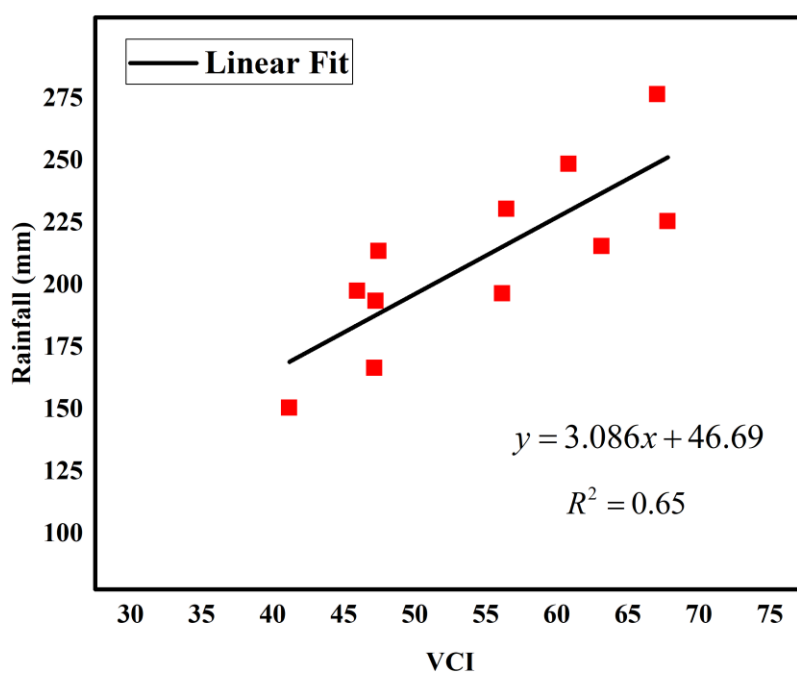
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 27.25 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,562.82 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 8.55 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,685.85 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2017	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 14.69 หรือคิดเป็นพื้นที่ 4,617.24 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 20.05 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,299.97 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 27.76 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,722.68 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 34.40 หรือคิดเป็นพื้นที่ 10,808.17 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 3.10 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,74.94 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2018	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 12.23 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,844.46 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 20.88 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,562.19 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 33.18 หรือคิดเป็นพื้นที่ 10,427.29 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 21.59 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,783.33 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 12.11 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,805.73 ตารางกิโลเมตร
ค.ศ. 2019	ช่วงที่1 0-20 คิดเป็นร้อยละ 12.37 หรือคิดเป็นพื้นที่ 3,885.95 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่2 20-40 คิดเป็นร้อยละ 19.46 หรือคิดเป็นพื้นที่ 6,115.24 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่3 40-60 คิดเป็นร้อยละ 28.27 หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,883.55 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่4 60-80 คิดเป็นร้อยละ 31.24 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9,817.54 ตารางกิโลเมตร
	ช่วงที่5 80-100 คิดเป็นร้อยละ 8.66 หรือคิดเป็นพื้นที่ 2,720.72 ตารางกิโลเมตร

จากการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีสภาวะพืชพรรณเดือนกันยายน ดังภาพประกอบที่ 20 พบว่า พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2010, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 มีสภาพพืชพรรณอยู่ในระดับปานกลางเพราะมีพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมอยู่ค่อนข้างมาก ส่วนในปี ค.ศ.2009 มีสภาพพืชพรรณต่ำและต่ำที่สุดใน ปี ค.ศ.2011 แสดงถึงความแห้งแล้งที่มาก และใน ปี ค.ศ. 2019 จะมีสภาพพืชพรรณสูงและสูงมากที่สุดในปี ค.ศ. 2013



