

การวิเคราะห์ผลกระทบของปัญหาภัยแล้งต่อการปลูกพืชไร้เศรษฐกิจในจังหวัด
นครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย

นายคชา เชษฐบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2551

**AN ANALYSIS OF DROUGHT IMPACT ON ECONOMIC
CROP PLANTATION IN NAKHON RATCHASIMA
PROVINCE USING REMOTELY – SENSED DATA AND
GIS: A CASE STUDY OF KHON BURI DISTRICT,
NAKHON RATCHASIMA PROVINCE, THAILAND**

Kacha Chadtabud

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Geoinformatics
Suranaree University of Technology
Academic Year 2008**

การวิเคราะห์ผลกระทบของปัญหาภัยแล้งต่อการปลูกพืชไร่เศรษฐกิจในจังหวัด
นครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ :
กรณีศึกษาอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์)
ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.แก้ว นวลฉวี)
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ธรรมถาวร)
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง)
กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ สัตยธรรม)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ แม่นยำ)
คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์

คชา เศรษฐบุตร : การวิเคราะห์ผลกระทบของปัญหาภัยแล้งต่อการปลูกพืชไร่เศรษฐกิจใน
จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์:
กรณีศึกษาอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย (AN ANALYSIS OF
DROUGHT IMPACT ON ECONOMIC CROP PLANTATION IN NAKHON
RATCHASIMA PROVINCE USING REMOTELY – SENSED DATA AND GIS: A
CASE STUDY OF KHON BURI DISTRICT, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE,
THAILAND) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์, 159 หน้า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 3 ประการคือ (1) เพื่อวิเคราะห์ความรุนแรงของ
ปัญหาภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548 โดยใช้ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)
(2) ประเมินผลกระทบของปัญหาภัยแล้งต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของอำเภอครบุรี อิงจาก
รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในภาคเกษตรในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) และ พ.ศ.
2547 (ปีแห้งแล้ง) และ (3) สร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ.
2539-2548 อิงตามข้อมูลของตัวแปร 4 กลุ่ม คือ น้ำฝน ตัวแปรเชิงอุทกวิทยา (เขตชลประทานและ
น้ำใต้ดิน) ตัวแปรเชิงกายภาพ (ความลาดชันและความสามารถในการระบายน้ำของดิน) และ ตัว
แปรเชิงสภาพแวดล้อม (รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน)

ทั้งนี้ ผลการศึกษาในวัตถุประสงค์แรกพบว่า SPI ระยะ 3 เดือน จะมีความอ่อนไหวต่อการ
ผันแปรของปริมาณน้ำฝนระยะสั้น (เช่น 1-3 เดือน) มากที่สุด ทำให้สามารถระบุการเกิดภัยแล้ง
ระยะสั้นได้ดีกว่า SPI ตัวอื่น จึงเหมาะสำหรับการเตือนภัยแล้งระยะสั้นในภาคเกษตรกรรม
ขณะที่ SPI ระยะ 6 และ 12 เดือน จะอ่อนไหวต่อการผันแปรของน้ำฝนในคาบเวลาที่ยาวนานกว่า
เช่น ระดับฤดูกาลหรือระดับปี จึงเหมาะสำหรับการศึกษาผลกระทบของภัยแล้งต่อภาคเกษตรตาม
ฤดูกาลหรือรายปี รวมถึงการศึกษาผลกระทบต่อปริมาณน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินของพื้นที่ด้วย โดย
ผลการศึกษาในเบื้องต้นพบว่า การผันแปรของปริมาณน้ำทำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ กับการ
ผันแปรของค่า SPI ระยะ 12 เดือน ($R^2 = 0.73$)

นอกจากนั้นยังพบว่าช่วงเวลาการเกิดภัยแล้งรุนแรงเป็นเวลานานของจังหวัด มีความ
สอดคล้องเป็นอย่างมากกับช่วงการเกิดของปรากฏการณ์เอลนีโญในมหาสมุทรแปซิฟิก แสดงให้
เห็นว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีอิทธิพลอย่างมากพอควรต่อการกำหนดสภาพอากาศในจังหวัด
นครราชสีมา โดยเฉพาะการเหนี่ยวนำให้เกิดปัญหาความแห้งแล้งรุนแรงขึ้น

สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่สอง พบว่าพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจของอำเภอครบุรีใน
ปี พ.ศ. 2547 ลดลงไปเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 คือประมาณ 42.34 37.06 และ 55.96
เปอร์เซ็นต์ สำหรับ ข้าว อ้อย และ มันสำปะหลัง ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่ดินโล่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง

ประมาณ 88.51 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่ปลูกที่ลดลงดังกล่าวอยู่ทางตอนเหนือของอำเภอ สอดคล้องกับผลการศึกษาค่า NDVI ซึ่งระบุว่าเขตที่มีพืชพรรณสมบูรณ์ (คือมี NDVI > 0.6) ลดลง ประมาณ 35.73 เปอร์เซ็นต์ขณะที่เขตซึ่งมีความสมบูรณ์ของพืชพรรณต่ำ (คือมีค่า NDVI ระหว่าง 0.0-0.4) มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 300 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่สาม พบว่าหากใช้เฉพาะน้ำฝน ปัจจัยทางอุทกวิทยา และทางกายภาพในการประเมินความเสี่ยง พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครราชสีมา จะถูกจัดให้อยู่ ในเขตเสี่ยงภัยแล้งระดับปานกลางถึงสูงแทบทุกปี (ประมาณ 90% ของพื้นที่ทั้งหมด) ยกเว้นบางปี ซึ่งอาจมีพื้นที่เสี่ยงสูงหรือสูงมาก เพิ่มขึ้นผิดปกติ ซึ่งถือว่าเป็นปีที่เกิดภัยแล้งรุนแรงขึ้น อาทิ ในปี พ.ศ. 2540 2544 2545 และ 2547 ซึ่งมีพื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับสูงถึงสูงมาก ประมาณ 35-40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด โดยพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาหนักที่สุด มักกระจุกตัวกันอยู่บริเวณ ตอนกลางก่อนไปทางส่วนบนของจังหวัด ส่วนพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาน้อยที่สุดมักจะกระจายตัวกัน อยู่บริเวณส่วนล่างและขอบด้านทิศตะวันตกทางส่วนบนของจังหวัด

KACHA CHADTABUD : AN ANALYSIS OF DROUGHT IMPACT ON
ECONOMIC CROP PLANTATION IN NAKHON RATCHASIMA
PROVINCE USING REMOTELY – SENSED DATA AND GIS: A CASE
STUDY OF KHON BURI DISTRICT, NAKHON RATCHASIMA
PROVINCE, THAILAND. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SONGKOT
DASANANDA, Ph.D. 159 PP.

DROUGHT/ REMOTE SENSING/ SPI/ NDVI/ NDWI

This thesis comprises of three main objectives which are (1) to analyze drought severity in Nakhon Ratchasima Province between 1976-2005 based on the standardizes precipitation index (SPI) (2) evaluate drought impact on economic crop cultivation in Khon Buri District based on the observed agricultural land use/land cover pattern in 2003 (wet year) and 2004 (dry year). And, (3) to develop drought risk maps for Nakhon Ratchasima Province between 1996-2005 based on input data of 4 four parameter groups which are rainfall, hydrological (irrigation and groundwater), physical (slope and soil drainage) and environmental (pattern of land use/land cover).

It was found from the first objective that SPI-3M is sensitive most to the variation of short-period rainfall amount (i.e. 1-3 months), therefore, it is best used for the warning of the short-term agricultural drought. However, SPI-6M and 12M are more sensitive to the rainfall variation at longer time period, i.e., at seasonal or annual time scales, therefore, they are appropriate for the study of the agricultural drought impacts at those scales, as well as, for the study of drought impact on both surface and underground water. Initial results suggested that variation in annual amount of runoff has significant correlation with the variation of SPI-12M values ($R^2 = 0.73$).

It was also found that, prolonged severe drought periods observed in the province were very much coincident with the happening of El Nino phenomena in the Pacific Ocean. This indicates that, the El Nino may have strong influence on pattern of climatology in the province, especially, as the triggering factor of severe drought.

From the second objective, it was found that the cultivating area for economic plants in Khon Buri District in 2004 was greatly decreased compared to those in 2000, where the reducing amounts for rice, sugarcane and cassava area are 42.34, 37.06, and 55.96%, respectively, and the amount of bare land had increased by 88.51% during that period. Most of the lost planting areas are located in the northern part of the district in agreement with results of the NDVI study which indicates that healthy vegetation zone (having $NDVI > 0.6$) decreases about 35.73% while the unhealthy vegetation zone (having $NDVI < 0.4$) increases more than 300%.

From the third objective, it was found that if only data of rainfall, hydrological factors, and physical factors were used; most areas in Nakhon Ratchasima Province would be classified as being moderate or high drought risk area nearly every year (about 90% of the total area), except some years which might have unusual increase in amount of high or very high risk areas and be classified as severe drought years; for examples, 1997, 2001, 2002, and 2004, that have classified drought area of about 35-40% of the total study area. And the most affected areas are normally clustered in the upper middle part of the province while the least affected areas are scattered in the lower part and western rim of the province.

School of Remote Sensing

Academic Year 2008

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงกต ทศานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์และเป็นแบบอย่างในการดำเนินชีวิตที่ดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.แก้ว นวลฉวี รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ธรรมถาวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์ และอาจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง ที่ได้ให้คำปรึกษาและปรับแก้ตั้งแต่โครงร่างวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงเป็นวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณวินัย เขาวเรศ และคุณนรินทร์ วงศ์ษา เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความรู้ด้านการใช้ซอฟต์แวร์และสนับสนุนอุปกรณ์ในการออกสำรวจภาคสนาม

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่เอื้อเพื่อข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่เอื้อเพื่อฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และกรมกรมอุตุนิยมวิทยา ที่เอื้อเพื่อข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ขอขอบคุณ พี่น้องในสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลทุกคน ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ และเป็นทั้งเพื่อน พี่ และน้อง ที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การเลี้ยงดูอบรม และส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิต

คชา เศษฐบุตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ฌ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ณ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ธ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	2
1.3.2 ขอบเขตการศึกษา.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 รายการอ้างอิง	5
2 ปรัชญาบรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 นิยามและรูปแบบความแห้งแล้ง.....	6
2.1.1 นิยามความแห้งแล้ง.....	6
2.1.2 ประเภทความแห้งแล้ง.....	6
2.2 ดัชนีความแห้งแล้ง	8
2.2.1 ดัชนีที่อิงตามปริมาณน้ำฝน	9
2.2.2 ดัชนีที่อิงตามความชื้นในดินและน้ำผิวดิน	13
2.2.3 ดัชนีที่อิงตามความสมบูรณ์ของพืชพรรณ	14
2.3 การประยุกต์ใช้การสำรวจจากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับศึกษาความแห้งแล้ง	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 การประยุกต์การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	16
2.4 รายงานอ้างอิง.....	20
3 การวิเคราะห์ระดับภัยแล้งตามดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)	23
3.1 บทคัดย่อ.....	23
3.2 บทนำ	24
3.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	26
3.4 ข้อมูลและกระบวนการวิจัย.....	26
3.4.1 การจัดเตรียมข้อมูล	26
3.4.2 กระบวนการทำวิจัย.....	26
3.5 ผลการศึกษาและการอภิปรายผล.....	29
3.5.1 การผันแปรของปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครราชสีมา	29
3.5.2 การผันแปรของค่า SPI รายเดือนตามเวลา	36
3.5.3 การผันแปรของระดับความแห้งแล้งเชิงพื้นที่	47
3.6 สรุปผลการศึกษา.....	58
3.7 รายงานอ้างอิง.....	59
4 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง.....	62
4.1 บทคัดย่อ.....	62
4.2 บทนำ	63
4.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	67
4.4 ข้อมูลและกระบวนการวิจัย.....	67
4.4.1 กระบวนการศึกษา	67
4.4.2 การจัดทำแผนที่ชั้นข้อมูล.....	67
4.4.3 การจัดทำแผนที่ความเสี่ยง	76
4.5 ผลการศึกษาและการอภิปรายผล.....	78
4.5.1 แผนที่ความเสี่ยงอิงตามปัจจัยทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ	78
4.5.2 แผนที่ความเสี่ยงอิงตามปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และทางกายภาพ.....	79

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5.3 แผนที่ภัยแล้งซ้ำซาก.....	89
4.5.4 แผนที่ความเสี่ยงและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน	94
4.6 สรุปผลการศึกษา.....	96
4.7 รายการอ้างอิง.....	97
5 การวิเคราะห์ผลกระทบของภัยแล้งต่อการเพาะปลูกภาคเกษตร	99
5.1 บทคัดย่อ.....	99
5.2 บทนำ	100
5.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	106
5.4 ข้อมูลและกระบวนการวิจัย.....	106
5.4.1 การจัดทำแผนที่ SPI	106
5.4.2 การจัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม.....	106
5.4.3 กระบวนการวิจัย	108
5.5 ผลการศึกษาและการอภิปรายผล.....	109
5.5.1 การผันแปรของระดับความแห้งแล้งรายเดือน พ.ศ. 2547	109
5.5.2 การผันแปรของพื้นที่เพาะปลูกระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)	116
5.5.3 การผันแปรของดัชนี NDVI และ NDWI ระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)	121
5.5.4 ความสัมพันธ์ของแผนที่ความแห้งแล้งกับพื้นที่เพาะปลูกดัชนี NDVI และ ดัชนี NDWI.....	130
5.5.5 ความสัมพันธ์ของการผันแปรการใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย ข้าว และ มันสำปะหลัง) กับ ดัชนี SPI แบบ 3, 6 และ 12 เดือน ช่วงปี พ.ศ. 2547	133
5.5.6 ความสัมพันธ์ของการผันแปรการใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย ข้าว และ มันสำปะหลัง) กับ การผันแปรของค่าดัชนี Δ NDVI และ Δ NDWI.....	135
5.5.7 ความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3, 6 และ 12 เดือน ช่วงปี พ.ศ. 2547 กับ การผันแปรของค่าดัชนี Δ NDVI และ Δ NDWI.....	136
5.6 สรุปผลการศึกษา.....	140

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.7 รายการอ้างอิง.....	141
6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	144
6.1 การวิเคราะห์ระดับภัยแล้งอิงตามดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)	144
6.2 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง.....	145
6.3 ผลกระทบของภัยแล้งต่อการเพาะปลูกภาคเกษตร	146
6.4 ข้อเสนอแนะ	147
ภาคผนวก.....	148
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ภัยแล้งอิงตามปริมาณน้ำฝน.....	149
ภาคผนวก ข บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างการศึกษา	157
ประวัติผู้เขียน	159

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ได้ไค้งปกติที่มีค่าตรงกับค่า Z.....	9
2.2 ตารางแสดงเกณฑ์ดัชนี Decile บอกระดับปริมาณน้ำฝนหรือสภาวะ ความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้น	10
2.3 แสดงเกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงตามดัชนี SPI.....	12
3.1 ผลการวิเคราะห์สภาพความแห้งแล้งและชุ่มชื้นรายปีโดยใช้ดัชนี Decile และ SPI-12M .	32
3.2 ข้อมูลการผันแปรของค่าน้ำฝนเทียบกับค่าเฉลี่ยจังหวัด ตามแผนที่เดิไซล์ในภาพที่ 3.9 ...	41
3.3 สัดส่วนจำนวนเดือนตามระดับความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นอิงตาม ดัชนี SPI แบบ 3 6 และ 12 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548.....	41
3.4 การผันแปรของค่า SPI ระยะ 3 และ 6 เดือน ช่วงฤดูเพาะปลูก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548	44
3.5 ค่าดัชนีขนาดภัยแล้งของเหตุการณ์ที่พบจากค่า SPI ระยะ 12 เดือน.....	45
3.6 ค่าดัชนีขนาดภัยแล้ง (DMI) รายปีเปรียบเทียบระหว่างค่า SPI สามแบบ	46
3.7 สัดส่วนพื้นที่ที่แห้งแล้งปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-3M (July) ในภาพที่ 3.14.....	52
3.8 สัดส่วนพื้นที่ที่แห้งแล้งปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-3M (October) ในภาพที่ 3.15	52
3.9 สัดส่วนพื้นที่ที่แห้งแล้งปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-6M (October) ในภาพที่ 3.16	53
3.10 สัดส่วนพื้นที่ที่แห้งแล้งปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-12M (December) ในภาพที่ 3.17	53
4.1 รายละเอียดพื้นฐานของตัวแปรที่เลือกใช้ในการศึกษา.....	69
4.2 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามระยะห่างจากขอบเขตพื้นที่ชลประทาน.....	71
4.3 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามปริมาณน้ำใต้ดิน	72
4.4 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามอัตราการระบายน้ำของดิน.....	73
4.5 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามระดับความลาดชันของพื้นที่.....	74
4.6 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามประเภทของ LULC ในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น).....	75
4.7 ข้อมูลค่าถ่วงน้ำหนักแบบปกติของปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในสมการที่ 4.1	77
4.8 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมาอิงตามปัจจัยทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ ...	79
4.9 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.7 [สำหรับ SPI-3M (July)]	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.8 [สำหรับ SPI-3M (October)].....	86
4.11 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.9 [สำหรับ SPI-6M (October)].....	87
4.12 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.10 [สำหรับ SPI-12M (December)]	88
4.13 แสดงพื้นที่ที่เกิดภัยแล้งซ้ำซากในแต่ละระดับความเสี่ยง ของแต่ละช่วงเวลาดัชนี SPI	89
4.14 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งของอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา อิงตามข้อมูลที่พบใน แผนที่ความเสี่ยงในภาพที่ 4.16.....	94
5.1 ตารางความคลาดเคลื่อน (Error matrix) ของการจำแนก LULC ปี พ.ศ. 2547	107
5.2 พื้นที่ประสพภัยแล้งแยกตามระดับความรุนแรงของ SPI-3M ในปี พ.ศ. 2547	114
5.3 พื้นที่ประสพภัยแล้งแยกตามระดับความรุนแรงของ SPI-6M ในปี พ.ศ. 2547	114
5.4 การผันแปรเชิงพื้นที่ของ LULC ในอำเภอครบุรีเปรียบเทียบระหว่าง ปีห่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547) จำนวน 8 กลุ่มข้อมูล.....	119
5.5 การผันแปรของประเภท LULC ระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ 2547 (LULC Change Matrix) 120	
5.6 พื้นที่เพาะปลูก ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง เป็นรายตำบลของอำเภอครบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีห่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)	120
5.7 ข้อมูลสัดส่วนพื้นที่แยกตามระดับของดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547	122
5.8 สัดส่วนพื้นที่แยกตามระดับการผันแปรของค่า NDVI อิงตามช่วงของค่า SD	123
5.9 ข้อมูลสัดส่วนพื้นที่แยกตามระดับของดัชนี NDWI ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547	125
5.10 สัดส่วนพื้นที่แยกตามระดับการผันแปรของค่า NDWI อิงตามช่วงของค่า SD	126
5.11 การผันแปรของค่าดัชนี Δ NDVI และ Δ NDWI เฉลี่ยของปีห่มชื้น (2543).....	127
5.12 สัดส่วนของพื้นที่เพาะปลูก ดัชนี NDVI และ ดัชนี NDWI ในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547แยกตามระดับความแห้งแล้งบนแผนที่ SPI-6M (October) ของปี พ.ศ. 2547	130
5.13 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้ง หรือห่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม).....	133

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.14 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้งหรือ ชุ่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม)	133
5.15 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้ง หรือชุ่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 6 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม)	134
5.16 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้ง หรือชุ่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 12 เดือน (เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม)	134
5.17 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว) ที่เปลี่ยนแปลง ตามระดับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$	135
5.18 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว) ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDWI$	135
5.19 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$	136
5.20 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$	136
5.21 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 6 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$	137
5.22 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 12 เดือน (เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$	137
5.23 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDWI$	138
5.24 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDWI$	138
5.25 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 6 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDWI$	139
5.26 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 12 เดือน (เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDWI$	139

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	พื้นที่ศึกษาอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา 3
2.1	แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบภัยแล้งทั้ง 4 ประเภท คือ ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม และภัยแล้งเชิงสังคมเศรษฐกิจ 8
2.2	ตัวอย่างของแผนที่ความแห้งแล้งในประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างเดือนตุลาคม ถึงธันวาคม ปี ค.ศ. 2004 โดยใช้ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)..... 12
2.3	ตัวอย่างแผนที่แสดงระดับความแห้งแล้งสะสมในประเทศสหรัฐอเมริกา ในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ.2004 โดยใช้ดัชนีความแห้งแล้งระยะยาวของปาล์มเมอร์ (PDSI) 14
3.1	แผนที่ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ใช้ทั้งหมดจำนวน 74 สถานี พื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดโดยรอบ (ตารางที่ ก-2 ในภาคผนวก ก) 27
3.2	ผังการทำงานรวม 28
3.3	กราฟการกระจายตัวของค่าน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดนครราชสีมา เป็นแบบระฆังคู่ ช่วงเวลา 31 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 ถึง พ.ศ. 2548 29
3.4	กราฟการผันแปรของค่าน้ำฝนรายปีในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ.2518-2548.... 31
3.5	กราฟแท่งแสดงการผันแปรของค่าน้ำฝนรายปีจากค่าเฉลี่ยระยะยาว (1063.4 มิลลิเมตร) ของจังหวัดนครราชสีมาโดยปีที่มีค่าน้ำฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก เช่น ปี พ.ศ. 2539 หรือ 2543 จัดว่าเป็นปีชุ่มชื้น ส่วนปีที่มีค่าต่ำกว่ามาก เช่น ปี พ.ศ. 2522 2524 หรือ 2535 จัดว่าเป็นปีแห้งแล้ง..... 31
3.6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเดซิส์รายปีและดัชนี SPI-12M (December) 33
3.7	กราฟความสัมพันธ์ของน้ำท่ารายปี (สถานี M145 และ M43A) และดัชนี SPI-12M (December) (a) กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบ 3 แกน ระหว่าง ปริมาณน้ำท่ารายปี ดัชนี SPI และช่วงปี (b) กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบ เชิงเส้นระหว่าง ปริมาณน้ำท่ารายปี กับ ดัชนี SPI..... 34
3.8	แผนที่การกระจายตัวของค่าน้ำฝนเฉลี่ยระยะยาวระดับจังหวัด (rainfall map) 35
3.9	แผนที่การผันแปรของปริมาณน้ำฝนจากค่าเฉลี่ย (rainfall anomaly map) แสดงในรูปของแผนที่ดัชนี Decile (ดูข้อมูลในตารางที่ 3.2 ประกอบ)..... 36

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.10 การผันแปรของค่าดัชนี SPI แบบ 3 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548.....	38
3.11 การผันแปรของค่าดัชนี SPI แบบ 6 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548.....	39
3.12 การผันแปรของค่าดัชนี SPI แบบ 12 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548.....	40
3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPI แบบ 12 เดือนกับดัชนี Southern Oscillation Index	43
3.14 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามค่า SPI-3M (July) ซึ่งบ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมระหว่างเดือนพฤษภาคม และกรกฎาคมของแต่ละปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกัน ในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548)	48
3.15 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-3M (October) ซึ่งบ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมในระหว่างเดือนสิงหาคมและ ตุลาคมของแต่ละปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกันในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548).....	49
3.16 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-6M (October) ซึ่งบ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมในระหว่างเดือนพฤษภาคมและ ตุลาคมของแต่ละปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกันในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548).....	50
3.17 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-12M (December) ซึ่งบ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมระหว่างเดือนมกราคมและธันวาคม ของแต่ละปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกันในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548) ...	51
3.18 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-3M (July)	54
3.19 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-3M (October)	55
3.20 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-6M (October)	55
3.21 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-12M (December).....	57

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1	ผังการทำงาน โดยรวม 68
4.2	แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามระยะห่างจากขอบเขตพื้นที่ชลประทาน ทุกระยะ 2 กิโลเมตร ... 71
4.3	แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามปริมาณน้ำใต้ดิน (คู่มือในตารางที่ 4.3 ประกอบ)..... 72
4.4	แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามอัตราการระเหยน้ำของดิน (คู่มือในตารางที่ 4.4 ประกอบ) .. 73
4.5	แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามระดับความลาดชันของพื้นที่ (คู่มือในตาราง 4.5 ประกอบ).. 74
4.6	แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอำเภอครบุรี อิงตามประเภทของ LULC (คู่มือในตาราง 4.6 ประกอบ) 75
4.7	แผนที่ความเสี่ยงต่อภัยแล้ง อิงตามปัจจัยทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ (ภาพที่ 4.2-4.4) 78
4.8	แผนที่ความเสี่ยงต่อภัยแล้งของปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามดัชนี SPI-3M (July) และตัวแปรทางอุทกวิทยา (ภาพที่ 4.2 และ 4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4 และ 4.5).... 81
4.9	แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามดัชนี SPI-3M (October) ตัวแปรทางอุทกวิทยา (ภาพที่ 4.2 และ 4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4 และ 4.5)..... 82
4.10	แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามดัชนี SPI-6M (October) ตัวแปรทางอุทกวิทยา (ภาพที่ 4.2 และ 4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4 และ 4.5)..... 83
4.11	แผนที่เสี่ยงภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-12M (December) และตัวแปรทางอุทกวิทยา (ภาพที่ 4.2-4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4-4.5)..... 84
4.12	แสดงแผนที่ภัยแล้งที่เกิดขึ้นซ้ำซาก จากดัชนี SPI แบบ 3 เดือน ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548 90
4.13	แสดงแผนที่ภัยแล้งที่เกิดขึ้นซ้ำซาก จากดัชนี SPI แบบ 3 เดือน ช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548 91
4.14	แสดงแผนที่ภัยแล้งที่เกิดขึ้นซ้ำซาก จากดัชนี SPI แบบ 6 เดือน ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548 92
4.15	แสดงแผนที่ภัยแล้งที่เกิดขึ้นซ้ำซาก จากดัชนี SPI แบบ 12 เดือน ช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548 93
4.16	แผนที่เสี่ยงภัยแล้งตามประเภทของดัชนี SPI ในปี พ.ศ. 2547 ร่วมกับ LULC ของปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) โดยที่ (a) SPI-3M (October) (b) SPI-6M (October) และ (c) SPI-12M (December) 95

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.1 ตัวอย่างกราฟการสะท้อนรังสีของต้นโอ๊ก (Oak tree) ช่วงแสงขาวและอินฟราเรดสะท้อน เมื่อมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในต้นโอ๊ก (relative water content: RWC) ผันแปรไป จากประมาณ 10% เป็น 50%	105
5.2 ผังการทำงานโดยรวม	108
5.3 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2543 อิงตามค่า SPI-3M	110
5.4 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2547 อิงตามค่า SPI-3M	111
5.5 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2543 อิงตามค่า SPI-6M	112
5.6 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2547 อิงตามค่า SPI-6M	113
5.7 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) และ 2547 (ปีแห้งแล้ง) อิงตามค่า SPI-3M เดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม และ SPI-6M เดือนตุลาคม	115
5.8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC map) ของอำเภอครบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)	117
5.9 แผนที่เพาะปลูกของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของอำเภอครบุรี คือ ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง เปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547).....	118
5.10 การผันแปรเชิงพื้นที่ตามประเภท LULC ระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 (จากตารางที่ 5.3)	119
5.11 แผนที่ NDVI ของอำเภอครบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)	122
5.12 แผนที่ผลต่างดัชนี NDVI (Δ NDVI) ของอำเภอครบุรี คัดเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547).....	123
5.13 แผนที่ NDWI ของอำเภอครบุรีเปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)	125
5.14 แผนที่ดัชนีผลต่าง NDWI (Δ NDWI) ของอำเภอครบุรี คัดเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547).....	126
5.15 การผันแปรของค่า NDVI และ NDWI เฉลี่ย แยกตามประเภทของ LULC ระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547).....	127

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.16 ความสัมพันธ์ของค่า NDVI และ NDWI และค่า Δ NDVI และ Δ NDWI เฉลี่ยของปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547).....	129
5.17 แผนที่ภัยแล้งรายเดือนของอำเภอศรีนครินทร์อิงตามดัชนี SPI-6M ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2547	131
5.18 การซ้อนทับระหว่างแผนที่ภัยแล้งเดือนตุลาคมของอำเภอศรีนครินทร์ ในปี พ.ศ. 2547 กับแผนที่ LULC ในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547	132

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Δ NDVI	=	ดัชนีผลต่าง NDVI
Δ NDWI	=	ดัชนีผลต่าง NDWI
B	=	พื้นที่ดิน โลง
CMI	=	Crop Moisture Index
CV	=	มันสำปะหลัง
Dec	=	December
DMI	=	Drought Magnitude Index
F	=	ป่าไม้
LST	=	Land Surface Temperature
M	=	พื้นที่อื่นๆ
MI	=	Moisture Index
NDVI	=	Normalized Difference Vegetation Index
NDWI	=	Normalized Difference Water Index
Oct	=	October
PDSI	=	Palmer Drought Severity Index
PF	=	ข้าว
SC	=	อ้อย
SD	=	Standard Deviation
SPI	=	Standardized Precipitation Index
SPI-12M	=	SPI แบบ 12 เดือน
SPI-3M	=	SPI แบบ 3 เดือน
SPI-6M	=	SPI แบบ 6 เดือน
TCI	=	Temperature Condition Index
U	=	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
VCI	=	Vegetation Condition Index
W	=	แหล่งน้ำ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

WLC	=	Weighted Linear Combination
SWI	=	Standardized Water-level Index
ตร.กม.	=	ตารางกิโลเมตร
เปอร์เซ็นต์	=	สัดส่วนการผันแปรเมื่อเทียบระหว่างปริมาณของตัวแปรเดียวกัน ในสองช่วงเวลา
ร้อยละ	=	สัดส่วนเมื่อเทียบจากปริมาณหนึ่งร้อยละ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความแห้งแล้งถือเป็นภัยธรรมชาติที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งมักเกิดขึ้นเป็นประจำในทุกภูมิภาคของประเทศ และส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของผู้คนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะต่อระบบการเพาะปลูกพืชประจำปี และต่อปริมาณน้ำที่จำเป็นสำหรับการอุปโภคบริโภค ตัวอย่างเช่น รายงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ระบุว่าสถานการณ์ภัยแล้งรุนแรงที่เกิดขึ้นในช่วงปลายปี พ.ศ. 2547 ต่อเนื่องมาถึงปี พ.ศ. 2548 ครอบคลุม 63 จังหวัดของประเทศไทย ได้ส่งผลทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงประมาณร้อยละ 16.6 จากระยะเดียวกันของปี พ.ศ. 2547 โดยพืชที่ได้รับผลกระทบมากคือ อ้อยโรงงาน ข้าว มันสำปะหลัง และไม้ผล นอกจากนี้ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่จำนวน 30 อ่างของประเทศ ในช่วงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2547 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณลดลงมากกว่าร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของ ปี พ.ศ. 2546 ต่อเนื่องมาถึงปี พ.ศ. 2547

ด้วยเหตุนี้ การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของภัยแล้งที่เกิดขึ้นในประเทศไทย จึงนับเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อประโยชน์ในการเตือนภัยล่วงหน้าต่อผู้เกี่ยวข้อง รวมถึงการวางแผนแก้ไขปัญหามักเกิดขึ้นตามมาจากปัญหาดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การศึกษาเรื่องภัยแล้งที่ผ่านมาจะเน้นไปที่การศึกษาในระดับภูมิภาคหรือระดับประเทศ โดยการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ปรากฏของแต่ละพื้นที่ในภาพรวม หรือมุ่งวิเคราะห์ไปถึงผลกระทบของปัญหาภัยแล้งที่เคยเกิดขึ้นเป็นกรณีๆ ไป แต่การศึกษานี้ศึกษาภัยแล้งอย่างต่อเนื่องในระดับจังหวัดยังมีอยู่น้อยมาก ทั้งเชิงเวลาและเชิงสถานที่ ทำให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะและผลกระทบของปัญหานี้ในระดับจังหวัดของประเทศ ยังคงมีอยู่อย่างจำกัดมาก ทั้งๆ ที่ข้อมูลเหล่านี้ถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนแก้ไขปัญหในระดับท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุนี้ การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์คุณลักษณะของปัญหาความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในระดับจังหวัด พื้นที่ศึกษาคือ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา โดยการนำเอาดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) มาประยุกต์สำหรับการกำหนดรูปแบบและระดับความรุนแรงของปัญหาความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว ในช่วงปี พ.ศ. 2518-2548 ทั้งเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ และนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics technology) เช่น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) มาใช้ในการวิเคราะห์

ผลกระทบของปัญหาความแห้งแล้งที่มีต่อการเพาะปลูกในภาคเกษตรของอำเภอครบุรี โดยการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปีชุ่มชื้น (พ.ศ. 2543) และปีแห้งแล้ง (พ.ศ. 2547) เพื่อศึกษาความแตกต่างของพื้นที่เพาะปลูกและระดับความสมบูรณ์ของพืชที่พบในพื้นที่ในช่วงปีดังกล่าว นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังนำเสนอแนวทางในการสร้างแผนที่เสี่ยงความแห้งแล้งแบบใหม่ อิงตามค่าดัชนี SPI เชิงพื้นที่ของจังหวัดรายปี

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ภัยแล้งที่เกิดในจังหวัดนครราชสีมา ทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลา โดยใช้ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากปัญหาภัยแล้ง ต่อการเพาะปลูกพืชพรรณในภาคเกษตรของอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา

1.2.3 เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา อิงตามข้อมูลค่า SPI รายปี และปัจจัยสนับสนุนที่เลือกมา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

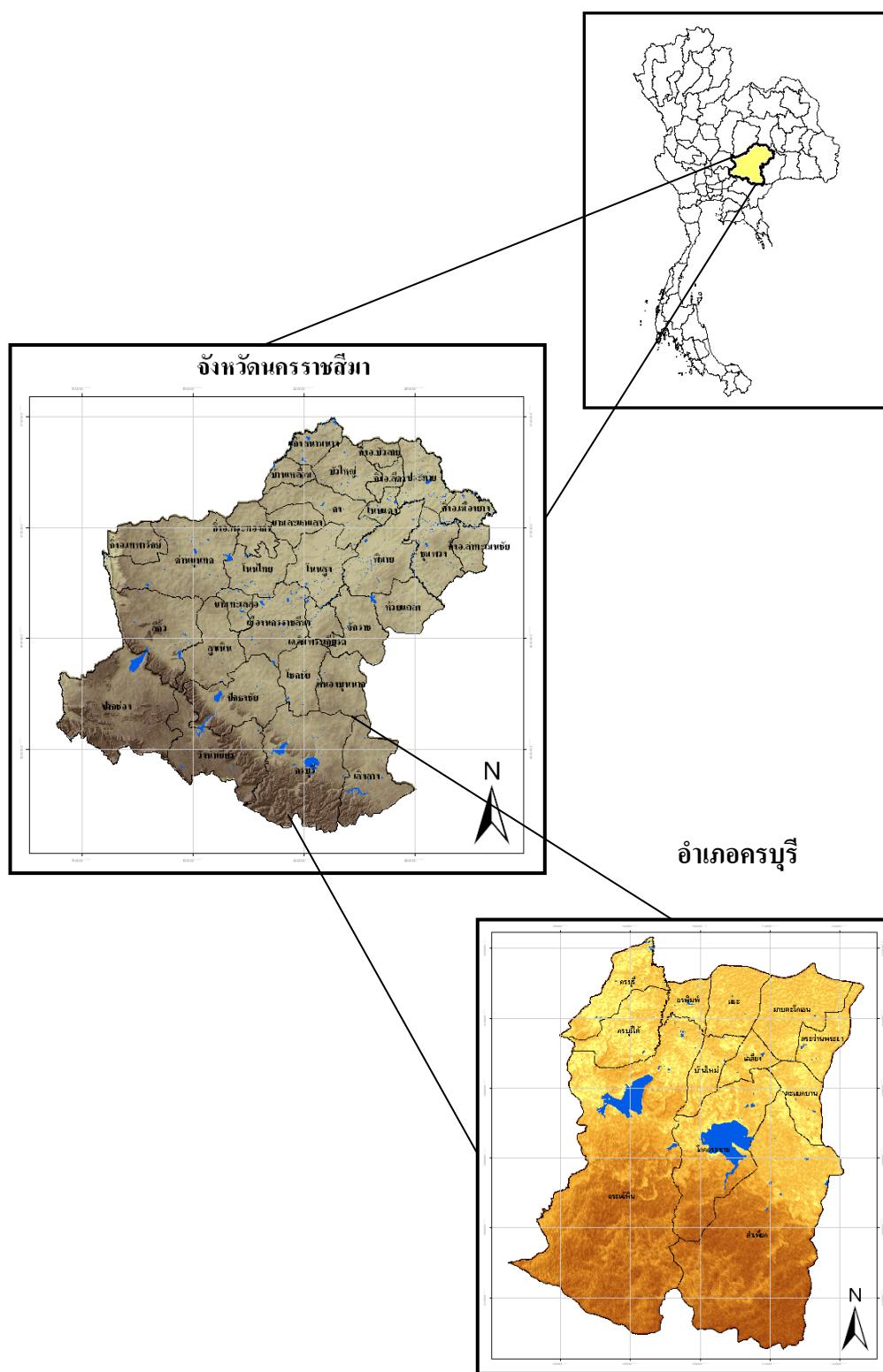
ที่ตั้ง

จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ประมาณ 20,784.46 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 12,990,287.50 ไร่ แบ่งการปกครองออกเป็น 26 อำเภอ 6 กิ่งอำเภอ 287 ตำบล โดยอำเภอที่มีพื้นที่มากที่สุดคือ อำเภอครบุรี คิดเป็นร้อยละ 9.12 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด รองลงมาคือ อำเภอปากช่อง และอำเภอด่านขุนทด มีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 9.06 และ 6.95 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด ตามลำดับ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2547)

อาณาเขต

จังหวัดนครราชสีมามีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ข้างเคียง ดังนี้ (ภาพที่ 1.1)

ทิศเหนือ	จังหวัดชัยภูมิและจังหวัดขอนแก่น
ทิศตะวันออก	จังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดขอนแก่น
ทิศใต้	จังหวัดนครนายก จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดสระแก้ว
ทิศตะวันตก	จังหวัดชัยภูมิและจังหวัดลพบุรี



ภาพที่ 1.1 พื้นที่ศึกษาอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา

สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ (Topography) โดยทั่วไปของจังหวัดมีลักษณะตั้งแต่ราบเรียบจนถึงเป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชัน 0-35 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่ราบหรือเกือบราบเรียบจะพบตั้งแต่บริเวณตอนกลางของจังหวัดก่อนไปทางทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดไปจนถึงลูกคลื่นลอนชัน จะอยู่ทางทิศใต้และทิศตะวันตกของจังหวัด ส่วนบริเวณที่เป็นเนินเขาและเป็นภูเขาจะอยู่ถัดจากบริเวณที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดและลอนชันออกไป

สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดนครราชสีมาตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นสลับแล้ง (Wet and Dry Climate: Aw) ของโลกหรือแบบสะวันนา (Savanna) มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงกว่า 18 °C และมีช่วงฤดูฝนกับช่วงฤดูแล้งแตกต่างกันชัดเจน มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 27.0 ถึง 30.3 °C อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 8.3 ถึง 16.5 °C และสูงสุดในช่วง 37.8 - 42.2 °C (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2546)

รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2543 พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ประมาณ 16,035.57 ตารางกิโลเมตร (10,022,231.25 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 77.15 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สำหรับปลูกข้าว ประมาณ 7,696.35 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,810,218.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 37.03 ของพื้นที่จังหวัด รองลงมา คือ พื้นที่ป่าไม้ มีเนื้อที่รวมประมาณ 3,535.27 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,209,543.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.01 ของพื้นที่จังหวัด (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2547)

1.3.2 ขอบเขตการศึกษา

1.3.2.1 ศึกษาผลกระทบของภัยแล้งที่มีต่อภาคเกษตรของจังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2547 โดยเน้นที่พืชเศรษฐกิจ 3 ชนิดในพื้นที่อำเภอครบุรี ได้แก่ อ้อย ข้าว และมันสำปะหลัง

1.3.2.2 ศึกษาการผันแปรของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภัยแล้งในภาคเกษตร เพื่อนำข้อมูลไปสร้างเป็นแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งที่เหมาะสมต่อไป โดยตัวแปรดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลน้ำฝน (2) ตัวแปรเชิงอุทกวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำใต้ดิน และปริมาณน้ำบนผิวดิน (3) ตัวแปรเชิงกายภาพ ได้แก่ อัตราการระบายน้ำของดินและความลาดเอียงของพื้นที่

1.3.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ช่วงแสงขาวและอินฟราเรดใกล้ (VIS/NIR) สำหรับจำแนกรูปแบบการใช้ประโยชน์ดินและศึกษาความสมบูรณ์ของพืชพรรณ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ข้อมูลการผันแปรของระดับความแห้งแล้งรายเดือน อิงตามดัชนี SPI ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548 และแผนที่ความแห้งแล้ง (Drought map) รายปีของจังหวัด

1.4.2 ข้อมูลการผันแปรของพื้นที่เพาะปลูกระหว่างปีชุ่มชื้น (พ.ศ. 2543) และปีแห้งแล้ง (2547) และการผันแปรของดัชนี NDVI และ NDWI ในรูปแผนที่

1.4.3 แผนที่เสี่ยงภัยแล้งของจังหวัดรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามค่า SPI ที่เลือก

1.4.4 ความรู้ความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้นเกี่ยวกับคุณลักษณะและผลกระทบของปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นในจังหวัดนครราชสีมาในช่วงเวลาที่กำหนด

1.5 รายการอ้างอิง

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2547). โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ จังหวัด ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครราชสีมา. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2546). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการออกแบบระบบและพัฒนาฐานข้อมูลการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นเพื่อการบริหารระบบฐานข้อมูลทางทรัพยากรธรรมชาติและโครงสร้างพื้นฐาน (Resource Mapping) จังหวัดนครราชสีมา. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

บทที่ 2

ปรัทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามและรูปแบบของภัยแล้ง

2.1.1 นิยามภัยแล้ง

ในการศึกษาเกี่ยวกับภัยแล้ง นักวิจัยได้กำหนดหรือให้คำนิยามไว้หลายรูปแบบ อาทิ ยุทธชัย อนุรักษดิพันธ์ และสรรรถฤษฎ์ เรียร โพรธีภักดิ์ (2546) นิยาม ภัยแล้ง (Drought) หมายถึง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นเมื่อปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าเกณฑ์ปกติที่เคยมีอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้ความสมดุลทางอุทกวิทยาสูญเสียซึ่งส่งผลเสียต่อระบบการผลิตของทรัพยากรดิน กัลยาณี สุวรรณประเสริฐ (2548) กล่าวว่า ภัยแล้ง เป็นภัยธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาซึ่งอากาศแห้งผิดปกติหรือขาดฝน ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำใช้ และถ้ามีความรุนแรงอาจทำให้พืชผล ตลอดจนสิ่งมีชีวิตต่างๆ เสียหาย ความรุนแรงของความแห้งแล้งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสภาวะฝนแล้งหรือความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ ซึ่งเกิดจากการมีฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกตามฤดูกาล สีใส ยี่สุนแสง (2547) กล่าวว่า ภัยแล้ง หมายถึง ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้งและส่งผลกระทบต่อชุมชน สมพิศ นิธิยานันท์ (2546) กล่าวว่า ภัยแล้ง หมายถึง ภาวะชั่วคราวทางพื้นที่ที่มีฝนตกน้อยกว่าปกติหรือไม่ตกต้องตามฤดูกาล ทำให้แหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และความชื้นในดิน มีปริมาณน้อยกว่าปกติจนถึงแห้งขาดแคลนน้ำใช้ในการอุปโภคบริโภค และน้ำสำหรับการเกษตร ส่งผลให้พืชพรรณต่างๆ ขาดน้ำหล่อเลี้ยง ขาดความชุ่มชื้น พืชผลไม่เจริญเติบโตให้ผลตามปกติ เกิดความเสียหายและอดอยากขาดแคลนในพื้นที่ที่เกิต้นั้น

2.1.2 ประเภทของภัยแล้ง

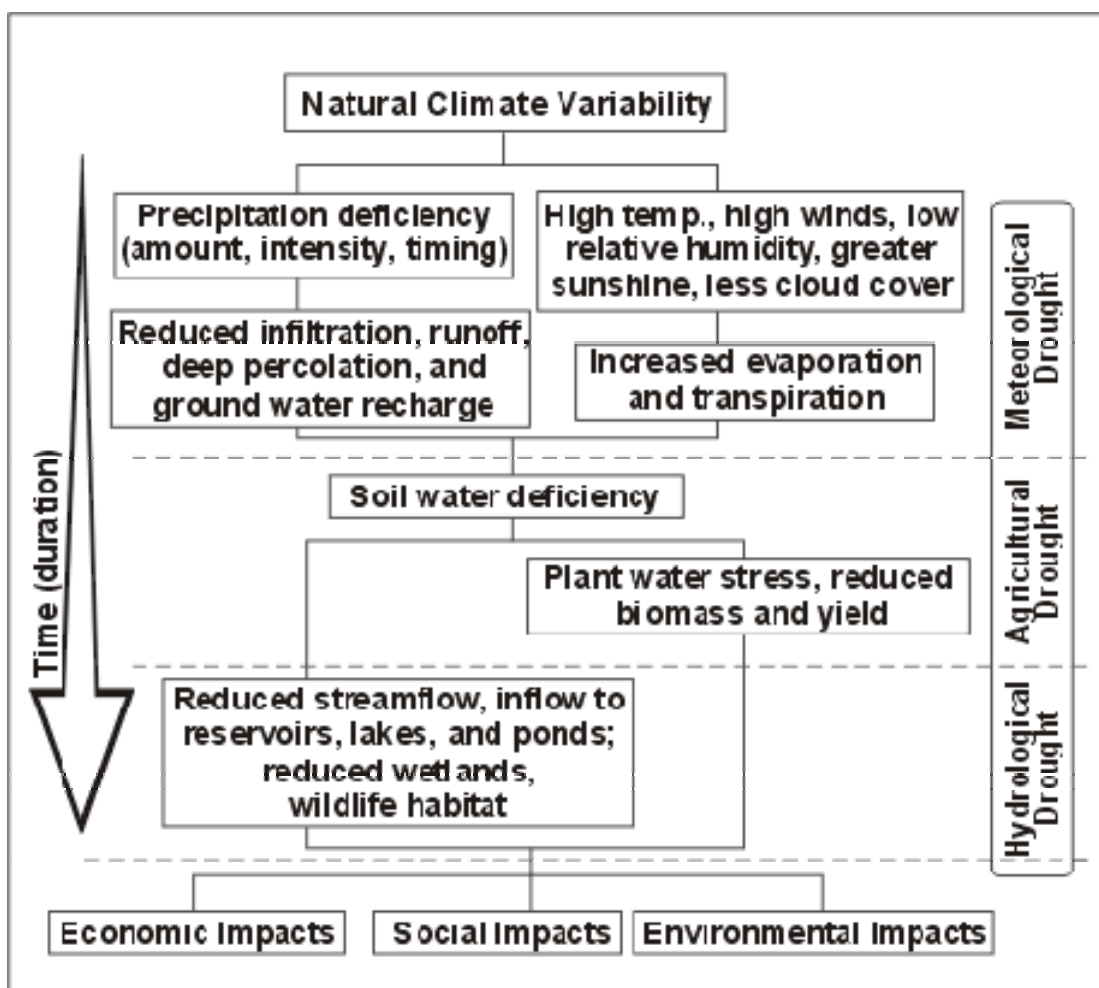
สาเหตุที่ก่อให้เกิดภัยแล้งมีอยู่หลายประการด้วยกัน อาทิ การมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติหรือเรียกว่าฝนแล้ง การกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนไม่ทั่วถึง เกิดฝนทิ้งช่วงยาวนานกว่าปกติ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินต่ำ พื้นที่กักเก็บน้ำไม่เพียงพอ ตลอดจนแหล่งน้ำที่มีอยู่เกิดต้นทุน ทำให้น้ำไหลบ่าลงสู่แม่น้ำสายหลักต่างๆ และไหลลงสู่ทะเล จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ปัญหาของความแห้งแล้งส่งผลกระทบต่อในหลายด้านแตกต่างกันออกไป ขึ้นกับลักษณะพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบว่ามีสาเหตุของการเกิดภัยแล้งมาจากสาเหตุใด โดยลักษณะภัยแล้งอาจจำแนกได้หลายแบบ ดังนี้

1. ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (Meteorological drought) หรือภัยแล้งของสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา
2. ภัยแล้งภาคเกษตรกรรม (Agricultural or vegetative drought) หรือภัยแล้งของดินชั้นบนในไร่นา เป็นสถานะที่พืชขาดน้ำ เนื่องจากมีความชื้นในดินต่ำ
3. ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา (Hydrological drought) หรือภัยแล้งของปริมาณน้ำสำรอง (ทั้งใต้ดินและบนดิน) ที่มีอยู่ในพื้นที่
4. ภัยแล้งเชิงสังคมเศรษฐกิจ (Socioeconomic drought)

โดยภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา มักพิจารณาจากการที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติในพื้นที่ ส่วนภัยแล้งภาคเกษตรกรรม จะพิจารณาจากสถานะการขาดแคลนน้ำใช้เพียงพอในภาคเกษตร ซึ่งมักเกิดจากการที่มีฝนตกน้อยหรือเกิดฝนทิ้งช่วงในช่วงเวลาที่พืชต้องการน้ำมาก หรือการมีอัตราการคายระเหยของน้ำออกไปสู่อากาศมาก (High evapotranspiration) ส่งผลให้ดินในการเพาะปลูกมีความชื้นต่ำกว่าระดับที่ต้องการ (Soil moisture deficit)

สำหรับภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา หมายถึง การมีปริมาณน้ำสะสมอยู่บนผิวดินหรือใต้ดินต่ำกว่าระดับที่ต้องการใช้ (Shortfall on surface or subsurface water supply) ซึ่งมักเกิดมาจากการมีปริมาณฝนน้อย ทำให้เกิดมีน้ำสะสมน้อยตามไปด้วย ซึ่งจะเห็นผลได้ชัดหลังช่วงฝนตกผ่านไปแล้วระยะหนึ่ง (Lag time) และโดยทั่วไปจะไม่มีผลกระทบต่อภาคเกษตรมาก ยกเว้นแต่เป็นพื้นที่เกษตรที่อยู่ในเขตชลประทาน (Irrigated area)

ส่วนภัยแล้งเชิงสังคมเศรษฐกิจ มักเกี่ยวข้องกับเรื่องการลดลงของผลผลิตหรือสินค้าเชิงเศรษฐกิจอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น พืชไร่ ราคาผลผลิต รวมไปถึงผลกระทบทางสังคม เช่น การอพยพย้ายถิ่นฐานของประชากรในเขตพื้นที่แห้งแล้ง และการเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติด้วย โดยความสัมพันธ์ของปัญหาความแห้งแล้งทั้ง 4 แบบดังกล่าว จะเป็นดังที่เห็นในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบภัยแล้งทั้ง 4 ประเภท คือ ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม และภัยแล้งเชิงสังคมเศรษฐกิจ

ที่มา: กัลยาณี สุวรรณประเสริฐ (2548)

2.2 ดัชนีภัยแล้ง

ภัยแล้ง เป็นภัยธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งโดยตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (ชลาสัย แจ่มผล, 2547) Ji and Peters (2003) กล่าวว่า ลักษณะของการเกิดภัยแล้ง ที่ยากต่อการตรวจวัดและเฝ้าระวังมี 3 สาเหตุ คือ (1) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ (Rabab, 2004) มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่ไม่ชัดเจน (2) ไม่มีนิยามหรือความหมายที่ชัดเจนและเป็นสากล และ (3) ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่มีโครงสร้างและขอบเขตที่แน่นอน (Bhuiyan, 2004) จึงได้มีการสร้างดัชนีที่ใช้ในการศึกษาความแห้งแล้ง เรียกว่า ดัชนีภัยแล้ง โดยความสำคัญของดัชนีภัยแล้ง คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ความผิดปกติหรือความเปลี่ยนแปลง

ของสภาพอากาศ ในรูปแบบของความรุนแรง (Intensity) ระยะเวลา (Duration) และขอบเขตเชิงพื้นที่ (Spatial extent) ได้ (Ji and Peters, 2003)

การศึกษาก্ষัยแล้งมีวิธีการและขั้นตอนในการศึกษาหลายวิธีการ โดยการพิจารณาจากตัวแปรที่บ่งบอกถึงสภาวะของความแห้งแล้ง และข้อมูลที่นำมาใช้ในดัชนีแล้ง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. ดัชนีที่อิงตามปริมาณน้ำฝน
2. ดัชนีที่อิงตามความชื้นในดินและน้ำผิวดิน
3. ดัชนีที่อิงตามความสมบูรณ์ของพืชพรรณ

2.2.1 ดัชนีที่อิงตามปริมาณน้ำฝน

เป็นดัชนีที่ใช้ตัวแปรในการศึกษา คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ที่มีหลายช่วงระยะเวลา เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปี สมพิศ นิธิยานันท์ (2546) กล่าวว่า การวิเคราะห์และประเมินสภาวะฝนแล้ง จะใช้ตัวแปรปริมาณน้ำฝนเพียงตัวแปรเดียว เพราะสามารถบ่งบอกสภาวะฝนได้โดยตรง เป็นต้น การวิเคราะห์ดัชนีที่อิงตามปริมาณน้ำฝนที่นิยมใช้ในการศึกษาความแห้งแล้งมีดังต่อไปนี้ คือ

2.2.1.1 ดัชนีเดไซล์ (Decile range) เป็นวิธีการแบ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีออกเป็น 10 ช่วงเท่าๆ กัน ช่วงละ 10 เปอร์เซนต์ (Decile) ของการแจกแจง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ดังนั้นจำเป็นต้องใช้รากที่สองของข้อมูลปริมาณน้ำฝนซึ่งจะใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติมากกว่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนธรรมดา โดยกำหนดว่า

Decile range 1	คือ	น้อยกว่า 10% ของพื้นที่ได้โค้งปกติ
Decile range 2	คือ	10% - 20% ของพื้นที่ได้โค้งปกติ
Decile range 3	คือ	20% - 30% ของพื้นที่ได้โค้งปกติ
Decile range 4-7	คือ	30% - 70% ของพื้นที่ได้โค้งปกติ
Decile range 8	คือ	70% - 80% ของพื้นที่ได้โค้งปกติ
Decile range 9	คือ	80% - 90% ของพื้นที่ได้โค้งปกติ
Decile range 10	คือ	มากกว่า 90% ของพื้นที่ได้โค้งปกติ

จากนั้นจึงนำรากที่สองของข้อมูล มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วจึงใช้ตารางพื้นที่ได้โค้งปกติดังตารางที่ 2.1 เพื่อคำนวณหาแต่ละเดไซล์ ดังสมการต่อไปนี้ (สมพิศ นิธิยานันท์, 2546; วิรัช มณีสาร, 2530) และได้เกณฑ์ดัชนี Decile ดังตารางที่ 2.2

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S} \quad (2.1)$$

โดยที่ Z คือ ค่าคะแนนมาตรฐาน X คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย และ S คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 2.1 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใต้โค้งปกติที่มีค่าตรงกับค่า Z

เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใต้โค้งปกติ	ค่า Z
10	-1.28
20	-0.84
30	-0.52
40	-0.25
50	0.0
60	0.25
70	0.52
80	0.84
90	1.28

ที่มา: วิรัช มณีสาร (2530)

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ดัชนี Decile บอกระดับปริมาณน้ำฝนหรือสภาวะความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้น

Decile Range	ระดับน้ำฝนเฉลี่ย	ระดับความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้น
10	สูงกว่าปกติมากที่สุด	ชุ่มชื้นสูงมาก
9	สูงกว่าปกติมาก	ชุ่มชื้นสูง
8	สูงกว่าปกติ	ชุ่มชื้นปานกลาง
6-7	ปกติ	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
4-5	ปกติ	แห้งแล้งเล็กน้อย
3	ต่ำกว่าปกติ	แห้งแล้งปานกลาง
2	ต่ำกว่าปกติมาก	แห้งแล้งรุนแรง
1	ต่ำกว่าปกติมากที่สุด	แห้งแล้งรุนแรงมาก

ที่มา: วิรัช มณีสาร (2530)

2.2.1.2 การวิเคราะห์แบบวิธีเปอร์เซ็นต์ของค่าปกติ (Percent of normal) เป็นวิธีการที่นำผลจากการวิเคราะห์เกณฑ์ฝนที่ได้จากดัชนีเดโชล์ จากนั้นหาค่าเปอร์เซ็นต์ฝนของค่าปกติในแต่ละปีของแต่ละสถานี และใช้วิธีเทียบกับค่าเดโชล์ที่มีอยู่แล้ว โดยค่าเดโชล์ปีใดที่เหมือนกันก็ให้นำค่าเปอร์เซ็นต์ฝนของค่าปกติของปีนั้นๆ มาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนปีที่เหมือนกันหรือก็คือ การหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ฝนสูงกว่าค่าปกติของปีที่มีค่าเดโชล์เดียวกัน แล้วคำนวณทุกสถานี จากนั้นจะได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ฝนของค่าปกติของแต่ละสถานี แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของจังหวัดต่อไป โดยมีสมการคำนวณวิธีเปอร์เซ็นต์ฝนของค่าปกติ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของค่าปกติ} = \frac{Xi - \bar{X}}{\bar{X}} \times 100 \quad (2.2)$$

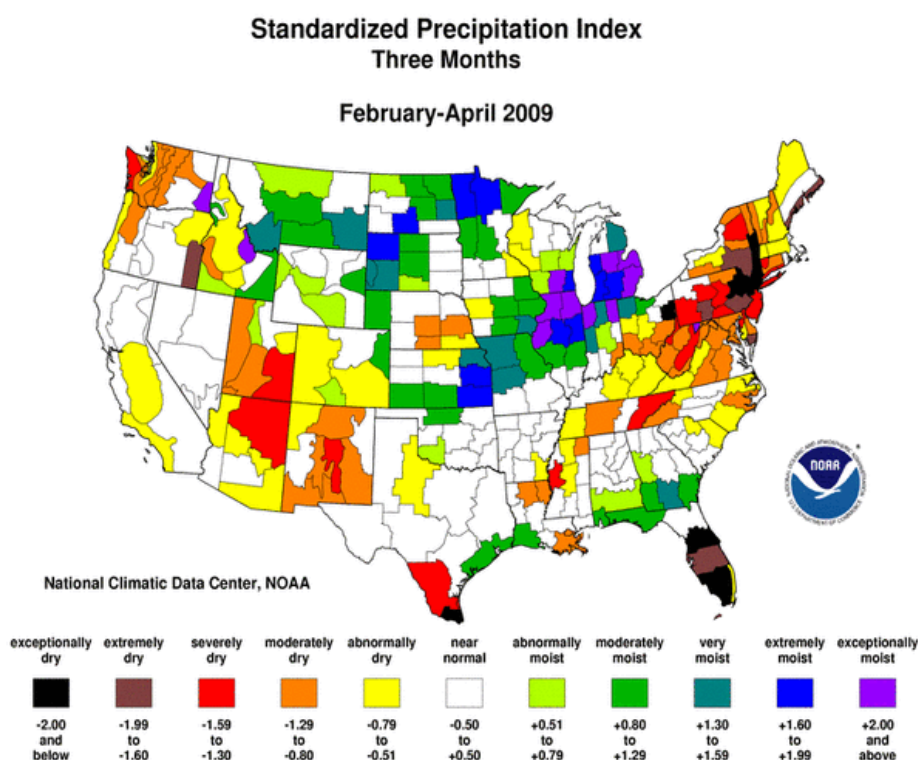
โดยที่ Xi คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝน (วิรัช มณีสาร, 2530)

2.2.1.3 ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI) เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงระดับการผันแปรจากค่าเฉลี่ยทางสถิติของปริมาณน้ำฝนที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษาในแต่ละช่วงเวลา โดยขั้นแรกข้อมูลปริมาณน้ำฝนตามเวลาที่สะสมไว้หลายปี (มักสูงกว่า 10-20 ปีขึ้นไป) จะถูกนำมาพล็อตให้อยู่ในรูปฟังก์ชันการกระจายตัวของความน่าจะเป็นแบบมาตรฐาน จากนั้นข้อมูลน้ำฝนที่ต้องการศึกษา (มักเป็นค่าเฉลี่ยในรอบ 1 เดือนถึง 24 เดือน) จะถูกนำไปเทียบว่าอยู่ที่จุดใดในกราฟที่ได้มา เพื่อที่จะนำระยะห่างในรูปแบบของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) จากค่าศูนย์กลาง มาคำนวณเป็นค่า SPI ต่อไป ซึ่งตามปกติจะอยู่ระหว่าง -2 (แห้งแล้งมาก) ถึง +2 (ชุ่มชื้นมาก) โดยมีเกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงดังตารางที่ 2.3 และดังตัวอย่างในภาพที่ 2.2

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงตามดัชนี SPI

สภาพทั่วไป	ค่า SPI	ความหมาย
ชุ่มชื้น (wet condition)	≥ 2.00	ชุ่มชื้นสูงมาก (extremely wet)
	1.50 ถึง 1.99	ชุ่มชื้นสูง (very wet)
	1.00 ถึง 1.49	ชุ่มชื้นปานกลาง (moderately wet)
	0 ถึง 0.99	ชุ่มชื้นเล็กน้อย (mildly wet)
แห้งแล้ง (dry condition)	0 ถึง -0.99	แห้งแล้งเล็กน้อย (mild drought)
	-1.00 ถึง -1.49	แห้งแล้งปานกลาง (moderate drought)
	-1.50 ถึง -1.99	แห้งแล้งรุนแรง (severe drought)
	≤ -2.00	แห้งแล้งรุนแรงมาก (extreme drought)

ที่มา: คัดแปลงจาก ชลาชัย แจ่มผล (2547)



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างของแผนที่ความแห้งแล้งในประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างเดือนตุลาคมถึง ธันวาคม ปี ค.ศ. 2004 โดยใช้ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)

ที่มา: National Climatic Data Center (2009a)

2.2.2 ดัชนีที่อิงตามความชื้นในดินและน้ำผิวดิน

เป็นดัชนีที่ใช้ตัวแปรในการศึกษาหลายตัวแปร เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน และปริมาณน้ำผิวดิน ซึ่งเป็นดัชนีที่ซับซ้อนมากกว่าดัชนีที่อิงตามปริมาณน้ำฝนที่กล่าวถึงไปแล้ว โดยมีดัชนีที่มีความสำคัญได้แก่

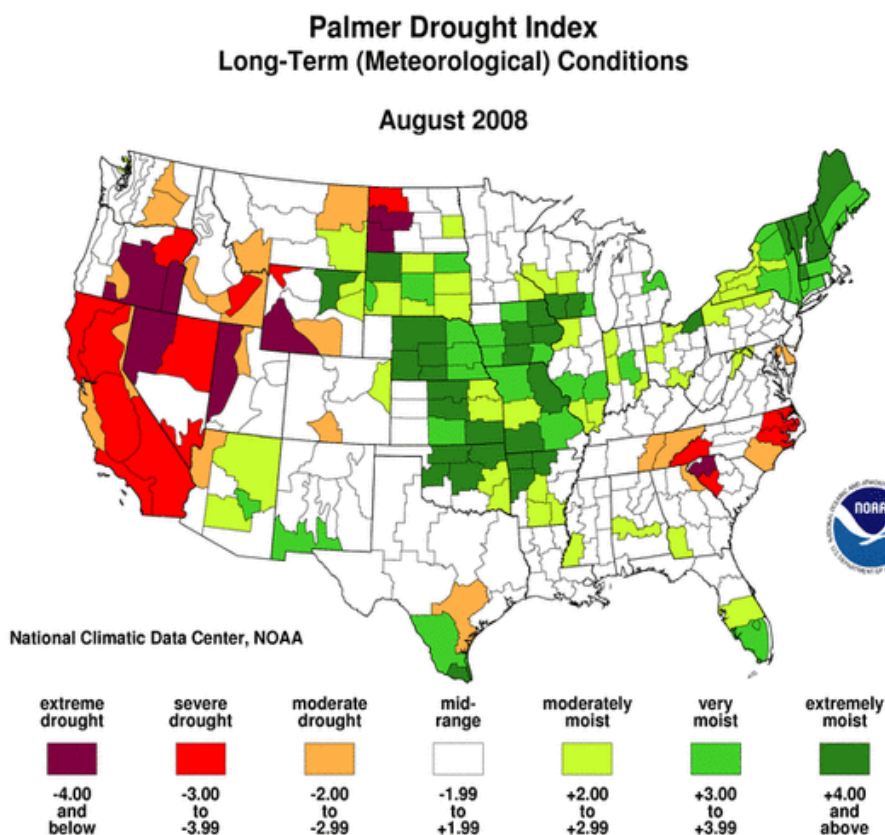
2.2.2.1 ดัชนีภัยแล้งระยะยาวของพาล์มเมอร์ (Palmer Drought Severity Index: PDSI) เป็นดัชนีสำหรับศึกษาปัญหาภัยแล้งในระยะยาว โดยดูจากการผันแปรของความชื้นในดินที่พบสะสมต่อเนื่องรายสัปดาห์หรือรายเดือน โดยตัวแปรสำคัญที่ใช้คือ (1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (2) อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (3) ประเภทและความสามารถในการอุ้มน้ำของดินชั้นบน และ (4) อัตราการคายระเหยของดินและพืชพรรณในพื้นที่ โดยทั่วไป ดัชนีภัยแล้งระยะยาวของพาล์มเมอร์เหมาะที่จะใช้กับพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งไม่มีการแปรปรวนของสภาพอากาศมากในช่วงเวลาอันสั้น เช่น การเกิดฝนตกหนักอย่างผิดปกติในช่วงสั้นๆ จะทำให้ดัชนีไม่เหมาะสำหรับศึกษาการเกิดภัยแล้งในช่วงสั้น เช่น ในรอบ 3-6 เดือน ทั้งนี้ตามปกติ PDSI มักจะมีค่าอยู่ระหว่าง -4 (แห้งแล้งมาก) ถึง +4 (ชุ่มชื้นมาก) (Palmer, 1965; Alley, 1984) ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.3

2.2.2.2 ดัชนีความชื้นพืชไร่ (Crop Moisture Index: CMI) เป็นดัชนีที่จะมีการคำนวณคล้ายกับ PDSI แต่จะเหมาะกับการศึกษาภัยแล้งในช่วงสั้นๆ ได้ดีกว่าค่า PDSI เนื่องจากจะศึกษาการผันแปรของระดับความชื้นในดินได้ละเอียดถึงระดับสัปดาห์ต่อสัปดาห์ จึงเหมาะสำหรับการศึกษาปัญหาภัยแล้งที่เกิดในช่วงฤดูเพาะปลูก โดยดูมาจากผลต่างของความชื้นในดินที่มีอยู่จริง (Moisture available) และระดับความชื้นที่พืชต้องการ (Potential moisture demand) ถ้าค่าที่ต้องการมีมากกว่าค่าที่มีอยู่จริง CMI จะเป็นลบแสดงถึงสถานะแห้งแล้งของพื้นที่ แต่ถ้าค่าที่ต้องการมีต่ำกว่าค่าที่มีอยู่จริง ค่า CMI จะเป็นบวกแสดงถึงภาวะชุ่มชื้นของพื้นที่ โดยค่าที่พบมักจะอยู่ระหว่าง -3 (แห้งแล้งมาก) ถึง +3 (ชุ่มชื้นมาก)

2.2.2.3 ดัชนีความชุ่มชื้น (Moisture Index: MI) เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงระดับความชุ่มชื้นของดินระดับบนอย่างหยาบๆ คิดมาจากสัดส่วนของน้ำฝนที่ได้รับของพื้นที่ (R) เทียบกับอัตราการคายระเหย (Evapotranspiration: ET_o) หรือการสูญเสียน้ำจากพื้นดินและพืชพรรณสู่อากาศเฉลี่ยรายปี (หรือตามฤดูกาล) มีตามสมการดังนี้

$$MI = \frac{R - ET_o}{ET_o} \times 100\% \quad (2.3)$$

โดยค่า MI เป็นได้ทั้งค่าบวก (เขตชุ่มชื้น) และค่าลบ (เขตแห้งแล้ง) โดยถ้าติดลบมาก แสดงว่าระดับความแห้งแล้งจะเกิดขึ้นสูงตามไปด้วย



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแผนที่แสดงระดับความแห้งแล้งสะสมในประเทศสหรัฐอเมริกา ในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ.2004 โดยใช้ดัชนีความแห้งแล้งระยะยาวของปาล์มเมอร์ (PDSI)

ที่มา: National Climatic Data Center (2009a)

2.2.3 ดัชนีที่อิงตามความสมบูรณ์ของพืชพรรณ

เป็นดัชนีที่ใช้ตัวแปรในการศึกษา คือ ความสมบูรณ์ของพืชพรรณใบเขียว ที่สามารถบ่งบอกได้ถึงระดับความแห้งแล้งในพื้นที่ศึกษาได้ โดยมีดัชนีที่สำคัญ ได้แก่

2.2.3.1 ดัชนีพืชพรรณแบบนอมอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) เป็นดัชนีที่แสดงถึงระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณใบเขียว ที่มีอยู่ในพื้นที่โดยตรง คำนวณได้จากค่าการสะท้อนแสงอาทิตย์ช่วงคลื่นสีแดง (Red) และช่วงอินฟราเรดใกล้ (NIR) ของพื้นผิวโลก มีตามสมการดังนี้

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

ซึ่งผลการคำนวณจะอยู่ระหว่างค่า -1 (ไม่มีพืชพรรณปรากฏอยู่) จนถึง 1 (มีพืชพรรณอยู่หนาแน่น) อย่างไรก็ตาม การแปลความหมายของค่า NDVI จะมีความถูกต้องลดลง หากความหนาแน่นของพืชพรรณใบเขียวในพื้นที่ศึกษามีค่าต่ำ

สำหรับการศึกษาระดับความแห้งแล้งที่เกิดขึ้น มักดูจากการผันแปรของค่า NDVI เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วงเดียวกันของปีที่คิดมาจากข้อมูลหลายๆ ปีรวมกันหรือเทียบกับปีปกติซึ่งไม่มีความแห้งแล้งเกิดขึ้น มีตามสมการดังนี้

$$\Delta\text{NDVI} = \text{NDVI}_{\text{observed}} - \text{NDVI}_{\text{mean}} \quad (2.5)$$

โดยถ้า ΔNDVI ที่คำนวณได้มีค่าติดลบ แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดภัยแล้งขึ้นในพื้นที่ศึกษา ยิ่งมีค่าติดลบมาก แสดงว่าปัญหาภัยแล้งน่าจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย

2.2.3.2 ดัชนีพืชพรรณสัมพัทธ์ (Vegetation Condition Index: VCI) เป็นดัชนีที่บอกถึงการผันแปรของค่า NDVI ในสัปดาห์หรือเดือนที่ศึกษา เมื่อเทียบกับค่า NDVI ต่ำสุดของสัปดาห์หรือเดือนเดียวกันของปี ดูได้จากข้อมูลที่เก็บสะสมไว้ติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยมีตามสมการดังนี้

$$\text{VCI} = \frac{\text{NDVI}_{\text{observed}} - \text{NDVI}_{\text{min}}}{\text{NDVI}_{\text{max}} - \text{NDVI}_{\text{min}}} \times 100\% \quad (2.6)$$