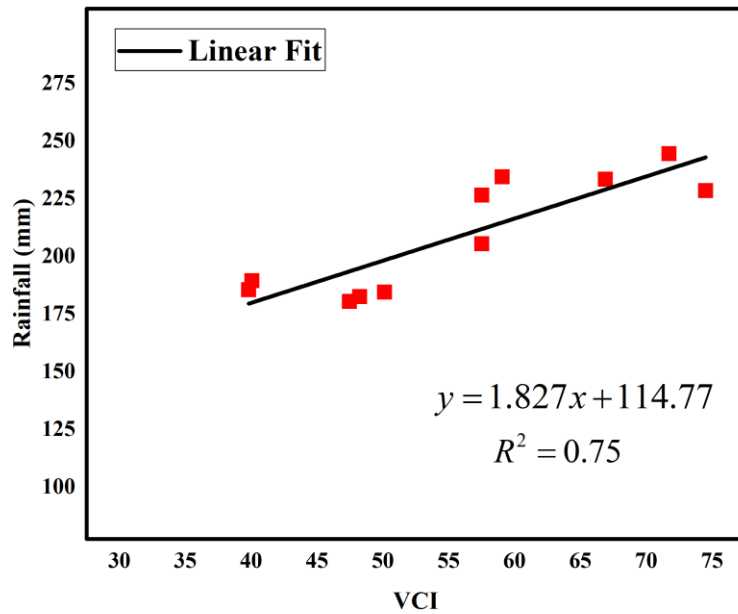
#### 4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) และปริมาณน้ำฝน

จากค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) ทั้ง 11 ปี (ค.ศ. 2009 - ค.ศ. 2019) และปริมาณน้ำฝน พบว่าการเปลี่ยนแปลงในเชิงเวลาของค่าเฉลี่ยดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) มีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนรายเดือน ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) และปริมาณน้ำฝนแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 21 22 และ 23

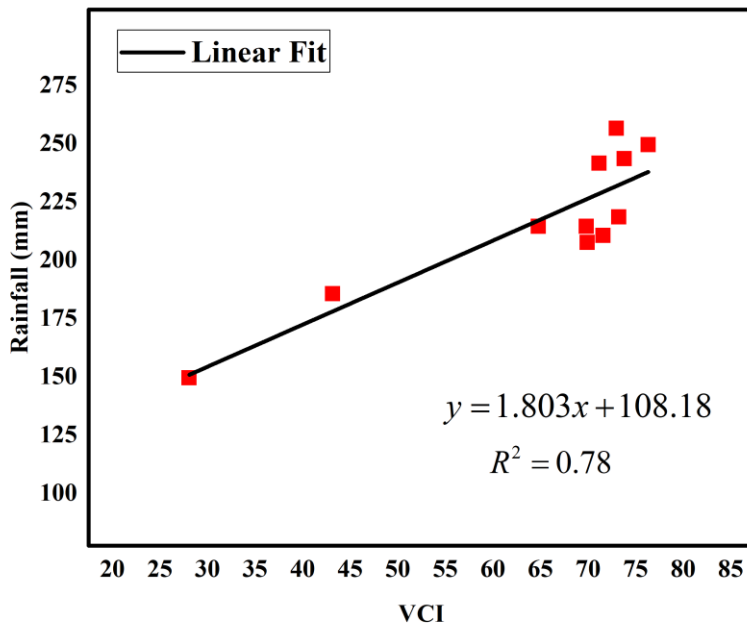


ภาพประกอบที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) กับปริมาณน้ำฝนเดือนกรกฎาคม