โดยค่า VCI ยิ่งน้อย เช่น ต่ำกว่า 30 เปอร์เซนต์ แสดงว่าระดับความแห้งแล้งยิ่งสูง แต่อย่างยิ่งมากแสดงว่าระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณที่ตรวจพบมีสูง บ่งบอกว่าน่าจะมีปัญหาภัยแล้งเกิดขึ้นน้อย

2.3 การประยุกต์การสำรวจจากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการศึกษากัญแห้ง

2.3.1 การประยุกต์การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษากัญแห้ง

ยุทธชัย อนุรักษดิพันธ์ และสรยุทธยัญญ์ เรียร โปธิ์ภักดิ์ (2546) ศึกษาเกี่ยวกับความแห้งแล้งซ้ำซากสู่สภาวะการณเป็นทะเลทรายของประเทศไทย โดยนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ (Climatic factor) ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน (Ground cover factor) และข้อมูลจากหน่วยราชการที่จัดเก็บไว้ จะถูกนำมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis function) ซึ่งข้อมูลที่ได้จะแสดงถึงระดับความรุนแรงของความเล็งต่อสภาวะการณเป็นทะเลทรายในแต่ละพื้นที่ จากนั้นใช้ข้อมูลปริมาณผลผลิตพืชเศรษฐกิจสำคัญที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งในการตรวจสอบแผนที่แทนการออกสำรวจในพื้นที่จริง จากผลการศึกษาพบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่เล็งต่อสภาวะการณเป็นทะเลทรายในระดับรุนแรงเป็นจำนวนพื้นที่ 6.93 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.17 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ทางการเกษตรที่ได้รับผลกระทบประมาณ 526,757.15 ไร่ คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 890.94 ล้านบาท โดยผลผลิตที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่เป็น มันสำปะหลัง ข้าว อ้อย และข้าวโพด ซึ่งล้วนแต่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และในการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในพื้นที่เล็งต่อสภาวะการณเป็นทะเลทราย ทำให้มีผลผลิตพืชลดลงร้อยละ 50 ของผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละภาค

กัลยาณี สุวรรณประเสริฐ (2548) ศึกษาเกี่ยวกับประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการศึกษาพื้นที่เล็งจากภาวะภัยแล้งของประเทศไทย พิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะภัยแล้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยด้านอุทกวิทยา และปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ รวมถึงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS มาซ้อนทับแบบการถ่วงน้ำหนัก จากผลการศึกษาพบว่า ประเทศไทยส่วนใหญ่มีความเล็งจากภัยแล้งในระดับปานกลาง ส่วนพื้นที่ที่มีความเล็งในระดับสูงมีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 14.05 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และนอกจากนี้ยังพบว่า ดัชนีพืชพรรณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS สามารถนำมาใช้ในการเฝ้าระวังและติดตามภัยแล้งในระดับภาพรวมของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีความสอดคล้องกับฐานข้อมูลหมู่บ้านที่ประสบภัยแล้ง

วัชรินทร์ รุ่งวิริยะวณิช (2550) ศึกษาการเปรียบเทียบขั้นตอนวิธีสำหรับการตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พื้นที่ศึกษาอยู่ในขอบเขตอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยขั้นตอนที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตอนวิธีความแตกต่างระหว่างภาพ (Image differencing) (2) ขั้นตอนวิธีความแตกต่างของดัชนี

พืชพรรณ (Vegetation index differencing) (3) ขั้นตอนวิธีสัดส่วนระหว่างภาพ (Image ratioing) (4) ขั้นตอนวิธีความถดถอยเชิงภาพ (Image regression) และ (5) ขั้นตอนวิธีส่วนเบี่ยงเบนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute deviation) จากผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนวิธีความแตกต่างระหว่างภาพให้ความถูกต้องน้อยที่สุด และขั้นตอนวิธีส่วนเบี่ยงเบนสมบูรณ์เฉลี่ยที่ให้ความถูกต้องมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแผนที่อ้างอิงสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง สำหรับขั้นตอนวิธีสัดส่วนระหว่างภาพ ขั้นตอนวิธีถดถอยเชิงภาพ ขั้นตอนวิธีความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณ และขั้นตอนวิธีส่วนเบี่ยงเบนสมบูรณ์เฉลี่ยจะสามารถบอกได้เพียงว่าพื้นที่ที่มีความเปลี่ยนแปลงหรือไม่มีความเปลี่ยนแปลงเท่านั้น ไม่สามารถบอกประเภทการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ หากต้องการทราบประเภทการเปลี่ยนแปลงระหว่างสองช่วงเวลา ต้องทำการจำแนกภาพทั้งสองช่วงเวลาโดยใช้เงื่อนไขของแต่ละขั้นตอนวิธี ซึ่งผลการศึกษาของทุกขั้นตอนวิธี ให้ความถูกต้องในเกณฑ์สูงใกล้เคียงกัน

ลีไอ ยี่สุนแสง (2547) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดภัยแล้งในจังหวัดพิษณุโลก โดยการศึกษาใช้ตัวแปรสิ่งแวดล้อม 15 ตัวแปร ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านสภาพภูมิประเทศและดิน จากนั้นวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้วย 3 วิธีการ คือ (1) วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ (2) วิธีสถิติสหสัมพันธ์ และ (3) วิธีสถิติจำแนกกลุ่ม จากผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งโดยใช้วิธีสถิติจำแนกกลุ่ม สามารถให้ความถูกต้องของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากการตรวจสอบโดยใช้แบบสัมภาษณ์และข้อมูล กชช.2ค ได้ดีกว่า วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญและวิธีสถิติสหสัมพันธ์ และตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปรสามารถอธิบายความเสี่ยงต่อภัยแล้งของพื้นที่ได้ร้อยละ 95.4 ของพื้นที่ทั้งหมด

ศุนย์วิจัยป่าไม้ (ม.ป.ป.) ศึกษาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำมูล-ชี โดยนำปัจจัย 5 ปัจจัย คือ ดัชนีฝนแล้ง จำนวนวันและโอกาสที่ฝนตก การอุ้มน้ำของดิน เขตชลประทาน และปริมาณน้ำใต้ดิน มาคำนวณหาระดับความเสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้งโดยใช้เทคนิค Overlay Matrix ตามความสำคัญและน้ำหนักของปัจจัย และนอกจากนี้ได้นำเอาปัจจัยที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และขอบเขตการปกครองมาพิจารณา โดยคำนึงถึงการใช้ น้ำของพืชแต่ละชนิด จากผลการศึกษาพบว่า เขตพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในระดับแล้งจัด แล้ง ก่อนข้างแล้ง และไม่เสี่ยงต่อภัยแล้ง มีพื้นที่ประมาณ 48,893.51 49,210.93 18,586.19 และ 2,487.37 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 41.03 41.29 15.59 และ 2.09 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนกรณีที่น่าปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินเข้ามาพิจารณา พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งในระดับแล้งจัด แล้ง ก่อนข้างแล้ง และไม่เสี่ยงต่อภัยแล้ง มีพื้นที่ประมาณ 80,451.43 20,370.93 10,899.20 และ 7,456.40 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 67.51 17.09 9.15 และ 6.26 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่าเมื่อ

นำเอาปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งพิจารณาจากปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดเข้ามาประกอบการกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้ง เขตพื้นที่แล้งจัดจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 41 เป็นร้อยละ 67 จึงสรุปได้ว่า แผนที่ที่นำเอาปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินมาพิจารณา จะช่วยให้เข้าใจว่าการนำพืชใช้น้ำมากหรือพืชที่ทำให้ต้องมีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากพื้นที่เปิดโล่งมากขึ้นและต้องใช้น้ำนอกฤดูฝน เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง จะมีส่วนทำให้ระดับความแห้งแล้งในพื้นที่นั้นรุนแรงขึ้น โดยภาพรวมแล้วพบว่า พื้นที่ศึกษาในสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีศักยภาพเสี่ยงต่อภัยแล้งและแล้งจัดถึงร้อยละ 80 ของพื้นที่ทั้งหมด

ปราณี ว่องวิทวัส (2536) ศึกษาการวิเคราะห์ฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในรูปแบบต่างๆ พบว่า จังหวัดนครราชสีมาเป็นบริเวณอับฝนที่มีฝนตกน้อย คือมีฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร นอกจากนี้จังหวัดนครราชสีมาและชัยภูมิเป็นจังหวัดที่มีวันฝนตกน้อยที่สุดของภาค มีวันฝนตกสูงสุดในรอบปีคือ 19 วันในเดือนกันยายน เมื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณฝน พบว่าจังหวัดที่มีจำนวนการเปลี่ยนแปลงในทางลดลงต่ำกว่าปกติมากกว่าในทางสูงขึ้น ได้แก่ จังหวัดหนองคาย อุรธานี นครพนม ขอนแก่น มุกดาหาร ชัยภูมิ ร้อยเอ็ด และนครราชสีมา แต่ที่เปลี่ยนแปลงในทางลดลงมีปริมาณครั้งมากกว่าในทางสูงขึ้นมากๆ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีจำนวนครั้งของฝนที่ต่ำกว่าค่าปกติสูงถึง 21 ครั้ง ขณะที่ฝนสูงกว่าค่าปกติมีเพียง 15 ครั้งและเมื่อพิจารณารูปแบบแนวโน้มฝนแล้ว ปรากฏว่ามีแนวโน้มลดลงชัดเจน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ เมื่อวิเคราะห์ในรายละเอียดแล้วพบว่า การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อการขยายตัวเมืองและการอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุที่สำคัญ ซึ่งสภาวะแบบนี้ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นและฝนลดลงอย่างชัดเจน

วิรัช มณีสาร (2530) ศึกษาเกณฑ์ฝนของประเทศไทยโดยวิธีหาเปอร์เซ็นต์สูงต่ำกว่าค่าปกติ โดยการศึกษาเป็นการหาเกณฑ์ฝนรายปีของประเทศไทยโดยใช้วิธีการหาค่าผลต่างของฝนรายปีเทียบกับค่าปกติและเปรียบเทียบกับเกณฑ์ฝนที่ได้จากวิธีเดาไซล์ จากนั้นเปลี่ยนให้อยู่เกณฑ์ของเปอร์เซ็นต์ฝนสูงต่ำกว่าค่าปกติ ซึ่งเกณฑ์ใหม่ที่ได้จะใช้ได้กับทุกสถานีภายในประเทศโดยไม่ต้องแยกเกณฑ์ของแต่ละสถานี จากการศึกษาพบว่า ปี พ.ศ. 2522 2524 และ 2526 เกิดภาวะฝนแล้งทั่วประเทศ ส่วนภาวะฝนชุก เกิดในช่วงปี พ.ศ. 2513 และ 2527

มันทนา พุกกะวัน (2532) ศึกษาเรื่องผลกระทบของ เอลนีโญที่มีต่อฝนในประเทศไทย โดยใช้วิธีการ Percentile Composites ของปริมาณฝน ซึ่งเป็นการหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไทล์ของเหตุการณ์เหมือนกันที่เกิดในช่วงเวลาเดียวกัน ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศในประเทศไทยจำนวนทั้งหมด 31 สถานี จากผลการศึกษาพบว่า ประเทศไทยไม่ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญ หากได้รับผลกระทบควรออกมาในรูปแบบผลกระทบเป็นบริเวณๆ เช่น ภาคกลางหรือบริเวณใดบริเวณหนึ่งของประเทศไทย นอกจากนี้เมื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปเปรียบเทียบกับปีที่เกิดเอลนีโญ ปรากฏว่า ปีที่มีฝนแล้งชัดเจนประเทศไทยจะไม่ตรงกับปีการเกิด เอลนีโญแต่

อย่างไร จะมีที่ตรงกันบ้างเพียงบางปีที่มีฝนก่อนข้างแล้งซึ่งมักตรงกับปีที่เกิดเอลนีโญขนาดรุนแรง สำหรับปีที่มีฝนชุกมากในประเทศก็เกิดไม่คล้อยจองกับปีเอลนีโญอีกเช่นกัน จึงกล่าวได้ว่าประเทศไทยไม่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญจากผลของการวิเคราะห์โดยทางสถิติ

ศิริพร กมลธรรม (2543) ศึกษารูปแบบของปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจาก 264 สถานีครอบคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือและจังหวัดใกล้เคียง นำค่ามัธยฐานของข้อมูลน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆ ไปประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ร่วมกับการถ่วงน้ำหนักแบบการลดลงเชิงเส้น จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีมีรูปแบบการเพิ่มจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจังหวัดนครราชสีมา มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด จังหวัดนครพนมกับจังหวัดหนองคายมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด และจากการวิเคราะห์ฝนทิ้งช่วงพบว่า พื้นที่ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และตอนกลางของภูมิภาค ซึ่งประกอบด้วยจังหวัดเลย หนองบัวลำภู ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม นครราชสีมา และบุรีรัมย์ ประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงยาวนานกว่าพื้นที่อื่นๆ ซึ่งมักเกิดในช่วงราวกลางเดือนมิถุนายน แต่บางปีอาจเกิดในช่วงเดือนกรกฎาคมได้

ชลาลัย แจ่มผล (2547) ศึกษาความรุนแรงของภัยแล้งในประเทศไทย โดยการศึกษาได้วิเคราะห์หาความรุนแรงของภัยแล้งในประเทศไทย รวมทั้งลักษณะความต่อเนื่องของภัยแล้งในแต่ละภาคของประเทศ จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2546 จากสถานีตรวจอากาศ 63 สถานีทั่วประเทศ โดยใช้วิธี Standardize Precipitation Index (SPI) จากผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของภัยแล้ง พบว่า ในช่วง 3 เดือน ปีที่มีภัยแล้งปานกลางจนถึงรุนแรงที่สุดได้แก่ปี พ.ศ. 2523 2522 2537 2502 และ 2498 ตามลำดับ ในช่วงเวลา 6 เดือน ปีที่มีภัยแล้งปานกลางจนถึงรุนแรงที่สุดได้แก่ปี พ.ศ. 2526 2522 2535 2503 2523 2541 และ 2506 ตามลำดับ ในช่วง 12 เดือน ปีที่มีภัยแล้งปานกลางจนถึงรุนแรงที่สุดได้แก่ปี พ.ศ. 2522 2536 2535 2520 2541 และ 2540 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ความต่อเนื่องของภัยแล้งในปีที่แห้งแล้งรุนแรง โดยวิเคราะห์จากปีที่มีจำนวนสถานีที่มีค่า SPI ต่ำกว่า -1 ในช่วง 12 เดือนมากที่สุดตามลำดับ 5 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ. 2522 2536 2536 2520 และ 2541 พบว่ามีความต่อเนื่องต่างกันออกไป โดยในปี พ.ศ. 2522 และ 2541 เป็นปีที่วิเคราะห์ได้ถึงความต่อเนื่องของการขยายความรุนแรงของฝนแล้งก่อนข้างชัดเจน ตั้งแต่ช่วง 3 เดือน 6 เดือน และ 12 เดือนตามลำดับ

Bayarjargal, Adyasuren and Mukhtuya (2000) ได้ศึกษาข้อมูลแบบหลายช่วงเวลา (Multi-temporal data) ของเครื่อง AVHRR ในเขตประเทศมองโกเลีย และนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ตัวคือค่า NDVI ค่า LST (Land Surface Temperature) และปริมาณ

น้ำฝนเฉลี่ย (Average rainfall) ของแต่ละพื้นที่ เปรียบเทียบระหว่างปีที่ชุ่มชื้น (Wet year) และปีที่แห้งแล้ง (Drought year) ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด

Bhuiyan (2004) ได้ศึกษาการผันแปรของดัชนีภัยแล้ง 3 ตัวคือ (1) ดัชนี NDVI ซึ่งคำนวณจากภาพถ่ายดาวเทียม AVHRR (2) ดัชนี SPI และ (3) ดัชนี SWI (Standardized Water-level Index) ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งบอกระดับการผันแปรของปริมาณน้ำใต้ดินในพื้นที่ คำนวณได้มาจากข้อมูลทุติยภูมิที่มีอยู่ สำหรับศึกษาภัยแล้งในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทยช่วงปี ค.ศ. 1984-2000 ซึ่งผลการศึกษาระบุว่าดัชนีทั้ง 3 สามารถใช้ในการบ่งบอกแนวโน้มของการเกิดภัยแล้งได้ดีในระดับหนึ่ง แต่ไม่ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างกัน

Hartmann, Bella and Oricchio (2003) ได้ศึกษาภัยแล้งของเขตเมือง Buenos Aires บางพื้นที่ในปี ค.ศ. 2001 โดยพิจารณาจากการผันแปรของค่า NDVI เฉลี่ยในปีดังกล่าวเทียบกับของปีปกติ โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายตามเวลาของเครื่อง AVHRR และเครื่อง TM ประกอบกัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในปีที่เกิดภัยแล้งมาก ค่า NDVI ของแต่ละพื้นที่จะลดลงจากค่าเฉลี่ยอย่างเห็นได้ชัด

Unganai and Kogan (1998) ได้นำข้อมูลภาพถ่ายจากเครื่อง AVHRR ช่วงปี ค.ศ.1985-1994 มาทำแผนที่ภัยแล้งในเขตประเทศแอฟริกาใต้ โดยใช้ดัชนี 2 ตัวในการวิเคราะห์คือ (1) ค่า VCI ซึ่งคิดมาจากระดับการผันแปรของค่า NDVI แต่ละช่วงเวลาของพื้นที่ และ (2) ค่า TCI (Temperature Condition Index) ซึ่งคำนวณจากอัตราการแผ่รังสีของพื้นผิวโลกที่เครื่องตรวจวัดได้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าดัชนีทั้ง 2 สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบและสร้างแผนที่ภัยแล้งออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 รายการอ้างอิง

กัลยาณี สุวรรณประเสริฐ. (2548). การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงจากภาวะภัยแล้งของประเทศไทย. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ชลาลัย แจ่มผล. (2547). เอกสารวิชาการเรื่อง ความรุนแรงของความแห้งแล้งรุนแรงในประเทศไทย. กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

ปราณี ว่องวิทวัส. (2536). เอกสารวิชาการเรื่อง การวิเคราะห์ฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

มันทนา พุกกะวัน. (2532). เอกสารวิชาการเรื่อง การหาผลกระทบของเอลนีโญที่มีต่อฝนในประเทศไทย. กรมอุตุนิยมวิทยา.

- ยุทธชัย อนุศักดิ์พันธ์ และสรรสฤษฏ์ เขียร โพธิ์ภักดิ์. (2546). เอกสารวิชาการเรื่อง ความแห้งแล้ง
ซ้ำซากสู่ภาวะการเป็นทะเลทรายของประเทศไทย. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.
- วัชรินทร์ รุ่งวิริยะวณิช. (2550). การเปรียบเทียบขั้นตอนสำหรับการตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงการ
ใช้ที่ดินด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการ
รับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิรัช มณีสาร์. (2530). เอกสารวิชาการเรื่อง เกณฑ์ฝนของประเทศไทยโดยวิธีหาเปอร์เซ็นต์สูงต่ำกว่า
ค่าปกติ. กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.
- ศูนย์วิจัยป่าไม้. (ม.ป.ป.). โครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ
ในเขตลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมพิศ นิธิยานันท์. (2546). การวิเคราะห์ภัยแล้งและพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศิริพร กมลธรรม. (2543). การวิเคราะห์รูปแบบของน้ำฝนเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย: การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สีไส ยี่สุนแสง. (2547). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง
ในจังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Alley, W.M. (1984). The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions. **Journal
of Climate and Applied Meteorology**. 23: 1100-1109
- Bayarjargal, Y., Adyasuren, T. and Munkhtuya, S. (2000). Drought and Vegetation Monitoring in
the Arid and Semi-Arid Regions of the Mongolia using Remote Sensing and Ground Data
[On-line]. Available: <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts8/hami0004.asp>

- Bhuiyan, C. (2004). Various drought indices for monitoring drought condition in Aravalli: Terrain of India [On-line]. Available: <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm7/papers/243.pdf>
- Hartmann, T., Bella, C.D. and Oricchio, P. (2003). Assessment of the possible drought impact on farm production in the SE of the province of Buenos Aires, Argentina. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 57(4): 281-288
- Ji, L. and Peters, A. J. (2003). Assessing vegetation response to drought in the northern Great Plains using vegetation and drought indices. **Remote Sensing of Environment**, 87(1): 85-98
- National Climatic Data Center. (2009a). U.S. Standardized Precipitation Index [On-line]. Available: <http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/prelim/drought/spi.html>
- _____. (2009b). Palmer Drought Index [On-line]. Available: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/prelim/drought/pdiimage.html>
- Palmer, W.C. (1965). **Meteorological drought** (Research Paper No. 45). Department of Commerce Weather Bureau: Washington, D.C.
- Rabab, U. (2004). Manipulation of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for delineating drought vulnerable areas [On-line]. Available: http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/drought/nhdr0005.htm
- Unganai, L.S. and Kogan, F.N. (1998). Southern Africa's Drought from Space. **Advances in Space Research**, 21(3): 507-511

บทที่ 3

การวิเคราะห์ระดับภัยแล้งอิงตามดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)

3.1 บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือการนำดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน มาวิเคราะห์ปรากฏการณ์ภัยแล้ง ซึ่งเกิดขึ้นในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548 อิงตามการผันแปรของข้อมูลปริมาณน้ำฝนระดับจังหวัดทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในช่วงเวลาดังกล่าว ทั้งนี้ในการศึกษาจะเน้นการวิเคราะห์ภัยแล้งซึ่งเกิดในช่วงฤดูเพาะปลูกหลักของจังหวัด (พฤษภาคม-ตุลาคม) มากที่สุด โดยดัชนี SPI ที่นำมาใช้มีอยู่ 3 แบบสำคัญคือ ดัชนี SPI ระยะ 3 6 และ 12 เดือน (ซึ่งเรียกว่า ดัชนี SPI-3M 6M และ 12M ตามลำดับ) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการผันแปรของค่า SPI-12M พบว่าเกิดภัยแล้งค่อนข้างรุนแรงขึ้นในจังหวัดในช่วงปี พ.ศ. 2520 2522 2524 2529 2532 2535 2540 และ 2544 และผลการศึกษาค้นคว้าการผันแปรของค่าดัชนี SPI ทั้งสามแบบสรุปได้ว่าค่าดัชนี SPI ระยะ 3 เดือนอาจผันแปรได้อย่างมากในช่วงเวลาอันสั้น (เช่น ระยะ 2-3 เดือน) แสดงถึงความอ่อนไหวต่อการผันแปรของน้ำฝนในช่วงเวลาสั้นๆ ขณะที่ดัชนี SPI ระยะ 6 และ 12 เดือนจะมีการผันแปรของข้อมูลน้ำฝนระยะสั้นที่ช้ากว่า แต่ว่าดัชนีสามารถบ่งบอกการผันแปรของปริมาณน้ำฝนในระดับฤดูกาลหรือระดับปีได้ดี

นอกจากนี้ยังพบว่า คาบการผันแปรของค่าดัชนี SPI ระยะ 12 เดือนช่วงที่เกิดความแห้งแล้งรุนแรง มีความสอดคล้องเป็นอย่างมากกับช่วงการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) ในมหาสมุทรแปซิฟิก แสดงให้เห็นว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีอิทธิพลเป็นอย่างสูงต่อการผันแปรของปริมาณน้ำฝนระดับปีของจังหวัด โดยตำแหน่งที่เกิดปัญหาหมาก มักตั้งอยู่บริเวณตอนกลางก่อนไปทางตะวันตกและทางตอนใต้ของพื้นที่และในเขตด้านเหนือของอำเภอครบุรี (ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด) ซึ่งอาจถือเป็นเขตแห้งแล้งซ้ำซากของจังหวัดได้ อย่างไรก็ตาม แผนที่ความแห้งแล้งที่พัฒนามาจากดัชนีแต่ละตัวสำหรับแต่ละปีมีรายละเอียดที่แตกต่างกันอยู่พอควร ดังนั้น การแปลความหมายและคาดการณ์ถึงผลกระทบที่ตามมา ควรทำด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องมากที่สุด

3.2 บทนำ

ภัยแล้ง (Drought) นับเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติสำคัญ ซึ่งพบเกิดขึ้นเป็นประจำในแทบทุกภูมิภาคของโลก และมักส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของผู้คนในเขตประสบภัย (โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในภาคเกษตรกรรม) ต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (เช่น การลดลงอย่างมากของผลผลิตและรายได้ในภาคเกษตร และการเคลื่อนย้ายของประชากรจากภาคเกษตรไปยังภาคการค้าและภาคอุตสาหกรรม) และต่อความอุดมสมบูรณ์ของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (เช่น แหล่งน้ำ ป่าไม้ หรือระบบนิเวศ) จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้การศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะจำเพาะ และผลกระทบของปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เคยเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา (Wilhite, 1993; 2000; Downing and Bakker, 2000)

สำหรับการศึกษากภัยแล้ง โดยทั่วไปมักเน้นไปที่การตรวจสอบคุณลักษณะหลายประการของเหตุการณ์ที่สนใจ ตัวอย่างเช่น การเริ่มต้นและสิ้นสุด (Initiation/termination) ความรุนแรง (Severity) ระยะเวลาเกิด (Duration) ขนาดพื้นที่เกิด (Areal extent) และความถี่ของการเกิด (Frequency) (Piechota and Dracup, 1996) และเพื่อให้การศึกษาทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้มีการพัฒนา “ดัชนีภัยแล้ง” (Drought index) ขึ้นมาเป็นจำนวนมากพอควร ในช่วงเวลาที่ผ่านมา (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) แต่สำหรับดัชนีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดดัชนีหนึ่ง และเป็นดัชนีที่เลือกใช้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้คือ ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) ซึ่งมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)

ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย McKee et al. (1993) โดยอิงจากระดับการเบี่ยงเบนของปริมาณน้ำฝนสะสมในแต่ละช่วงระยะเวลา (Time scale) ที่กำหนดจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระยะยาวของพื้นที่ (Long-term average) ในคาบเวลาเดียวกัน โดยมีการปรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในเบื้องต้น (หรือข้อมูลดิบ) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Standardized) คือให้อยู่ในรูปการกระจายตัวแบบปกติหรือแบบเกาส์ (Gaussian distribution) ก่อน จากนั้นจึงคำนวณระดับการเบี่ยงเบนออกมาเป็นตัวเลขตัวเดียวมีทั้งค่าบวกและลบ (โดยมีค่ากลางอยู่ที่ศูนย์) โดย “ค่าบวก” หมายถึงภาวะชุ่มชื้น (Wet phase) ส่วน “ค่าลบ” หมายถึงภาวะแห้งแล้ง (Dry phase) ของพื้นที่ (ดูข้อมูลในตารางที่ 2.3 และคำอธิบายในบทที่ 2 ประกอบ) และ McKee et al. (1993) ยังได้นิยามระยะเวลาที่เกิดปัญหาภัยแล้งไว้ด้วยว่า คือช่วงเวลาที่พื้นที่ศึกษามีค่า SPI ต่ำกว่า -1 ส่วนระดับความรุนแรงของภัยแล้งคำนวณได้จากผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของ SPI ในเดือนที่เกิดภัยแล้งขึ้นทั้งหมด

ทั้งนี้ SPI ที่คำนวณจากปริมาณน้ำฝนสะสมระยะก่อนข้างสั้น เช่น 3-6 เดือน จะเหมาะสำหรับใช้ตรวจสอบการเกิดภัยแล้งระยะสั้น (Short-term drought) ขึ้นในพื้นที่ ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้เกิด

ความเสียหายอย่างรุนแรงต่อการเพาะปลูกในภาคเกษตรกรรมได้ โดยเฉพาะกับพืชพรรณที่อยู่ในเขตเกษตรกรรมน้ำฝน (Rain-fed agriculture) ดังนั้น จึงอาจใช้เป็น ดัชนีภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม ได้ เนื่องจากเป็นตัวบ่งชี้สถานะของปริมาณน้ำในพืชพรรณและในดินได้ดี (McKee et al., 1993; 1995; Hayes et al., 1999) ส่วน SPI ที่คำนวณจากน้ำฝนสะสมในระยะที่ยาวนานขึ้น เช่น 12-24 เดือน จะเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณน้ำสะสมทั้งบนดินและใต้ดินในระดับฤดูกาลและระดับปีได้ดี จึงอาจนำมาใช้เป็น ดัชนีภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา ของพื้นที่ศึกษาได้ (Hayes et al., 1999; Szalai et al., 2000) ซึ่งโดยทั่วไป ความถี่ของปรากฏการณ์ภัยแล้งที่พบจะลดลงตามค่าคาบเวลาของปริมาณน้ำฝนสะสมที่ใช้ ทั้งนี้ Edwards and McKee (1997) เลือก SPI รอบ 3 เดือนเป็นดัชนีภัยแล้งช่วงสั้น (Short term drought index) SPI รอบ 12 เดือนเป็นดัชนีภัยแล้งระยะกลาง (Intermediate-term drought index) และ SPI รอบ 48 เดือนเป็น ดัชนีภัยแล้งระยะยาว (Long-term drought index)

จนถึงปัจจุบันดัชนี SPI ได้ถูกนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาภัยแล้งที่เกิดขึ้นในหลากหลายพื้นที่ทั่วโลก อาทิ Sims et al. (2002) ศึกษาในรัฐ North Carolina พบว่าดัชนี SPI สามารถประเมินการผันแปรของค่าความชื้นในดินอันเป็นผลจากน้ำฝนที่เกิดระยะสั้น ได้ดีกว่าดัชนี PDSI ดังนั้น จึงถือเป็นดัชนีบ่งชี้ของการเกิดภาวะความแห้งแล้งในภาคเกษตรได้ Quiring and Papakryiakou (2003) ได้ประเมินประสิทธิภาพของ SPI PDSI Palmer Z-Index และ NOAA Drought Index ในการศึกษาภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมในเขตทุ่งหญ้าแพรรี (Parry) ของประเทศแคนาดา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า Z-Index และ SPI สามารถบ่งบอกถึงสภาพความชื้นในดินได้ดีกว่า ดังนั้นตามหลักการ จึงถือว่าเป็นตัวทำนายผลผลิตพืชพรรณที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าตามไปด้วย นอกจากนั้น ผลการศึกษาของ Szalai et al. (2000) บ่งชี้ว่าปริมาณน้ำสะสมในแหล่งเก็บน้ำผิวดิน จะมีความสัมพันธ์กับ SPI ที่คำนวณในคาบเวลาที่ยาวนานพอควร ตัวอย่างเช่นในระยะ 24-36 เดือน เป็นต้น

นอกจากนี้ Bussay et al. (1999) และ Szalai and Szinell (2000) พบว่า SPI มีความเหมาะสมสำหรับใช้ประเมินภัยแล้งได้เกือบทุกประเภทในประเทศอังการี โดยที่การผันแปรของน้ำท่าสามารถอธิบายได้โดย SPI คาบ 2-6 เดือน ส่วนน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับ SPI คาบ 5-24 เดือน ส่วนความชื้นในดิน (ซึ่งเกี่ยวกับภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม) ตรวจสอบได้โดยใช้ SPI คาบ 2-3 เดือน ส่วน Lana et al. (2001) ได้ใช้ SPI ในการวิเคราะห์ภัยแล้งและลักษณะภูมิอากาศโดยรวมเหนือเขต Catalonia ของประเทศสเปน ขณะที่ Hughes and Saunders (2000) ใช้ค่า SPI คาบระหว่าง 3-24 เดือน สำหรับวิเคราะห์ภัยแล้งที่พบในทวีปยุโรประหว่างปี ค.ศ. 1901-1999

สำหรับผลการศึกษาไม่นานมานี้ อาทิ Loukas and Vasiliades (2004) ใช้ SPI ในการศึกษาปัญหาภัยแล้งในเขต Thessaly ของประเทศกรีซ ระหว่างปี ค.ศ. 1960-1993 ส่วน Zhai and Feng (2007) ใช้ SPI ในการวิเคราะห์ระดับภัยแล้งในจังหวัด Gansu ในเขตภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศจีนในรอบประมาณ 50 ปีที่ผ่านมา รวมถึงงานวิจัยของ Gidding et al. (2005) Morid et al.

(2006) และ Labeledzki (2007) ซึ่งใช้ SPI ในการศึกษาภัยแล้งในประเทศเม็กซิโก อิหร่าน และประเทศโปแลนด์ ตามลำดับ

3.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือ การนำดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) ช่วงระยะเวลา 3-12 เดือน มาศึกษาคุณลักษณะพื้นฐานของปัญหาภัยแล้งที่เกิดในจังหวัดนครราชสีมา (ทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลา) อิงตามปริมาณข้อมูลน้ำฝนระดับจังหวัดช่วง 31 ปีระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548

3.4 ข้อมูลและกระบวนการวิจัย

3.4.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลสำคัญในการศึกษานี้ คือปริมาณน้ำฝนระดับจังหวัดของจังหวัดนครราชสีมารอบ 31 ปีระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548 ซึ่งได้จากการตรวจวัดโดยสถานีตรวจวัดน้ำฝนจำนวน 74 สถานี กระจายอยู่ทั่วจังหวัด รวมถึงบางสถานีที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดใกล้เคียง (ภาพที่ 3.1) ซึ่งสถานีเหล่านี้ อยู่ภายใต้การดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยข้อมูลจากแต่ละสถานีจะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง สำหรับการคำนวณค่า SPI เชิงพื้นที่ และการสร้างแผนที่น้ำฝนระดับจังหวัดต่อไป

สำหรับการคำนวณค่า SPI จะทำโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้รับการจัดทำและเผยแพร่ขึ้นโดย National Drought Mitigation Center (2009) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งดาวน์โหลดได้ที่เว็บไซต์ http://drought.unl.edu/monitor/spi/program/spi_program.htm สำหรับโปรแกรมที่ใช้จัดการข้อมูลทาง GIS เช่น การสร้างแผนที่น้ำฝนหรือแผนที่ SPI คือโปรแกรม ArcGIS

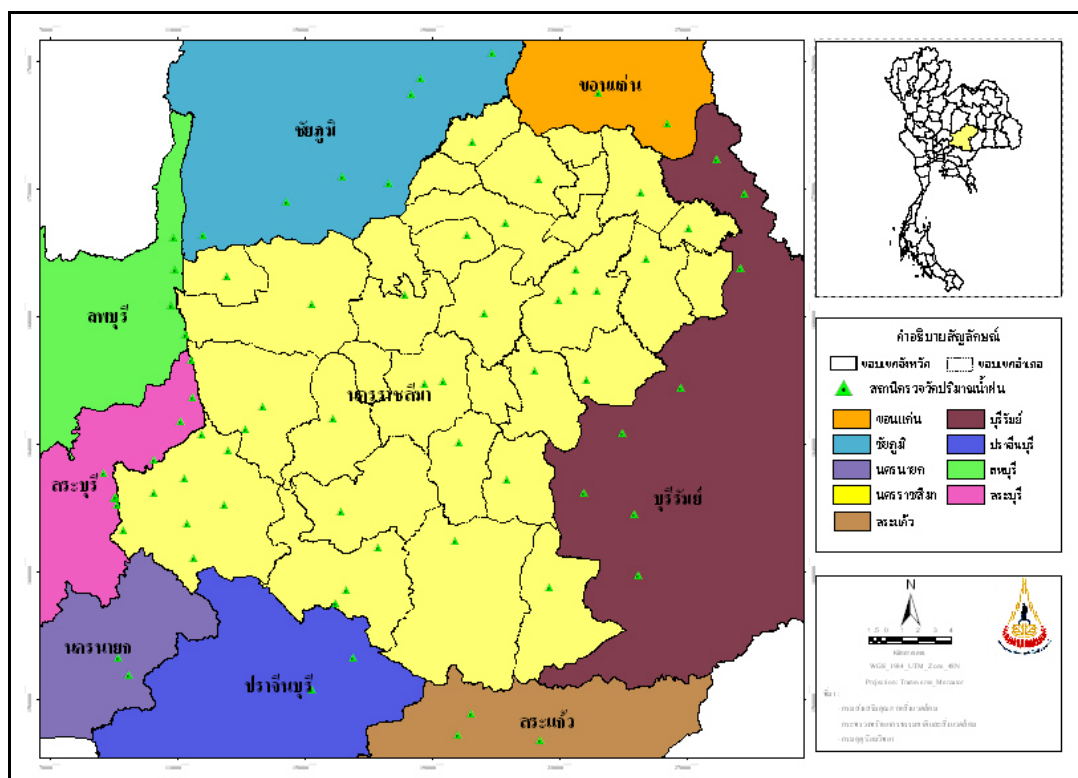
3.4.2 กระบวนการทำวิจัย

กระบวนการทำวิจัยครั้งนี้มีอยู่ทั้งหมด 3 ขั้นตอนหลักดังนี้ (ดูผังในภาพที่ 3.2 ประกอบ)

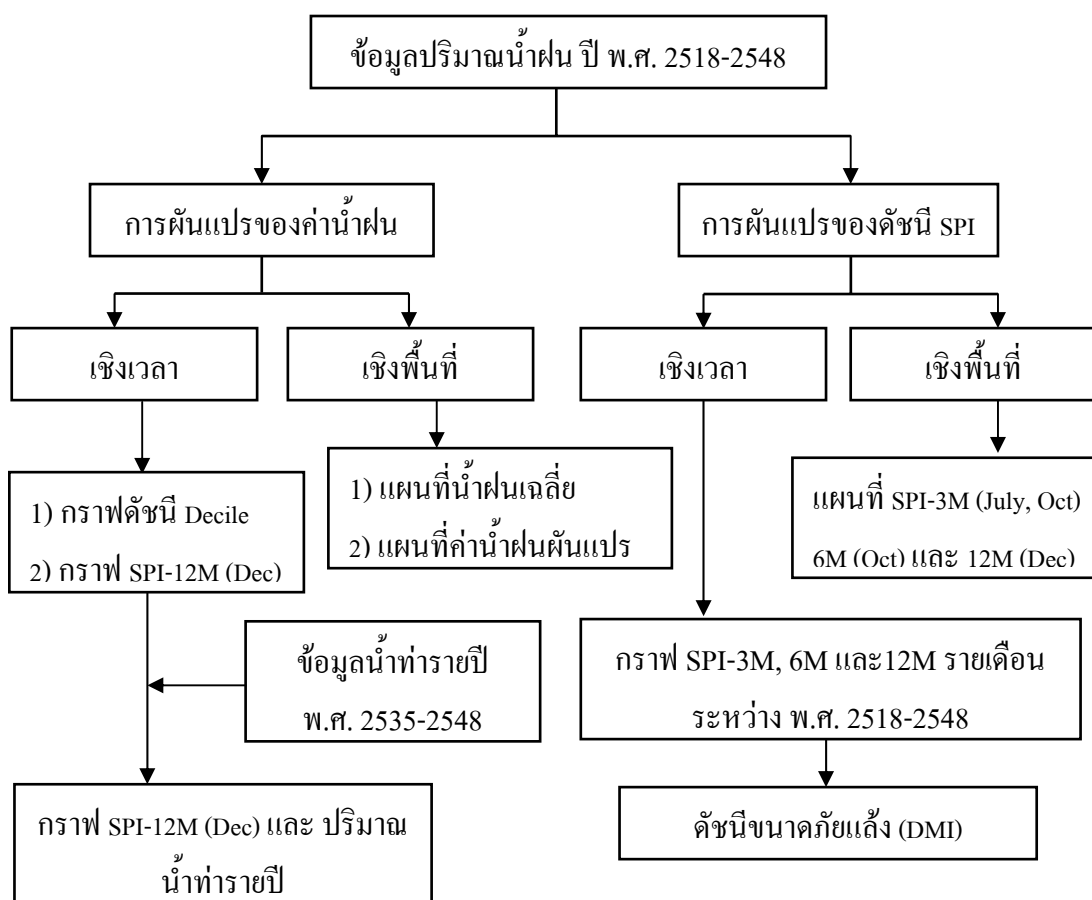
(1) วิเคราะห์การผันแปรของปริมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่ศึกษาคือจังหวัดนครราชสีมา (ทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลา) อิงตามข้อมูลปริมาณน้ำฝนรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2549) ของจังหวัด และแสดงผลการศึกษาออกมาในรูปของแผนที่น้ำฝนรายปี (ค่าเฉลี่ยระยะยาว) รวมถึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าน้ำฝนรายปีและปริมาณน้ำท่ารายปีที่มีการบันทึกข้อมูล

(2) วิเคราะห์ระดับภัยแล้งรายเดือนของจังหวัด โดยใช้ดัชนี SPI ระยะ 3 6 และ 12 เดือน (เรียกว่า SPI-3M 6M และ 12M ตามลำดับ) และแสดงผลในรูปตารางและกราฟ

(3) วิเคราะห์การผันแปรของระดับภัยแล้งเชิงพื้นที่ของจังหวัดในรอบ 10 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 โดยใช้ดัชนี SPI-3M 6M และ 12M ตามลำดับ และแสดงผลอยู่ในรูปของแผนที่ภัยแล้งรายปีและตารางข้อมูลพื้นที่ประสบปัญหาในแต่ละปีดังกล่าว



ภาพที่ 3.1 แผนที่ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ใช้ทั้งหมดจำนวน 74 สถานี พื้นที่ จังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดโดยรอบ (ตารางที่ ก-2 ในภาคผนวก ก)



ภาพที่ 3.2 ผังการทำงานรวม

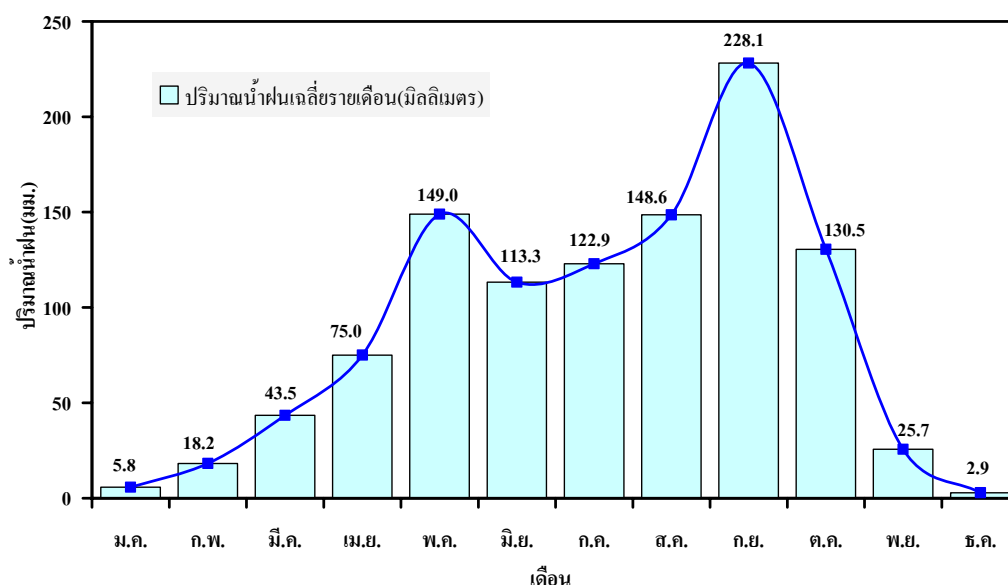
3.5 ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

3.5.1 การผันแปรของปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครราชสีมา

การผันแปรของปริมาณน้ำฝนในที่นี้ ได้แยกพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ (1) การผันแปรเชิงเวลาของปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual variation) และ (2) การผันแปรเชิงพื้นที่ของค่าเฉลี่ยน้ำฝนระยะยาว (long-term average) ซึ่งได้ผลการศึกษา ดังนี้

การผันแปรเชิงเวลาของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและน้ำฝนรายปี

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดขนาดใหญ่ ตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของประเทศ มีระยะทางห่างจากชายฝั่งทะเลแต่ละด้านมากพอควร ดังนั้น จึงมักได้รับอิทธิพลของลมฝนจากมหาสมุทรอินเดียและพายุไต้ฝุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิกค่อนข้างต่ำ ปัจจัยที่ทำให้เกิดฝนได้ชัดเจนที่สุดคือการเคลื่อนที่ผ่านของร่องมรสุมระหว่างเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน (ในช่วงขาขึ้น) และเดือนสิงหาคมและกันยายน (ในช่วงขาลง) ซึ่งมักส่งผลให้มีฝนตกในพื้นที่มากกว่าปกติในช่วงเดือนดังกล่าว ส่วนเดือนกรกฎาคม มักยังมีปริมาณน้ำฝนอยู่มากพอควรจากอิทธิพลของลมฝนซึ่งพัดเข้ามาในช่วงดังกล่าว ส่วนช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคมเป็นช่วงฤดูหนาวจะมีฝนตกค่อนข้างน้อย ดังนั้นกราฟการกระจายตัวของน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัด จะเป็นแบบระฆังคู่ (double-bell shape) (ภาพที่ 3.3) โดยมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนกันยายนและเดือนพฤษภาคม ตามลำดับ



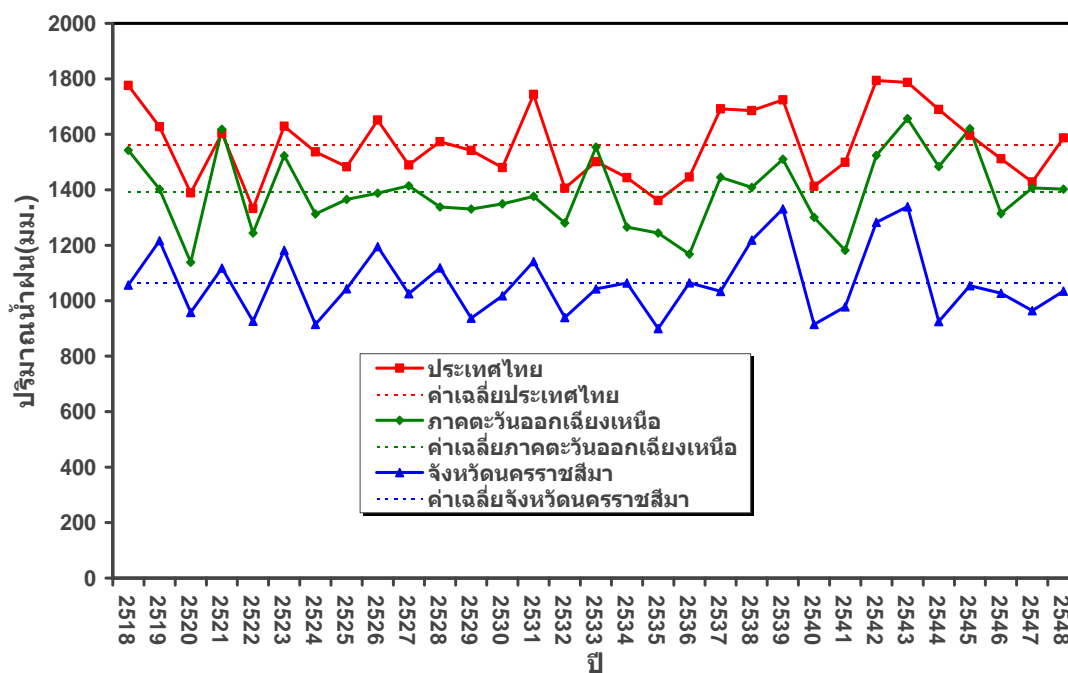
ภาพที่ 3.3 กราฟการกระจายตัวของค่าน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดนครราชสีมาเป็นแบบระฆังคู่ ช่วงเวลา 31 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 ถึง พ.ศ. 2548