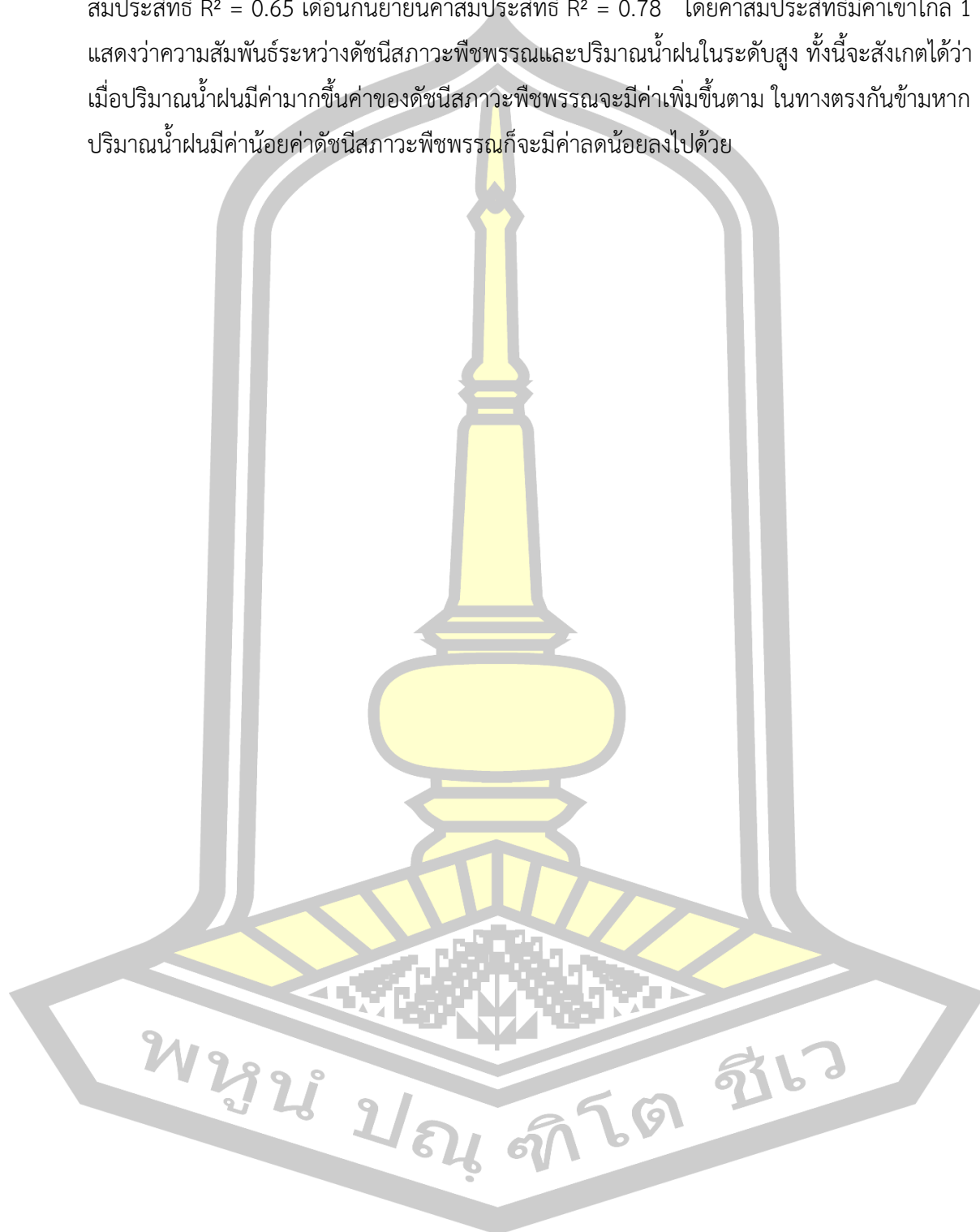


ภาพประกอบที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) กับปริมาณน้ำฝนเดือนสิงหาคม



ภาพประกอบที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) กับปริมาณน้ำฝนเดือนกันยายน

จากภาพประกอบที่ 21 22 และ 23 เดือนกรกฎาคมค่าสัมประสิทธิ์  $R^2 = 0.75$  เดือนสิงหาคมค่าสัมประสิทธิ์  $R^2 = 0.65$  เดือนกันยายนค่าสัมประสิทธิ์  $R^2 = 0.78$  โดยค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสภาวะพืชพรรณและปริมาณน้ำฝนในระดับสูง ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนมีค่ามากขึ้นค่าของดัชนีสภาวะพืชพรรณจะมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ในทางตรงกันข้ามหากปริมาณน้ำฝนมีค่าน้อยค่าดัชนีสภาวะพืชพรรณก็จะมีค่าลดน้อยลงไปด้วย



## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความแปรปรวนของดัชนีสภาวะพืชพรรณในระยะเวลา 11 ปี (ค.ศ. 2009 – ค.ศ. 2019) ซึ่งในแต่ละปีสามารถใช้เป็นค่าเปรียบเทียบได้ ซึ่งหากดัชนีสภาวะพืชพรรณต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ มีความแห้งแล้ง และเข้าใกล้ 0 หมายถึง ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมาก แต่หากดัชนีสภาวะพืชพรรณสูงกว่าค่าเฉลี่ย คือ มีความชุ่มชื้น และเข้าใกล้ 100 หมายถึงมีความชุ่มชื้น การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยดัชนีสภาวะพืชพรรณมาตรฐานทั้ง 5 ช่วง

พบว่าเดือนกรกฎาคมแต่ละช่วงมีสภาพพืชพรรณดังนี้

ช่วงที่ 1 (0-20) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 12.61, 13.69, 13.07, 15.73, 14.06, 16.55, 12.99, 12.66, 14.48, 14.02, 12.61 ตามลำดับ

ช่วงที่ 2 (20-40) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 23.63, 25.26, 23.26, 22.83, 23.80, 24.68, 25.63, 21.16, 25.34, 21.42, 29.51 ตามลำดับ

ช่วงที่ 3 (40-60) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 25.64, 26.16, 26.93, 24.81, 26.32, 23.81, 25.47, 27.11, 25.89, 26.65, 28.70 ตามลำดับ

ช่วงที่ 4 (60-80) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 22.78, 20.80, 23.20, 23.14, 23.96, 21.73, 21.33, 27.59, 27.21, 28.07, 21.00 ตามลำดับ

ช่วงที่ 5 (80-100) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 15.35, 14.09, 13.55, 13.48, 11.86, 13.23, 14.58, 11.70, 7.08, 9.83, 8.19 ตามลำดับ

เดือนสิงหาคมแต่ละช่วงมีสภาพพืชพรรณดังนี้

ช่วงที่ 1 (0-20) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 14.49, 15.15, 17.15, 16.41, 12.11, 16.99, 8.29, 16.58, 15.54, 13.80, 10.12 ตามลำดับ

ช่วงที่ 2 (20-40) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 20.11, 25.61, 22.93, 23.38, 30.21, 21.05, 19.03, 21.71, 22.17, 25.87, 31.62 ตามลำดับ

ช่วงที่ 3 (40-60) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 29.16, 25.64, 27.12, 26.91, 29.14, 26.29, 36.13, 28.62, 26.80, 25.78, 28.74 ตามลำดับ

ช่วงที่ 4 (60-80) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 29.62, 20.74, 20.38, 20.11, 19.92, 29.67, 21.02, 19.50, 27.59, 24.00, 19.80 ตามลำดับ

ช่วงที่ 5 (80-100) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 6.62, 12.85, 12.41, 13.19, 8.61, 6.01, 15.53, 13.58, 7.91, 10.55, 9.72 ตามลำดับ

เดือนกันยายนแต่ละช่วงมีสภาพพืชพรรณดังนี้

ช่วงที่1 (0-20) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 12.96, 11.04, 7.73, 9.73, 7.47, 11.93, 13.92, 15.80, 14.69, 12.23, 12.37 ตามลำดับ

ช่วงที่2 (20-40) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 21.33, 26.59, 30.68, 18.71, 15.96, 19.03, 21.92, 23.06, 20.05, 20.88, 19.46 ตามลำดับ

ช่วงที่3 (40-60) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 32.56, 27.31, 28.92, 34.06, 32.12, 30.03, 29.43, 25.34, 27.76, 33.18, 28.27 ตามลำดับ

ช่วงที่4 (60-80) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 18.76, 22.87, 21.32, 25.12, 42.00, 33.28, 24.25, 27.25, 34.40, 21.59, 31.24 ตามลำดับ

ช่วงที่5 (80-100) ปี (ค.ศ. 2009 – 2019) มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 14.40, 12.18, 11.34, 12.39, 2.45, 5.72, 10.48, 8.55, 3.10, 12.11, 8.66 ตามลำดับ

จากการศึกษาความแปรปรวนของดัชนีสถานะพืชพรรณ (VCI) ในระยะเวลา 11 ปี ซึ่งในแต่ละปีสามารถใช้เป็นค่าเปรียบเทียบได้ เดือนกรกฎาคมพบว่ามีปี 2019 เกิดความแห้งแล้งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.82 ของพื้นที่ (ปรากฏค่าความแห้งแล้งระดับสูงมากร้อยละ 12.61 หรือ 3,961.18 ตารางกิโลเมตร ความแห้งแล้งระดับสูงร้อยละ 29.51 หรือ 9,271.36 ตารางกิโลเมตร และความแห้งแล้งระดับปานกลางร้อยละ 28.70 หรือ 9,017.77 ตารางกิโลเมตร) เดือนสิงหาคมพบว่ามีปี 2013 เกิดความแห้งแล้งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.46 ของพื้นที่ (ปรากฏค่าความแห้งแล้งระดับสูงมากร้อยละ 12.11 หรือ 3,805.64 ตารางกิโลเมตร ความแห้งแล้งระดับสูงร้อยละ 30.21 หรือ 9,493.20 ตารางกิโลเมตร และความแห้งแล้งระดับปานกลางร้อยละ 29.14 หรือ 9,157.92 ตารางกิโลเมตร) เดือนกันยายนพบว่ามีปี 2011 เกิดความแห้งแล้งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 67.33 ของพื้นที่ (ปรากฏค่าความแห้งแล้งระดับสูงมากร้อยละ 7.73 หรือ 2,430.25 ตารางกิโลเมตร ความแห้งแล้งระดับสูงร้อยละ 30.68 หรือ 9,641.20 ตารางกิโลเมตร และความแห้งแล้งระดับปานกลางร้อยละ 28.92 หรือ 9,085.96 ตารางกิโลเมตร) นอกจากนั้นยังพบว่าค่าดัชนีสถานะพืชพรรณเฉลี่ยในรายเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน มีค่า 53.99 60.41 และ 67.50 นั้นหมายความว่าเดือนที่มีความเสี่ยงเกิดภัยแล้งน้อยที่สุดคือ กันยายน สิงหาคม และกรกฎาคม ตามลำดับ

สำหรับแผนที่ความแห้งแล้งที่สร้างขึ้นจากค่าดัชนีสถานะพืชพรรณในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย สามารถแสดงให้เห็นพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งได้อย่างชัดเจน ดังนั้นหากมีการเตรียมการวางแผนล่วงหน้าตามศักยภาพของทรัพยากรที่มีอยู่ อาจส่งผลให้สามารถป้องกัน และเตรียมรับมือกับภัยแล้งที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการออกสำรวจพื้นที่จริงว่ามีความสอดคล้องกับผลการศึกษาอย่างไร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น
2. ควรศึกษาดัชนีสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณและดัชนีสถานะพืชพรรณ
3. ควรมีการประยุกต์ข้อมูลน้ำใต้ดิน ข้อมูลแหล่งน้ำกับขอบเขตลุ่มน้ำ มาใช้ประกอบในการศึกษาเพื่อให้การวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งมีความสมบูรณ์และถูกต้องเพิ่มขึ้น