การที่มีตำแหน่งที่ตั้งลึกเข้ามาในพื้นที่ปมมาก ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของภูมิภาค (คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และของประเทศอย่างเห็นได้ชัด โดยที่ค่าเฉลี่ยน้ำฝนรายปีของจังหวัดคือ 1063.4 มิลลิเมตร ขณะที่ค่าเฉลี่ยของภูมิภาคและของประเทศจะอยู่ที่ 1390.6 มิลลิเมตรและ 1562.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3.4) แต่เมื่อพิจารณารูปแบบการผันแปรของค่าน้ำฝนรายปีของจังหวัดระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548 เทียบของภูมิภาคและของประเทศในช่วงเวลาเดียวกัน เห็นได้ชัดว่ามีรูปแบบการผันแปรที่คล้ายคลึงกันมาก ดังนั้นรูปแบบการผันแปรของปริมาณน้ำฝนใน ระดับภูมิภาคและระดับประเทศ (ซึ่งเป็นตัวกำหนดค่าความชุ่มชื้นหรือแห้งแล้งโดยรวมของภูมิภาคหรือของประเทศในแต่ละปี) จึงมีแนวโน้มจะสามารถบอกการผันแปรของปริมาณน้ำฝนรายปีของจังหวัดนครราชสีมาได้เช่นเดียวกัน

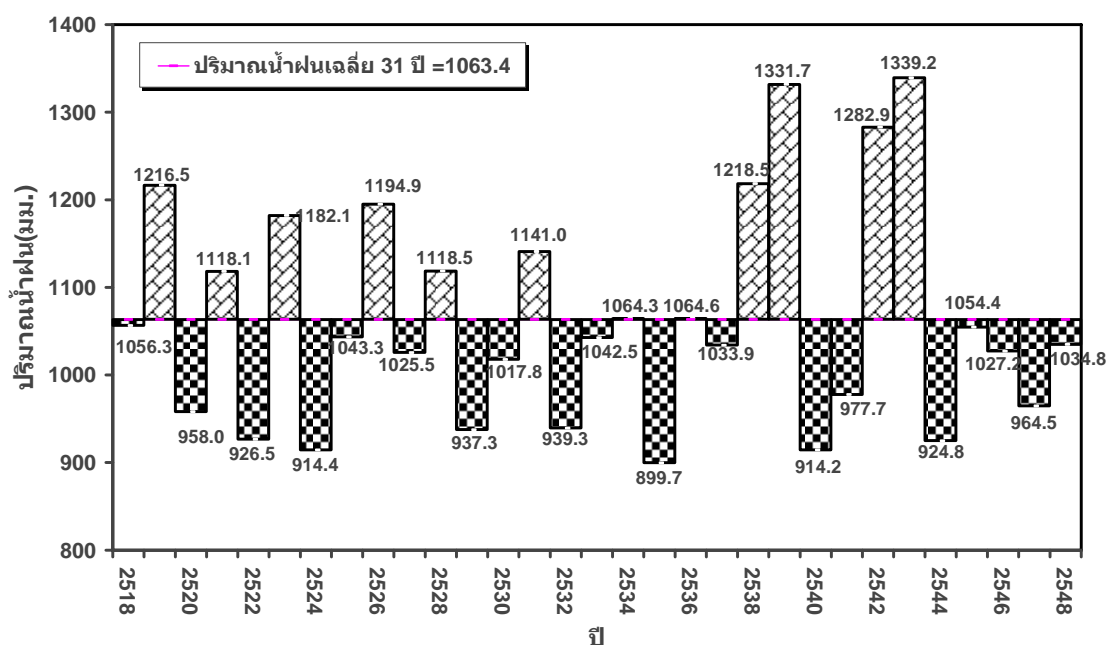
ภาพที่ 3.5 แสดงอัตราการผันแปรของค่าน้ำฝนรายปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของมัน (คือ 1063.4 มิลลิเมตร) ในช่วงปี พ.ศ. 2518-2548 ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงเวลาดังกล่าว จะมีทั้งปีที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมากหรือต่ำมากเมื่อเทียบกับค่าปกติหรือค่าเฉลี่ยระยะยาว (เช่นเกิน $\pm 20\%$ ของค่าปกติ) ซึ่งปีที่มีค่าน้ำฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก เช่น พ.ศ. 2539 หรือ พ.ศ. 2543 จัดว่าเป็นปีชุ่มชื้น (Wet year) ส่วนปีที่มีค่าต่ำกว่ามาก เช่น พ.ศ. 2522 2524 หรือ 2535 จัดว่าเป็นปีแห้งแล้ง (Dry year)

นอกจากนั้น ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายปีดังกล่าว ยังสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ระดับภัยแล้งรายปีของจังหวัดที่ละเอียดยิ่งขึ้นได้เช่นกัน โดยในที่นี้จะวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีภัยแล้ง 2 ตัว คือดัชนีเดไซล์ และดัชนี SPI ระยะ 12 เดือน (SPI-12M) ของเดือนธันวาคม ซึ่งผลการศึกษานี้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 โดยที่การจำแนกระดับของความแห้งแล้งจะอิงจากเกณฑ์ที่แสดงไว้ใน ตารางที่ 2.1 สำหรับดัชนีเดไซล์ และตารางที่ 2.2 สำหรับดัชนี SPI ตามลำดับ ซึ่งจากผลที่ได้ดังกล่าวพบว่าดัชนีทั้งสองประเภทสามารถจำแนกปีที่เกิดภัยแล้งรุนแรงออกมาได้ผลคล้ายคลึงกัน เพียงแต่ใช้ชื่อเรียกที่แตกต่างกัน โดยของดัชนีเดไซล์จัดอยู่ในกลุ่มของภัยแล้งรุนแรง (มีค่าอยู่ระหว่างเดไซล์ที่ 1 และ 2) ส่วนของดัชนี SPI จัดอยู่ในกลุ่มของภัยแล้งระดับปานกลาง (มีค่าดัชนี SPI ระหว่าง -1.0 ถึง -1.49) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าดัชนีเดไซล์มีความอ่อนไหวในการกำหนดระดับความรุนแรงของภัยแล้งมากกว่าดัชนี SPI ที่คำนวณได้ในช่วงเวลาเดียวกัน (เช่นเดียวกับระดับความชุ่มชื้น)

ทั้งนี้สังเกตว่าในช่วง 31 ปีดังกล่าว ไม่ปรากฏว่ามีปีใดที่มีภัยแล้งระดับรุนแรงหรือรุนแรงมากตามดัชนี SPI-12M ที่ใช้เลย (คือมีค่า SPI < -1.5) แสดงให้เห็นว่าความแห้งแล้งรุนแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละปี อาจเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ (เช่นไม่เกิน 3-6 เดือน) ทำให้เมื่อคำนวณตามค่าดัชนี SPI ในรอบ 12 เดือน จึงไม่พบเหตุการณ์ภัยแล้งรุนแรงเกิดขึ้น ดังนั้นหากต้องการใช้ SPI ตรวจสอบความแห้งแล้งรุนแรงซึ่งเกิดในระยะสั้นให้ได้ผลดีขึ้น ควรนำดัชนี SPI ในคาบเวลาที่สั้นลงมาใช้ในการวิเคราะห์ อย่างเช่น SPI-3M หรือ 6M (ดูกราฟในภาพที่ 3.10-3.12 ประกอบ)



ภาพที่ 3.4 กราฟการผันแปรของค่าน้ำฝนรายปีในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ.2518-2548



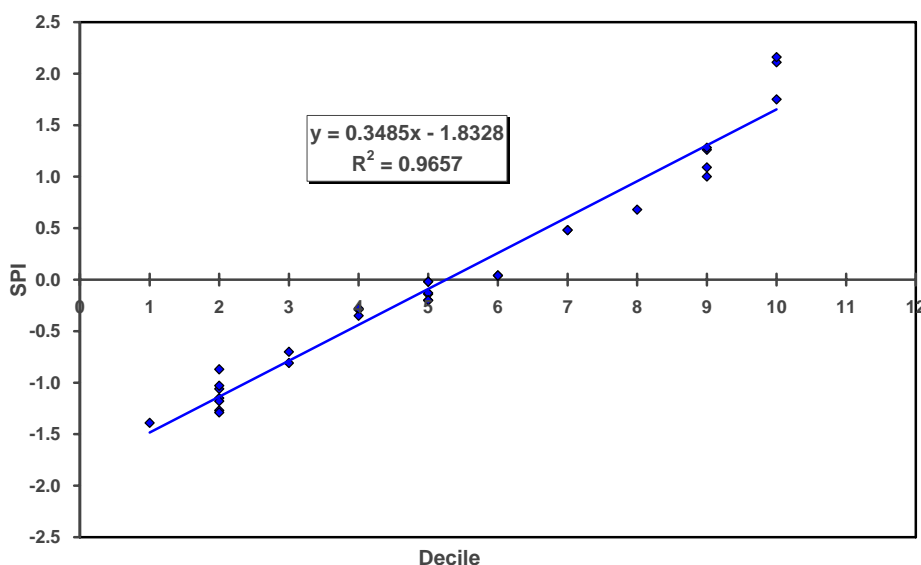
ภาพที่ 3.5 กราฟแท่งแสดงการผันแปรของค่าน้ำฝนรายปีจากค่าเฉลี่ยระยะยาว (1063.4 มิลลิเมตร) ของจังหวัดนครราชสีมาโดยปีที่มีค่าน้ำฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก เช่น ปี พ.ศ. 2539 หรือ 2543 จัดว่าเป็นปีชุ่มชื้น ส่วนปีที่มีค่าต่ำกว่ามาก เช่น ปี พ.ศ. 2522 2524 หรือ 2535 จัดว่าเป็นปีแห้งแล้ง

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์สภาพความแห้งแล้งและชุ่มชื้นรายปีโดยใช้ดัชนี Decile และ SPI-12M

ปี		ปริมาณฝนสุทธิ (มม.)	ดัชนีเดไซต์ 12M (December)		ดัชนี SPI-12M (December)	
พ.ศ.	ค.ศ.		ค่าสุทธิ	ความหมาย	ค่าสุทธิ	ความหมาย
2518	1975	1056.3	5	ปกติ	-0.02	แห้งแล้งเล็กน้อย
2519	1976	1216.5	9	ชุ่มชื้นสูง	1.26	ชุ่มชื้นปานกลาง
2520	1977	958.0	2	แห้งแล้งรุนแรง	-0.87	แห้งแล้งเล็กน้อย
2521	1978	1118.1	7	ชุ่มชื้น	0.48	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2522	1979	926.5	2	แห้งแล้งรุนแรง	-1.15	แห้งแล้งปานกลาง
2523	1980	1182.1	9	ชุ่มชื้นสูง	1.00	ชุ่มชื้นปานกลาง
2524	1981	914.4	2	แห้งแล้งรุนแรง	-1.27	แห้งแล้งปานกลาง
2525	1982	1043.3	5	ปกติ	-0.14	แห้งแล้งเล็กน้อย
2526	1983	1194.9	9	ชุ่มชื้นสูง	1.09	ชุ่มชื้นปานกลาง
2527	1984	1025.5	4	ปกติ	-0.29	แห้งแล้งเล็กน้อย
2528	1985	1118.5	7	ปกติ	0.48	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2529	1986	937.3	2	แห้งแล้งรุนแรง	-1.06	แห้งแล้งปานกลาง
2530	1987	1017.8	4	ปกติ	-0.35	แห้งแล้งเล็กน้อย
2531	1988	1141.0	8	ชุ่มชื้นปานกลาง	0.68	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2532	1989	939.3	2	แห้งแล้งรุนแรง	-1.03	แห้งแล้งปานกลาง
2533	1990	1042.5	5	ปกติ	-0.13	แห้งแล้งเล็กน้อย
2534	1991	1064.3	6	ปกติ	0.04	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2535	1992	899.7	1	แห้งแล้งรุนแรงมาก	-1.39	แห้งแล้งปานกลาง
2536	1993	1064.6	6	ปกติ	0.04	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2537	1994	1033.9	5	ปกติ	-0.20	แห้งแล้งเล็กน้อย
2538	1995	1218.5	9	ชุ่มชื้นสูง	1.28	ชุ่มชื้นปานกลาง
2539	1996	1331.7	10	ชุ่มชื้นสูงมาก	2.11	ชุ่มชื้นสูงมาก
2540	1997	914.2	2	แห้งแล้งรุนแรง	-1.29	แห้งแล้งปานกลาง
2541	1998	977.7	3	แห้งแล้งปานกลาง	-0.70	แห้งแล้งเล็กน้อย
2542	1999	1282.9	10	ชุ่มชื้นสูงมาก	1.75	ชุ่มชื้นสูง
2543	2000	1339.2	10	ชุ่มชื้นสูงมาก	2.16	ชุ่มชื้นสูงมาก
2544	2001	924.8	2	แห้งแล้งรุนแรง	-1.18	แห้งแล้งปานกลาง
2545	2002	1054.4	5	ปกติ	-0.02	แห้งแล้งเล็กน้อย
2546	2003	1027.2	4	ปกติ	-0.28	แห้งแล้งเล็กน้อย
2547	2004	964.5	3	แห้งแล้งปานกลาง	-0.81	แห้งแล้งเล็กน้อย
2548	2005	1034.8	5	ปกติ	-0.20	แห้งแล้งเล็กน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเดไซล์ และดัชนี SPI-12M

เนื่องจากในประเทศไทยมีการใช้ดัชนีเดไซล์ ในการวิเคราะห์รูปแบบการผันแปรของระดับน้ำฝนรายปีกันอยู่เสมอ แต่จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับดัชนี SPI-12M (December) ที่แสดงในตารางที่ 3.1 พบว่าทั้งคู่ให้ผลการศึกษาที่คล้ายคลึงกันมาก จึงอาจเป็นไปได้ที่อาจจะนำดัชนี SPI-12M (December) มาใช้แทนดัชนีเดไซล์รายปีได้ ถ้าดัชนีทั้งสองแบบมีความสัมพันธ์กันสูงมากพอ



ภาพที่ 3.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเดไซล์รายปีและดัชนี SPI-12M (December)

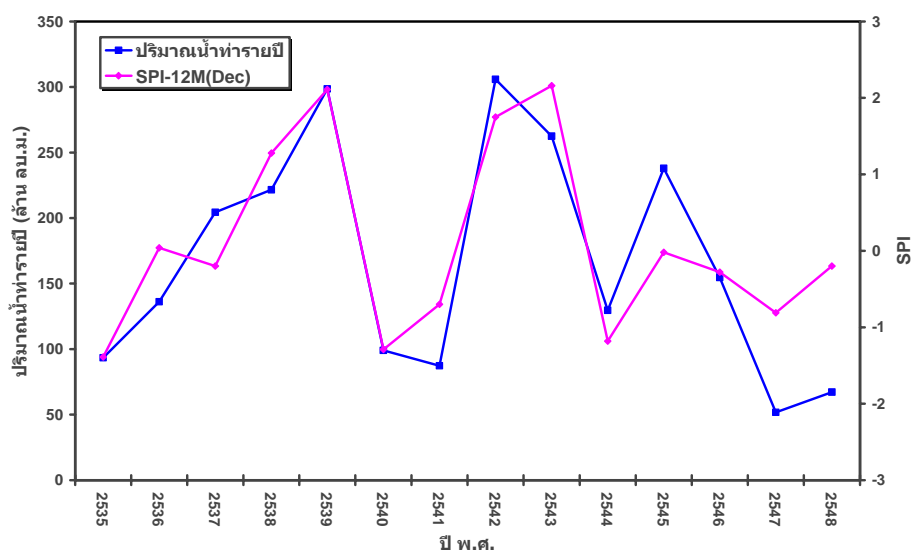
ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ (ภาพที่ 3.6) พบว่าดัชนีทั้งคู่มีความสัมพันธ์ต่อกันที่สูงมาก โดยมีความสัมพันธ์ (R^2) อยู่ที่ประมาณ 0.9657 ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่จะใช้ดัชนีทั้งคู่ทดแทนกันสำหรับการศึกษาระดับความแห้งแล้งในจังหวัดนครราชสีมา โดยมีสิ่งที่ควรต้องคำนึงในเบื้องต้น คือการให้ความหมายของค่าดัชนีแต่ละระดับ ซึ่งอาจแปลความหมายต่างกันไป ดังที่เห็นในตารางที่ 3.1 ซึ่งส่งผลทำให้ได้ผลการจำแนกที่แตกต่างกันไปได้

ความสัมพันธ์ของดัชนี SPI-12M และปริมาณน้ำท่ารายปี

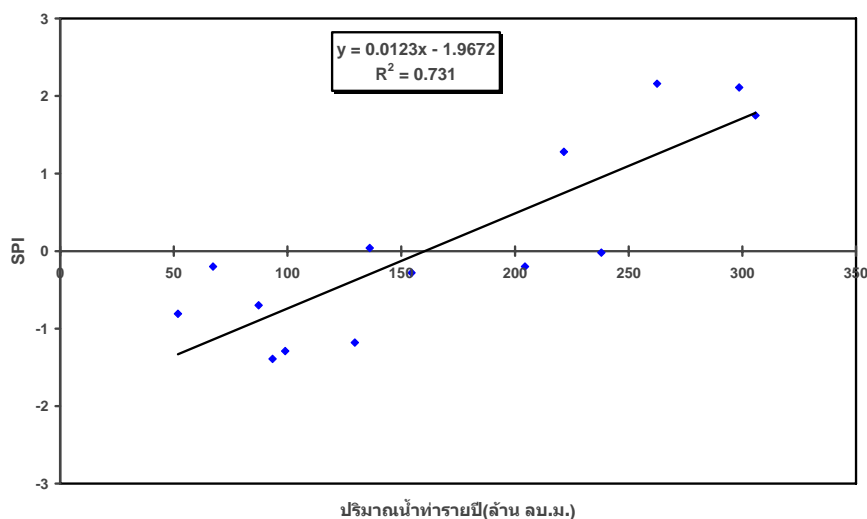
ผลกระทบสำคัญประการหนึ่งของการเกิดภัยแล้ง ก็คือการลดลงของปริมาณน้ำผิวดินสะสมอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเวลาต่อมา (เรียกว่าเป็นภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบถึงความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองตัวแปรดังกล่าว โดยใช้ค่าน้ำท่ารายปีจากสองสถานีตรวจวัดที่สำคัญรวมกัน คือสถานี M43A บริเวณเขื่อนลำตะคอง และสถานี M145 บริเวณเขื่อนลำพระเพลิง และดัชนีภัยแล้ง SPI-12M (December) ของปีเดียวกัน ข้อมูลน้ำท่ารายปี ได้จาก

การตรวจวัดและรวบรวม โดยศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (2552) ของกรมชลประทาน ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2548 ส่วนค่า SPI-12M (December) ในปีเดียวกัน แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

สำหรับผลการศึกษาเบื้องต้น (ภาพที่ 3.7) พบว่าตัวแปรทั้งคู่มีความสัมพันธ์ต่อกัน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) ที่ประมาณ 0.73 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของปัญหาภัยแล้งต่อปริมาณน้ำท่าโดยรวมของจังหวัดได้



(a)

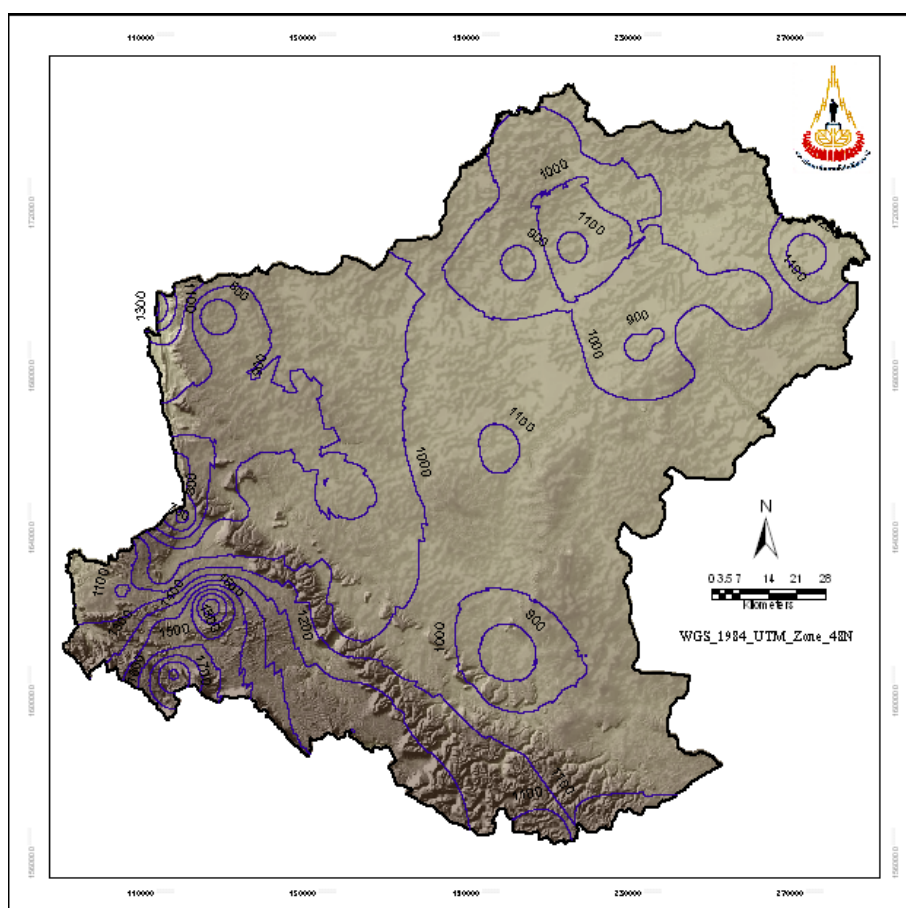


(b)

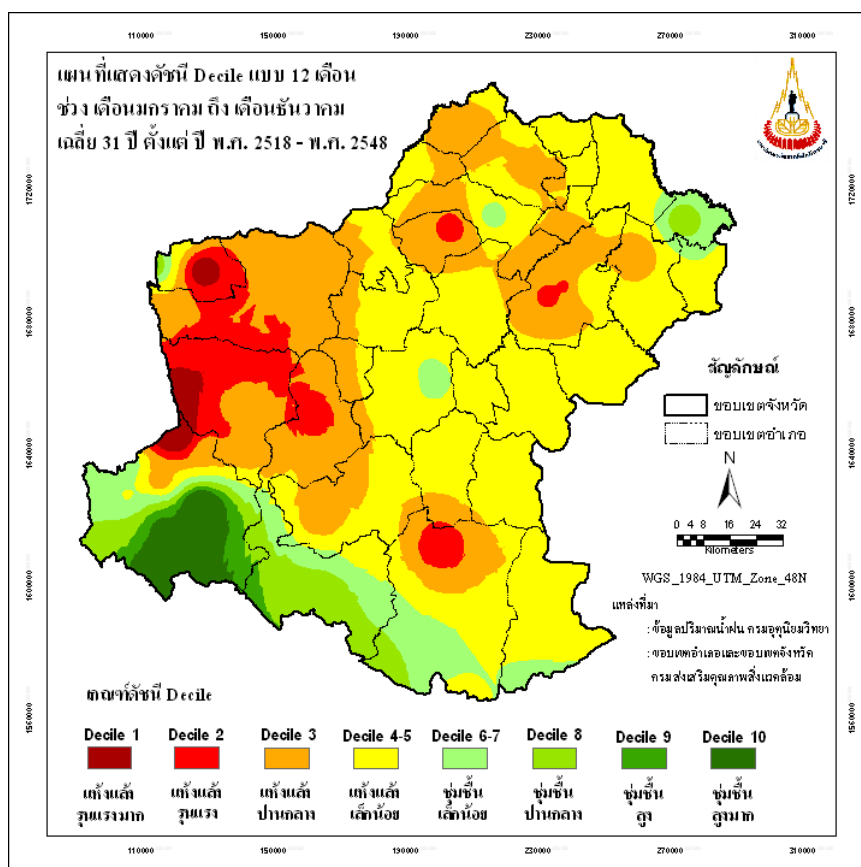
ภาพที่ 3.7 กราฟความสัมพันธ์ของน้ำท่ารายปี (สถานี M145และ M43A) และดัชนี SPI-12M (December) (a) กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบ 3 แกน ระหว่าง ปริมาณน้ำท่ารายปี ดัชนี SPI และ ช่วงปี (b) กราฟแสดงความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นระหว่าง ปริมาณน้ำท่ารายปี กับ ดัชนี SPI

การผันแปรเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระยะยาว

ภาพที่ 3.8 แสดงแผนที่การกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระยะยาว (พ.ศ. 2518-2548) ของจังหวัดนครราชสีมา ภาพที่ 3.9 แสดงการผันแปรจากค่าเฉลี่ย (Rainfall anomaly map) ซึ่งแสดงในรูปของแผนที่ดัชนีเดิไซด์ (ดูข้อมูลในตารางที่ 3.2 ประกอบ) จะเห็นว่าพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำมาก (หรือเขตแห้งแล้งของจังหวัด) มีอยู่ประมาณ 6.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด โดยมากจะกระจุกตัวอยู่ที่บริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัด บริเวณอำเภอสีคิ้ว อำเภอด่านขุนทด กิ่งอำเภอเทพารักษ์ และอำเภอสูงเนิน ทางตอนเหนือของอำเภอครบุรี และบางส่วนของตอนเหนือของจังหวัด ในเขตอำเภอแก้งสนามนาง อำเภอบ้านเหลื่อม อำเภอบัวใหญ่ อำเภอกง และอำเภอขามสะแกแสง ส่วนเขตที่มีปริมาณฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก (หรือเขตชุ่มชื้นของจังหวัด) จะมีอยู่ประมาณ 4.5 เปอร์เซ็นต์ของจังหวัด ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ที่บริเวณด้านใต้ของจังหวัด ซึ่งเป็นเขตภูเขาและป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ในเขตอำเภอปากช่อง อำเภอวังน้ำเขียว และอำเภอครบุรี



ภาพที่ 3.8 แผนที่การกระจายตัวของค่าน้ำฝนเฉลี่ยระยะยาวระดับจังหวัด (Rainfall map)



ภาพที่ 3.9 แผนที่การผันแปรของปริมาณน้ำฝนจากค่าเฉลี่ย (Rainfall anomaly map) แสดงในรูปของแผนที่ดัชนี Decile (ดูข้อมูลในตารางที่ 3.2 ประกอบ)

3.5.2 การผันแปรของค่า SPI รายเดือนตามเวลา

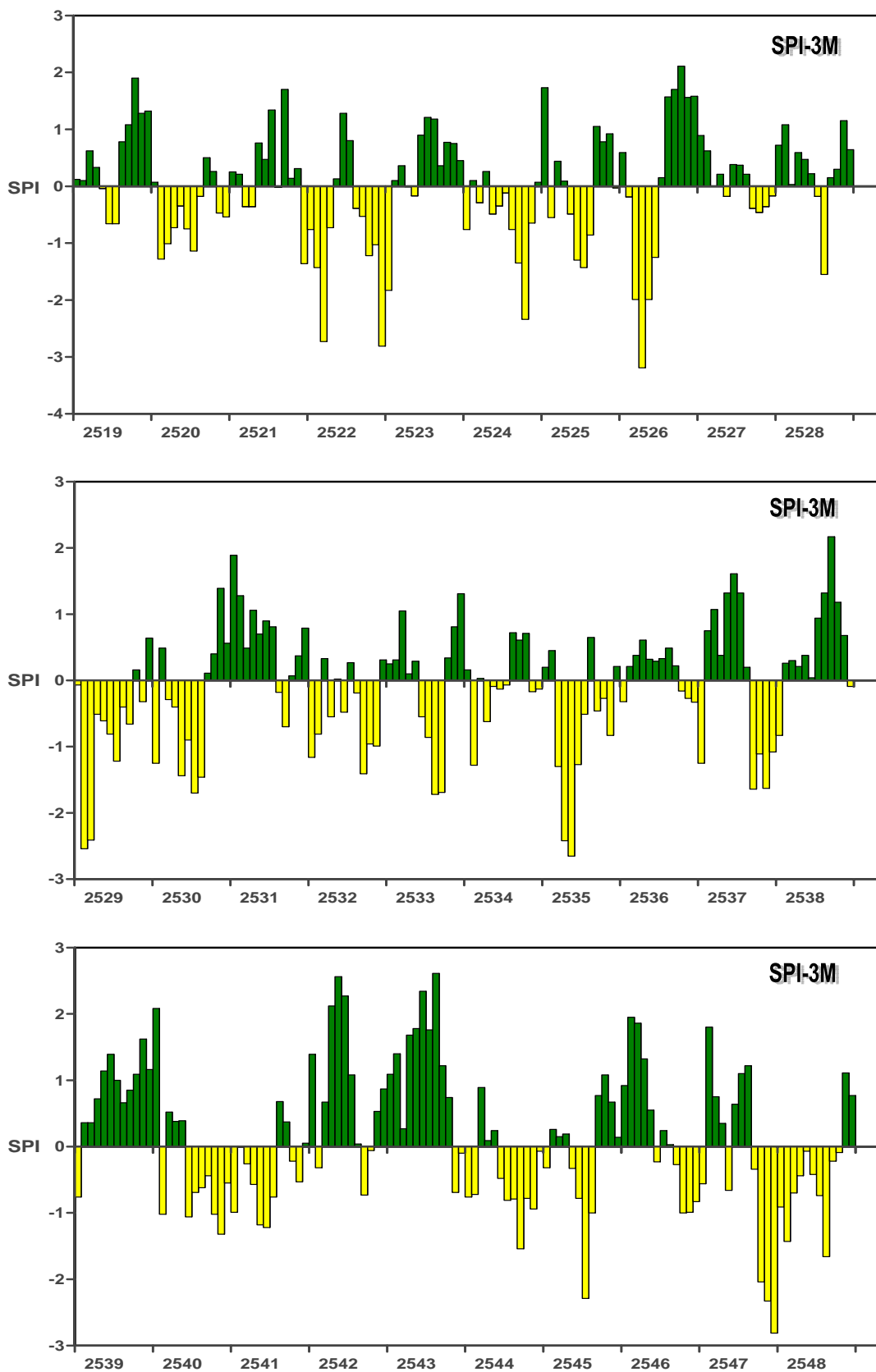
การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาภัยแล้ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมของจังหวัด ซึ่งอาจดูได้จากระดับภัยแล้งของช่วงฤดูเพาะปลูกปกติคือระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ด้วยเหตุนี้ จึงได้พิจารณาเฉพาะการผันแปรของค่า SPI ระยะ 3 6 และ 12 เดือนเป็นหลัก เพราะที่อ่อนไหวกับการผันแปรของน้ำฝนในช่วงสั้น จึงสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดถึงระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นของภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมได้ดี (ดูข้อมูลเพิ่มเติมในบทที่ 2) ในการศึกษาได้คำนวณค่า SPI แต่ละตัวเป็นรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2519-2548 ทั้งหมดจำนวน 360 ค่า และแสดงผลแยกกันไว้ในรูปที่ 3.10 ถึง 3.12 สำหรับค่า SPI ระยะ 3 6 และ 12 เดือนตามลำดับ (ดังตารางที่ 3.3 และข้อมูลที่สมบูรณ์ในภาคผนวกประกอบ)

ทั้งนี้หากพิจารณาจากค่า SPI ระยะ 3 เดือนจะพบว่าปัญหาภัยแล้ง (ขณะที่ $SPI < -1$) ของพื้นที่ที่จะเกิดขึ้นเป็นระยะๆ ทุก 1-2 ปี (ทั้งหมด 56 ครั้งหรือ 15.56% ของเวลาทั้งหมด) โดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2529-2530 และช่วงปี พ.ศ. 2547 ต่อ 2548 สำหรับกรณีความแห้งแล้งสูง

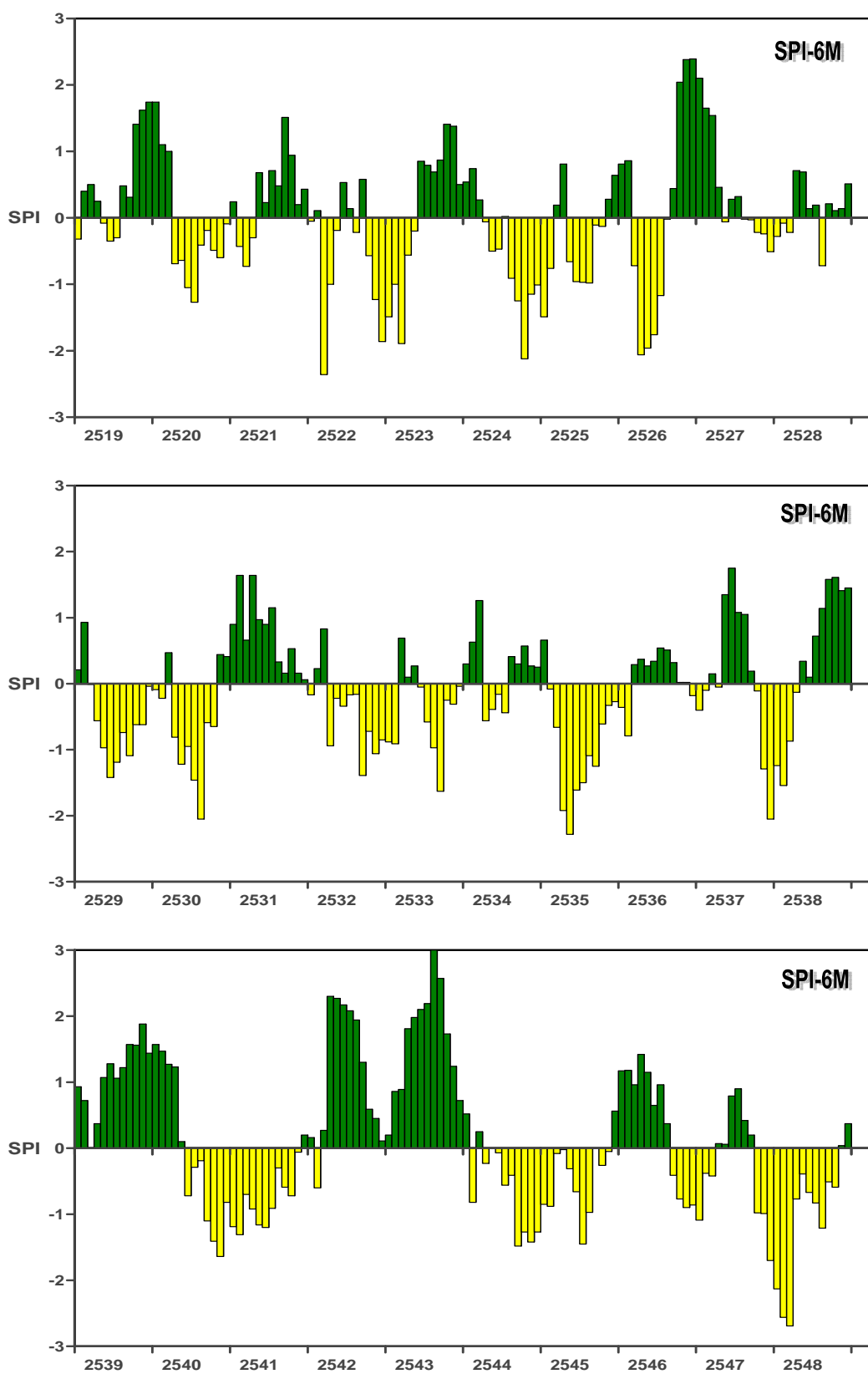
และสูงมาก ($SPI < -1.5$) จะเกิดน้อยกว่า (ทั้งหมด 22 เดือนหรือ 6.11% ของระยะเวลาที่ศึกษาทั้งหมด) หรือจะเกิดประมาณ 2 ปีต่อครั้ง และในแต่ละครั้งจะกินเวลานานประมาณไม่เกิน 1-3 เดือน โดยปีซึ่งเกิดความแห้งแล้งสูงมากขึ้น (มี $SPI < -2$) มีทั้งหมด 8 ปีคือ พ.ศ. 2522 2523 2524 2526 2529 2535 2545 และ 2547 สังเกตว่าค่า SPI ระยะ 3 เดือนดังกล่าว จะมีการผกผันของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เช่น เปลี่ยนจากช่วงแห้งแล้งสูงมาเป็นช่วงเวลาที่ชุ่มชื้นสูงในระยะเวลา 2-3 เดือน ซึ่งสะท้อนธรรมชาติของข้อมูลน้ำฝนในพื้นที่ซึ่งอาจจะมีการผันแปรเป็นอย่างมากในช่วงสั้นๆ ได้ เช่น ขณะที่พายุดีเปรสชันหรือแนวปะทะอากาศผ่านเข้ามาในพื้นที่ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วในจังหวัด และผลของ ค่า SPI ระยะ 3 เดือนจะเป็นตัวบ่งบอกถึงระดับของการผันแปรที่เกิดขึ้นดังกล่าวได้

ซึ่งจากแนวโน้มการผันแปรของค่า SPI ระยะ 3 เดือนดังกล่าวในแต่ละช่วงเวลา อาจนำมาใช้ประโยชน์ในการเตือนภัยแล้งล่วงหน้าต่อเกษตรกรได้ เช่น หากค่าดังกล่าวมีการลดลงอย่างรวดเร็วในระยะ 2-3 เดือนติดต่อกัน บ่งบอกถึงแนวโน้มที่จะเกิดความแห้งแล้งรุนแรงหรือรุนแรงมากขึ้นได้ในเวลาต่อมา ทั้งนี้ในทางปฏิบัติควรจะทำให้ความสนใจกับการผันแปรที่เกิดช่วงฤดูเพาะปลูกมากที่สุดเพราะจะส่งกระทบต่อประชากรมากที่สุด (ดูตัวอย่างข้อมูลในตารางที่ 3.4)

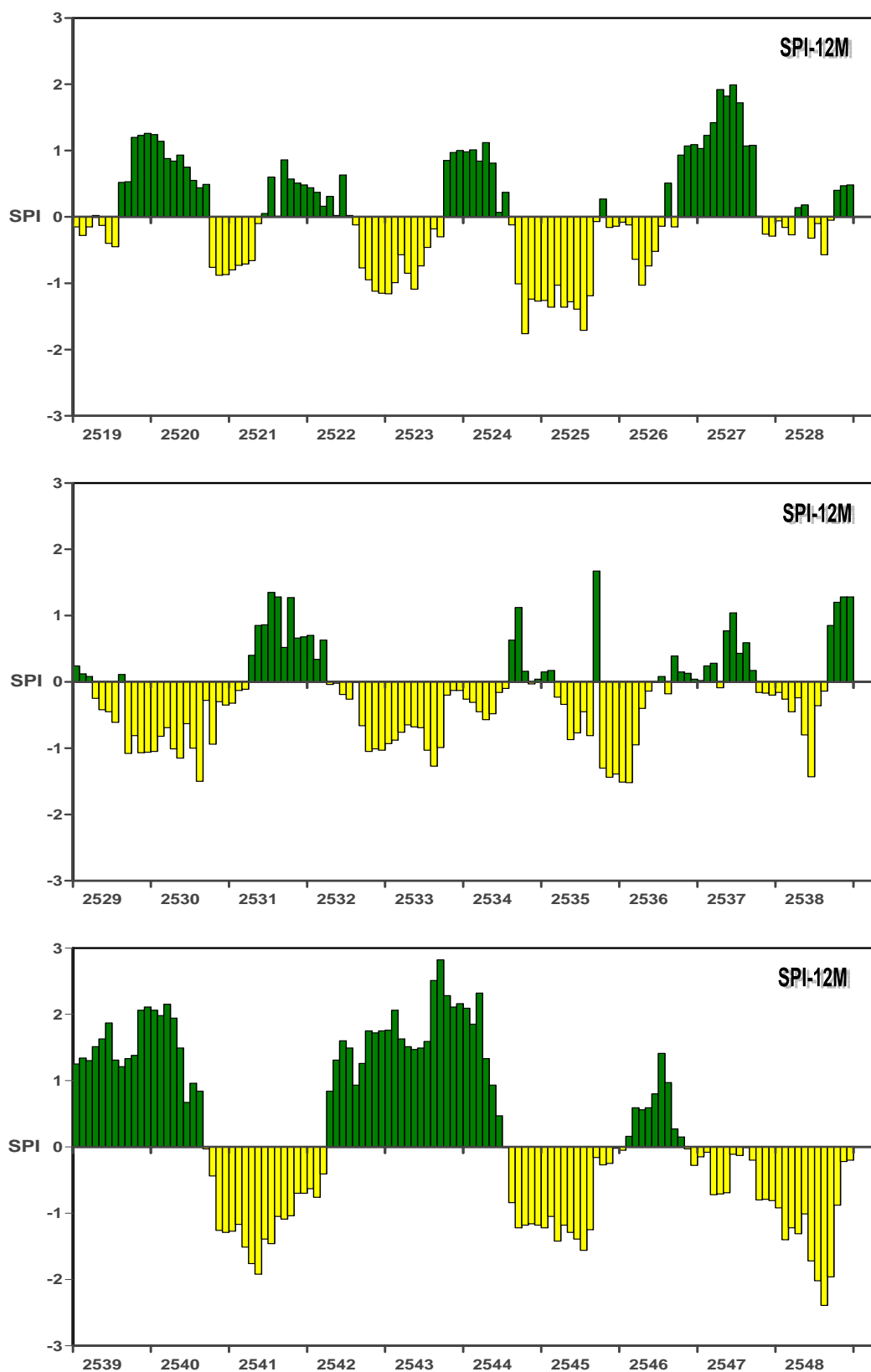
สำหรับการผันแปรของค่า SPI ระยะ 6 เดือนจะสะท้อนถึงการผันแปรของปริมาณน้ำฝนตามฤดูกาลได้ดี โดยที่อัตราการผันแปรของดัชนีแบบ 6 เดือน จะเกิดช้ากว่าของแบบ 3 เดือน ดังนั้น เมื่อดูการผันแปรของมันตามเวลา จะสามารถเห็นช่วงเวลาเกิดของปัญหาภัยแล้งได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยช่วงที่เกิดความแห้งแล้งสูงหรือสูงมากจะมีอยู่ไม่มากนักที่สำคัญคือระหว่างปี พ.ศ. 2522-2526 2530 2535 2538 2540-2541 2544-2545 และ 2547-2548 โดยเดือนที่มีระดับภัยแล้งรุนแรงหรือรุนแรงมาก (มี $SPI < -1.5$) มีอยู่ทั้งหมด 20 เดือนหรือประมาณ 5.56% ของเวลาทั้งหมด



ภาพที่ 3.10 การผันแปรของค่าดัชนี SPI แบบ 3 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548



ภาพที่ 3.11 การผันแปรของค่าดัชนี SPI แบบ 6 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548



ภาพที่ 3.12 การผันแปรของค่าดัชนี SPI แบบ 12 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลการผันแปรของค่าน้ำฝนเทียบกับค่าเฉลี่ยจังหวัด ตามแผนที่เดโชล์ในภาพที่ 3.9

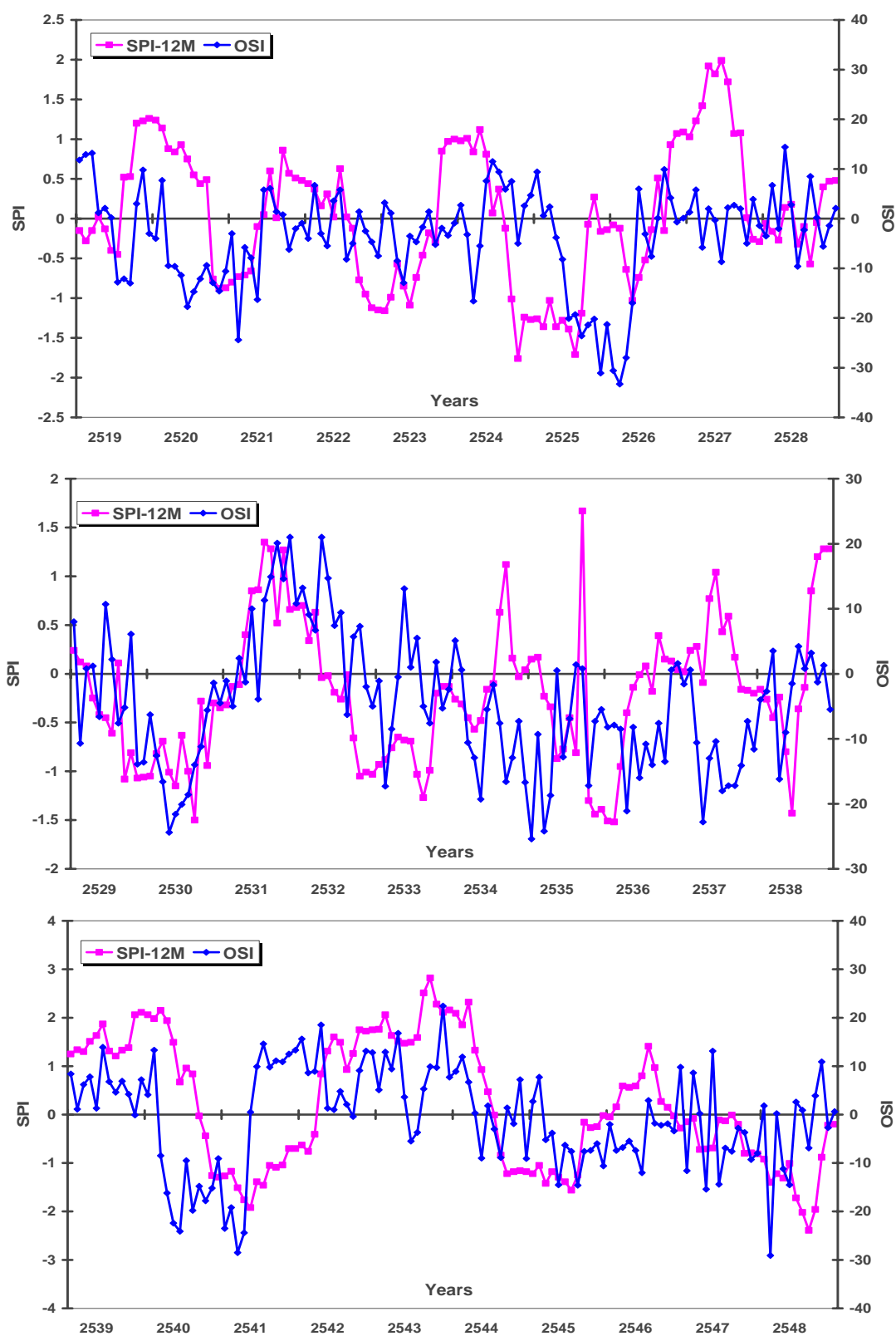
Decile Range	ความหมาย	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	พื้นที่ครอบคลุม	
			ตร.กม.	ร้อยละ
1	แห้งแล้งมากที่สุด	< 780.6	203.47	0.98
2	แห้งแล้งมาก	780.6 - 877.1	1161.29	5.59
3	แห้งแล้งปานกลาง	877.1 - 950.9	2694.83	12.97
4 - 5	แห้งแล้งเล็กน้อย	950.9 - 1077.1	12161.09	58.53
6 - 7	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	1077.1 - 1211.1	2683.13	12.91
8	ชุ่มชื้นปานกลาง	1211.1 - 1297.5	930.67	4.48
9	ชุ่มชื้นมาก	1297.5 - 1421.2	391.96	1.89
10	ชุ่มชื้นมากที่สุด	> 1421.2	550.41	2.65
	รวม		20776.85	100.00

ตารางที่ 3.3 สัดส่วนจำนวนเดือนตามระดับความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นอิงตามดัชนี SPI แบบ 3 และ 12 เดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548 (รวม 360 เดือน)

	ค่าดัชนี SPI	ระดับ	SPI-3M		SPI-6M		SPI-12M	
			เดือน	%	เดือน	%	เดือน	%
ชุ่มชื้น	≥ 2.00	สูงมาก	8	2.22	12	3.33	12	3.33
	1.50 ถึง 1.99	สูง	16	4.44	19	5.28	19	5.28
	1.00 ถึง 1.49	ปานกลาง	35	9.72	28	7.78	38	10.56
	0 ถึง 0.99	เล็กน้อย	130	36.11	115	31.94	86	23.89
แห้งแล้ง	0 ถึง -0.99	เล็กน้อย	115	31.94	131	36.39	137	38.06
	-1.00 ถึง -1.49	ปานกลาง	34	9.44	35	9.72	55	15.28
	-1.50 ถึง -1.99	สูง	12	3.33	11	3.06	11	3.06
	≤ -2.00	สูงมาก	10	2.78	9	2.50	2	0.56