บรรณานุกรม





## บรรณานุกรม

- Tanutdech ROTJANAKUSOL, Teerawong LAOSUWAN. (2018). REMOTE SENSING BASED DROUGHT MONITORING IN THE MIDDLE-PART OF NORTHEAST REGION OF THAILAND. *Studia Universitatis Vasile Goldis, Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 28(1), 14-21.
- Tanutdech ROTJANAKUSOL, Teerawong LAOSUWAN. (2019). DROUGHT EVALUATION WITH NDVI-BASED STANDARDIZED VEGETATION INDEX IN LOWER NORTHEASTERN REGION OF THAILAND. *Geographia Technica*. 14(1), 118-130
- Gomasathit, T., Laosuwan, T., Sangpradit, S., Rotjanakusol, T. (2015). Assessment of Drought Risk Area in Thung Kula Rong Hai using Geographic Information Systems and Analytical Hierarchy Process. *International Journal of Geoinformatics*. 11(2), 21-27.
- Laosuwan, T., Gomasathit, T., Rotjanakusol, T. (2018). Application of remote sensing for temperature monitoring: The technique for land surface temperature analysis. *Journal of Ecological Engineering*. 18(3), 53–60.
- Tucker, C. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127 – 150.
- Uttaruk Y., Laosuwan T., (2016). Remote sensing based vegetation indices for estimating above ground carbon sequestration in orchards. *Agriculture and Forestry*, 62(4), 193–201
- Kogan, F.N. (1997). Global drought watch from space. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 78, 621–636.
- Kogan, F. N., (2001). Operational space technology for global Vegetation Assessment. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 82(9), 1949–1964.
- Domenikiotis, C., Spiliotopoulos, M., Tsiros, E., and Dalezios, N. R. (2004). Early Cotton Yield Assessment by The Use of The NOAA/AVHRR Derived Drought Vegetation Condition Index In Greece. *Int. J. Remote Sens.*, 25, 2807–2819.
- Quiring, S. M., and S. Ganesh. (2010). Evaluating the utility of the Vegetation Condition Index (VCI) for monitoring meteorological drought in Texas, *Agric. For. Meteorol.*, 150(3), 330–339.

- Wenzhe Jiao, Lifu Zhang, Qing Chang, Dongjie Fu, Yi Cen and Qingxi Tong. (2016). Evaluating an Enhanced Vegetation Condition Index (VCI) Based on VIUPD for Drought Monitoring in the Continental United States. *Remote Sens.*, 8(3), 2–21.
- Xiaoyang Zhang, Mark A. Friedl, Crystal B. Schaaf, Alan H. Strahler, John C.F. Hodges, Feng Gao, Bradley C. Reed, Alfredo Huete. (2003). Monitoring vegetation phenology using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 84(3), 471–475.
- Toshihiro Sakamoto, Masayuki Yokozawa, Hitoshi Toritani, Michio Shibayama, Naoki Ishitsuka, Hiroyuki Ohno.(2005). A crop phenology detection method using time-series MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 96(3), 366–374.
- Wattanakij N., Mongkolsawat C., (2008). Drought Detection in Northeast Thailand using Standardized Vegetation Index of Multi-Temporal Satellite Data,” In: Proc. 4th Environment Naresuan Conference, Naresuan Univeristy, Thailand, 206–215.
- Laosuwan T., and Rotjanakusol T., (2013). The Observation and Monitoring of Water Situation by Using Remote Sensing Technology and GIS, *J. Sci. Technol. MSU.*, 32(2), 246 -256
- Laosuwan T., and Uttaruk P., (2014). Estimating Tree Biomass via Remote Sensing, MSAVI 2, and Fractional Cover Model, *IETE Tech.Rev.*, 31(5), 362–68.
- Yannawut Uttaruk, Teerawong Laosuwan. 2017. Carbon Sequestration Assessment of the Orchards using Satellite Data. *Journal of Ecological Engineering*. 18 (1), 11–17.
- Teerawong Laosuwan, Yannawut Uttaruk. (2017). Application of Remote Sensing for Temperature Monitoring: The Technique for Land Surface Temperature Analysis. *Journal of Ecological Engineering*. 18 (3), 53–60.
- Dušan Húska, Luboš Jurík, Lucia Tátošová, Karol Šinka, Johana Jakabovičová. (2017). Cultural Landscape, Floods and Remote Sensing. *Journal of Ecological Engineering*. 18(3), 31–36.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายันทวัฒน์ จอมศรีกระยอม
วันเกิด	18 เมษายน 2538
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	44 ม.8 ต.ตงบัง อ.นาตุ้ม จ.มหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2553 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม พ.ศ. 2556 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม พ.ศ. 2560 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วท.บ.ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2561 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทีโตะ ชีเว