สำหรับการผันแปรของค่าดัชนี SPI ระยะ 12 เดือน จะบ่งบอกถึงการผันแปรของปริมาณน้ำฝนรวมของจังหวัดในระดับฤดูกาลหรือรายปีได้ดี โดยอัตราการผันแปรของค่าดัชนีจะเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้มองเห็นช่วงเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง (มี SPI < -1) ได้ดี โดยช่วงที่เกิดภัยแล้งสำคัญ คือระหว่าง พ.ศ. 2522-2523 2524-2525 2529-2530 2532-2533 2535-2536 2540-2541 2544-2545 และ 2547-2548 โดยเดือนที่มีระดับความแห้งแล้งรุนแรงหรือรุนแรงมาก (มี SPI < -1.5) จะมีอยู่เพียง 13 เดือนหรือประมาณร้อยละ 3.62 ของเวลาทั้งหมด เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงปี พ.ศ. 2529-2538 เป็นช่วงที่มีภัยแล้งเกิดขึ้นเป็นประจำ (ช่วงแห้งแล้งของจังหวัด) แต่ช่วงปี พ.ศ. 2539-2548 มีช่วงที่มีความชุ่มชื้นเพิ่มสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะระหว่างปี พ.ศ. 2539-2540 และ พ.ศ. 2542-2544

โดยทั่วไป ตัวกำหนดการผันแปรของปริมาณน้ำฝนในระดับฤดูกาลหรือระดับปี มักเป็นการผันแปรของสภาพอากาศในระดับทวีปหรือระดับโลก ที่สำคัญคือการอ่อนกำลังลงของลมฝนหรือของแนวร่องฝนในบางปี หรือการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) ซึ่งเชื่อกันว่าอาจส่งผลทำให้เกิดความแห้งแล้งผิดปกติขึ้นได้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมประเทศไทยของเราด้วย (Trenberth and Hoar, 1997) โดยถ้าพิจารณาช่วงเวลาการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา คือปี ค.ศ. 1977-1978 (พ.ศ. 2520-2521) 1979-1980 (พ.ศ. 2522-2523) 1982-1983 (พ.ศ. 2525-2526) 1986-1987 (พ.ศ. 2529-2530) 1990-1992 (พ.ศ. 2533-2535) 1997-1998 (พ.ศ. 2540-2541) 2002-2003 (พ.ศ. 2545-2546) 2004-2005 (พ.ศ. 2547-2548) และ 2006-2007 (พ.ศ. 2549-2550) กับช่วงที่เกิดความแห้งแล้งอย่างรุนแรงของจังหวัดในภาพที่ 3.12 จะเห็นว่ามีความสอดคล้องกันเป็นอย่างมาก แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าการเกิดภัยแล้งที่รุนแรงของจังหวัดนครราชสีมา ได้รับอิทธิพลมาจากการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญอย่างมีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SPI แบบ 12 เดือนกับดัชนี Southern Oscillation Index

ตารางที่ 3.4 การผันแปรของค่า SPI ระยะ 3 และ 6 เดือน ช่วงฤดูเพาะปลูก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548

ปี	SPI- 3M (July)		SPI- 3M (October)		SPI- 6M (October)		
	พ.ศ.	SPI	ความหมาย	SPI	ความหมาย	SPI	ความหมาย
2518		-0.32	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.32	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.04	แห้งแล้งเล็กน้อย
2519		-0.04	แห้งแล้งเล็กน้อย	1.90	ชุ่มชื้นสูง	1.41	ชุ่มชื้นปานกลาง
2520		-0.35	แห้งแล้งเล็กน้อย	0.26	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.49	แห้งแล้งเล็กน้อย
2521		0.76	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.14	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.94	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2522		0.13	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-1.22	แห้งแล้งปานกลาง	-0.57	แห้งแล้งเล็กน้อย
2523		-0.17	แห้งแล้งเล็กน้อย	0.77	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	1.41	ชุ่มชื้นปานกลาง
2524		-0.49	แห้งแล้งเล็กน้อย	-2.34	แห้งแล้งรุนแรงมาก	-2.12	แห้งแล้งรุนแรงมาก
2525		-0.49	แห้งแล้งเล็กน้อย	0.78	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.13	แห้งแล้งเล็กน้อย
2526		-1.99	แห้งแล้งรุนแรง	2.11	ชุ่มชื้นสูงมาก	2.04	ชุ่มชื้นสูงมาก
2527		-0.18	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.46	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.22	แห้งแล้งเล็กน้อย
2528		0.47	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.30	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.11	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2529		-0.61	แห้งแล้งเล็กน้อย	0.16	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.62	แห้งแล้งเล็กน้อย
2530		-1.44	แห้งแล้งปานกลาง	0.40	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.65	แห้งแล้งเล็กน้อย
2531		0.70	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.07	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.53	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2532		0.02	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.96	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.72	แห้งแล้งเล็กน้อย
2533		0.29	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.34	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.25	แห้งแล้งเล็กน้อย
2534		-0.09	แห้งแล้งเล็กน้อย	0.71	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.57	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2535		-2.65	แห้งแล้งรุนแรงมาก	-0.27	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.61	แห้งแล้งเล็กน้อย
2536		0.32	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.16	แห้งแล้งเล็กน้อย	0.02	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2537		1.32	ชุ่มชื้นปานกลาง	-1.11	แห้งแล้งปานกลาง	-0.11	แห้งแล้งเล็กน้อย
2538		0.38	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	1.18	ชุ่มชื้นปานกลาง	1.61	ชุ่มชื้นสูง
2539		1.14	ชุ่มชื้นปานกลาง	1.09	ชุ่มชื้นปานกลาง	1.56	ชุ่มชื้นปานกลาง
2540		0.39	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-1.02	แห้งแล้งปานกลาง	-1.41	แห้งแล้งปานกลาง
2541		-1.18	แห้งแล้งปานกลาง	-0.22	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.72	แห้งแล้งเล็กน้อย
2542		2.56	ชุ่มชื้นสูงมาก	-0.06	แห้งแล้งเล็กน้อย	0.59	ชุ่มชื้นเล็กน้อย
2543		1.78	ชุ่มชื้นสูง	0.74	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	1.73	ชุ่มชื้นสูง
2544		0.24	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-0.78	แห้งแล้งเล็กน้อย	-1.27	แห้งแล้งปานกลาง
2545		-0.33	แห้งแล้งเล็กน้อย	1.08	ชุ่มชื้นปานกลาง	-0.26	แห้งแล้งเล็กน้อย
2546		0.55	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-1.00	แห้งแล้งปานกลาง	-0.77	แห้งแล้งเล็กน้อย
2547		-0.66	แห้งแล้งเล็กน้อย	-2.04	แห้งแล้งรุนแรงมาก	-0.98	แห้งแล้งเล็กน้อย
2548		-0.07	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.09	แห้งแล้งเล็กน้อย	-0.59	แห้งแล้งเล็กน้อย

การคำนวณค่าดัชนีขนาดภัยแล้ง (DMI)

จากค่า SPI รายเดือนที่คำนวณได้ในช่วงที่อยู่ในสภาวะแห้งแล้ง (มีค่า SPI < 0) ของแต่ละปีหรือของแต่ละเหตุการณ์ สามารถนำค่าดังกล่าวมารวมกันแบบถ่วงน้ำหนักเพื่อประมาณความรุนแรงเฉลี่ยของเหตุการณ์หรือของปีได้ ตามสูตร

$$DMI = \sum_{i=1}^N \frac{|SPI_i|}{N} \quad (3.1)$$

โดยที่ DMI คือดัชนีขนาดภัยแล้ง (Drought Magnitude Index) ของช่วงเวลาที่ศึกษา ส่วน $|SPI_i|$ คือค่าสัมบูรณ์ของ SPI เดือนแห้งแล้งที่ i ในช่วงที่ศึกษาส่วน N คือจำนวนเดือนแห้งแล้งทั้งหมดที่อยู่ในช่วงที่ศึกษา โดยความหมายของ DMI จะเป็นเช่นเดียวกับความหมายของ SPI โดยยังมีค่าสูงยิ่งแสดงถึงระดับความแห้งแล้งสะสมรุนแรงมากขึ้น ตัวอย่างผลการคำนวณค่า DMI รายเหตุการณ์ แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 สำหรับกรณีของค่า SPI ระยะ 12 เดือน (คิดเฉพาะกรณีของเหตุการณ์ที่มีค่า SPI < 0 ติดต่อกันหกเดือนขึ้นไป) ส่วนกรณีของค่า DMI รายปีของดัชนี SPI ระยะ 3 6 และ 12 เดือนรายปี แสดงไว้ในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 ค่าดัชนีขนาดภัยแล้งของเหตุการณ์ที่พบจากค่า SPI ระยะ 12 เดือน (ภาพที่ 3.12)

ลำดับ	ช่วงเวลา	จำนวนเดือน	ค่า DMI	ความหมาย
1	10/2520 - 5/2521	8	0.69	แห้งแล้งเล็กน้อย
2	8/2522 - 9/2523	14	1.07	แห้งแล้งปานกลาง
3	8/2524 - 9/2525	14	2.53	แห้งแล้งสูงมาก
4	11/2525 - 7/2526	9	0.51	แห้งแล้งเล็กน้อย
5	9/2529 - 3/2531	19	1.30	แห้งแล้งปานกลาง
6	4/2532 - 7/2534	28	0.73	แห้งแล้งเล็กน้อย
7	3/2535 - 8/2538	6	0.58	แห้งแล้งเล็กน้อย
8	10/2535 - 6/2536	9	1.59	แห้งแล้งสูง
9	10/2537 - 8/2538	11	0.50	แห้งแล้งเล็กน้อย
10	9/2540 - 3/2542	19	2.17	แห้งแล้งสูงมาก
11	7/2544 - 1/2546	19	1.76	แห้งแล้งสูง
12	11/2546 - 12/2548	26	1.77	แห้งแล้งสูง

ตารางที่ 3.6 ค่าดัชนีขนาดภัยแล้ง (DMI) รายปีเปรียบเทียบระหว่างค่า SPI สามแบบ

ปีพ.ศ.	SPI- 3M		SPI- 6M		SPI- 12M	
	จำนวนเดือน	DMI	จำนวนเดือน	DMI	จำนวนเดือน	DMI
2518	6	0.31	5	0.29	1	0.02
2519	3	0.45	4	0.10	6	0.26
2520	9	0.72	9	0.60	3	0.84
2521	4	0.53	3	0.49	5	0.60
2522	9	1.29	8	0.94	5	0.82
2523	3	0.67	5	1.03	9	0.70
2524	9	0.79	8	0.93	5	1.08
2525	6	0.78	8	0.76	11	1.00
2526	5	1.72	6	1.28	8	0.43
2527	5	0.31	6	0.18	2	0.28
2528	2	0.87	4	0.33	7	0.22
2529	10	0.96	10	0.73	8	0.72
2530	7	1.06	9	0.89	12	0.81
2531	2	0.44	-	-	3	0.19
2532	8	0.82	10	0.60	9	0.47
2533	4	1.21	9	0.62	12	0.70
2534	7	0.36	4	0.39	8	0.30
2535	8	1.21	11	1.05	9	0.84
2536	3	0.31	3	0.44	7	0.67
2537	5	1.34	6	0.67	4	0.16
2538	2	0.46	4	0.95	8	0.48
2539	1	0.76	-	-	-	-
2540	8	0.84	7	0.88	4	0.76
2541	9	0.64	11	0.82	12	1.26
2542	3	0.37	1	0.60	3	0.60
2543	2	0.40	-	-	-	-
2544	9	0.77	9	0.84	6	0.93
2545	5	0.94	10	0.55	12	0.92
2546	5	0.66	4	0.74	3	0.12
2547	6	1.46	6	0.93	12	0.43

2548	10	0.67	10	1.24	12	1.27
------	----	------	----	------	----	------

3.5.3 การผันแปรของระดับความแห้งแล้งเชิงพื้นที่

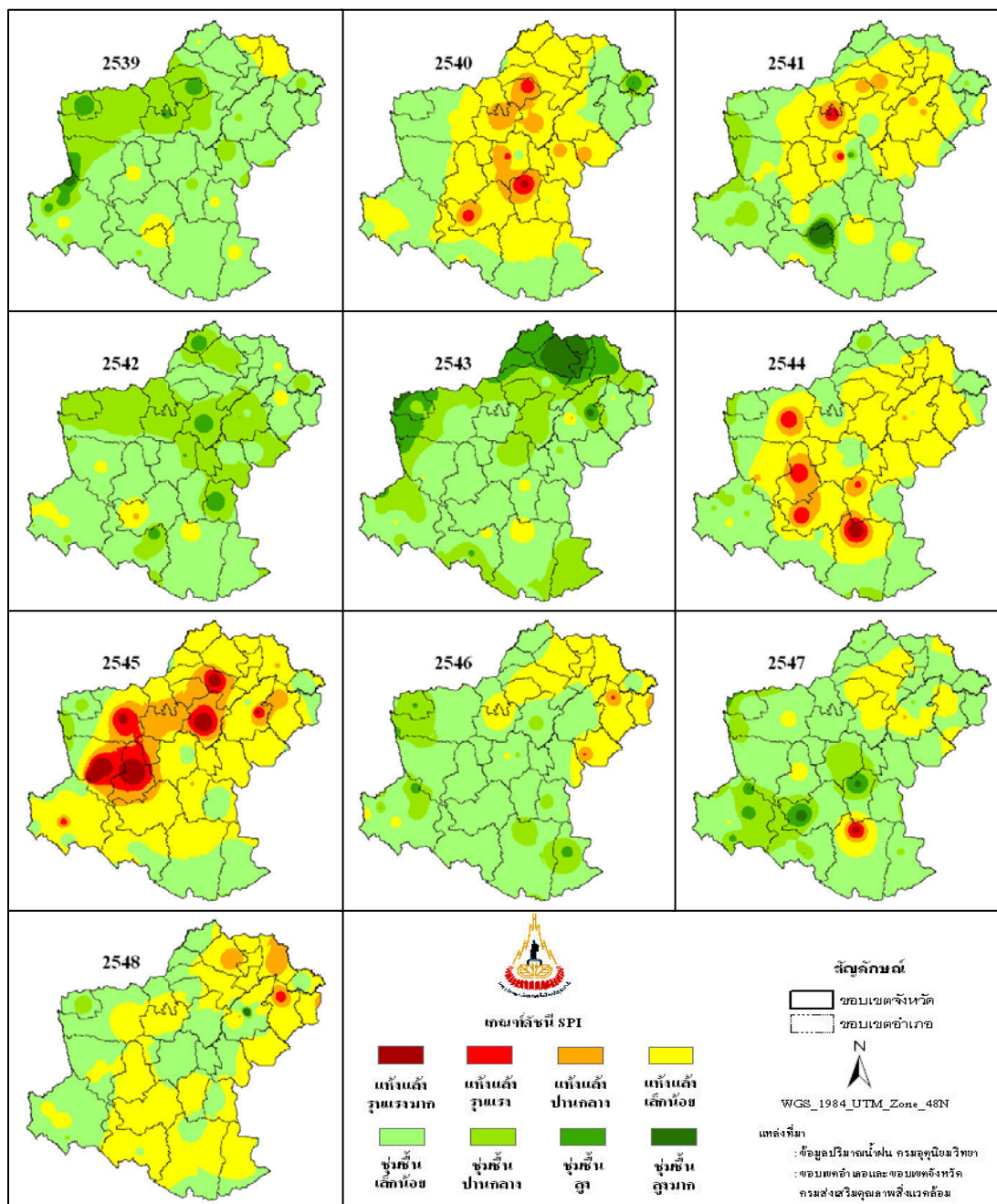
ถึงแม้ว่าการศึกษากการผันแปรของค่า SPI รายเดือน (เช่นในภาพที่ 3.10-3.12) จะทำให้สามารถกำหนดช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้งของจังหวัดและขนาดความรุนแรงโดยเฉลี่ยได้ดี แต่ยังไม่สามารถระบุถึงรายละเอียดเชิงพื้นที่ของภัยแล้งที่เกิด ว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ส่วนใดของจังหวัดบ้าง ซึ่งข้อมูลในส่วนนั้น สามารถหาได้จากการสร้างแผนที่ภัยแล้งของจังหวัดขึ้น โดยดูจากการผันแปรของค่า SPI ระดับจังหวัดในบางเดือนที่สนใจ สำหรับในที่นี้ จะเสนอเฉพาะแผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมาระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 เป็นตัวอย่าง โดยดูเฉพาะภัยแล้งที่เกิดช่วงฤดูเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคมของปีทีเลือกมาดังกล่าว โดยใช้ดัชนี 4 ช่วงเวลา คือ SPI คาบ 3 เดือนของเดือนกรกฎาคม (ดูค่าน้ำฝนสะสมเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม) และเดือนตุลาคม (ดูค่าน้ำฝนสะสมเดือนสิงหาคม-กันยายน) SPI ระยะ 6 เดือนของเดือนตุลาคม (ดูน้ำฝนสะสมระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม) และ SPI ระยะ 12 เดือนของเดือนธันวาคม (ดูน้ำฝนสะสมเดือนมกราคม-ธันวาคม) และผลการศึกษาแสดงไว้ในภาพที่ 3.14-3.21 และตารางที่ 3.7-3.10 ตามลำดับ

หากพิจารณาเฉพาะแผนที่ SPI ระยะ 3 เดือนในภาพที่ 3.14 และ 3.15 จะเห็นมีความแตกต่างกันอยู่พอควร โดยปีที่ประสบความแห้งแล้งรุนแรงค่อนข้างมากตามค่า SPI-3M (July) คือ ปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2545 ส่วนปี พ.ศ. 2541 2547 และ 2548 มีความแห้งแล้งรุนแรงเกิดขึ้นในบางจุด แต่สำหรับ SPI-3M (October) ปีที่เกิดความแห้งแล้งรุนแรงค่อนข้างมาก คือ ปี พ.ศ. 2540 2544 2546 และ 2547 ส่วนปี พ.ศ. 2541 และ 2548 ปรากฏความแห้งแล้งรุนแรงเกิดขึ้นในบางจุด โดยจุดที่เกิดปัญหามาก มักจะตั้งอยู่บริเวณตอนกลางก่อนไปทางฝั่งตะวันตก บริเวณตอนเหนือ และในเขตด้านเหนือของอำเภอครบุรี (ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด) ซึ่งถือเป็นเขตแห้งแล้งซ้ำซากของจังหวัดได้

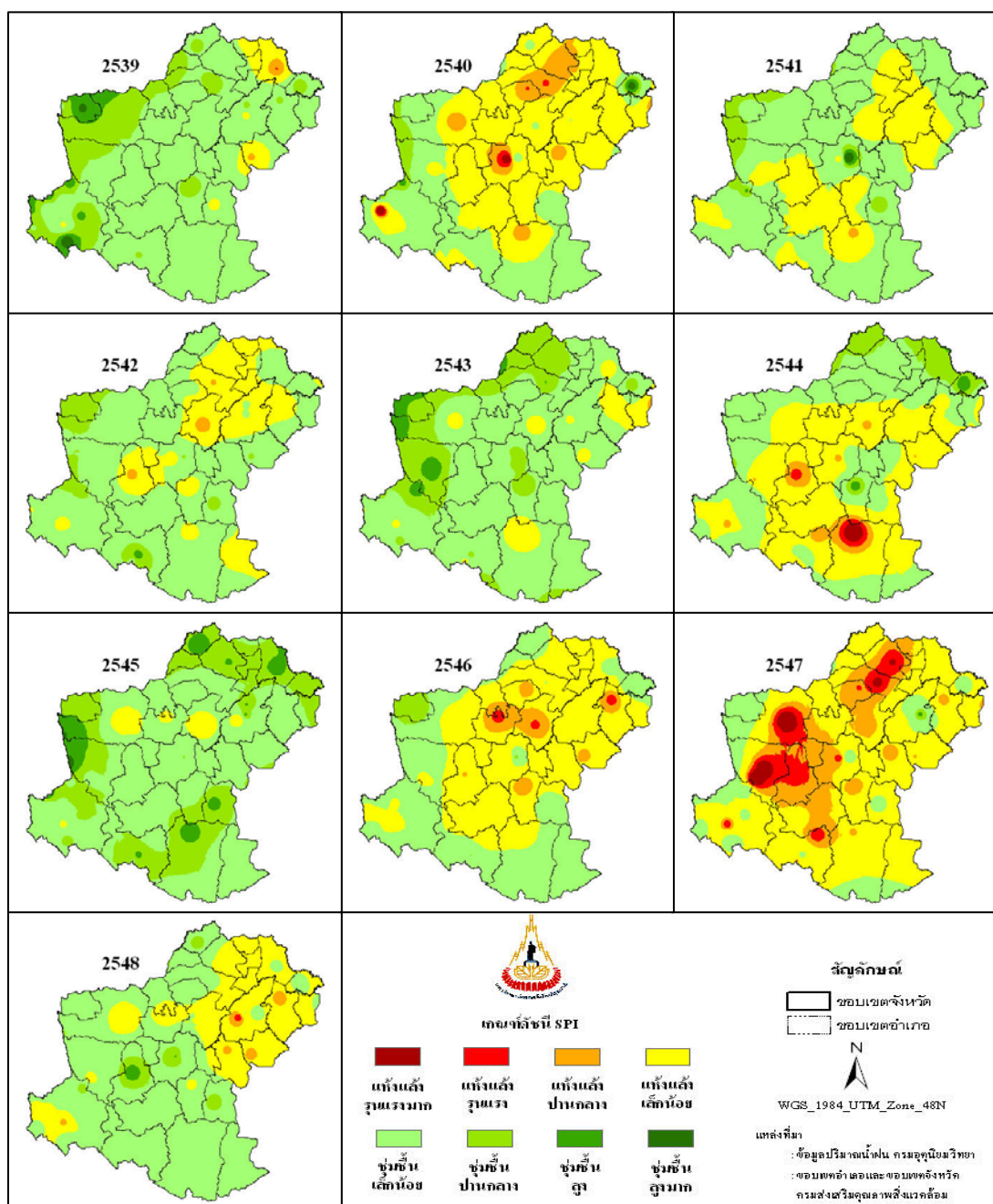
ทั้งนี้ความแตกต่างกันของแผนที่ภัยแล้งทั้งสองแบบในแต่ละปี เป็นตัวบ่งบอกถึงการประสบปัญหาขาดแคลนน้ฝนในช่วงเวลาที่ต่างกันของพื้นที่ โดยที่ SPI-3M (July) จะบ่งบอกถึงการขาดแคลนน้ฝนช่วงเริ่มต้นของฤดูเพาะปลูก (พฤษภาคม-กรกฎาคม) ส่วน SPI-3M (October) บ่งบอก ถึงการขาดแคลนน้ฝนช่วงกลางของฤดูเพาะปลูกขณะที่พืชกำลังเติบโต (สิงหาคม-กันยายน) ดังนั้น ดัชนีแต่ละตัวจึงบ่งบอกถึงผลกระทบต่อการเพาะปลูกในรูปแบบที่ต่างกัน

สำหรับดัชนี SPI ระยะ 6 เดือน คือ SPI-6M (October) นำมาใช้ดูการผันแปรของน้ำฝนสะสมช่วงฤดูเพาะปลูกโดยตรง (พฤษภาคม-ตุลาคม) ซึ่งพบว่า ปีที่เกิดความแห้งแล้งรุนแรงค่อนข้างมากคือปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2547 ส่วนปี พ.ศ. 2541 2545 2546 และ 2548 มีความแห้งแล้งรุนแรงเกิดขึ้นในบางจุด โดยจุดที่เกิดปัญหามาก มักจะตั้งอยู่บริเวณตอนกลางก่อนไปทางทิศใต้

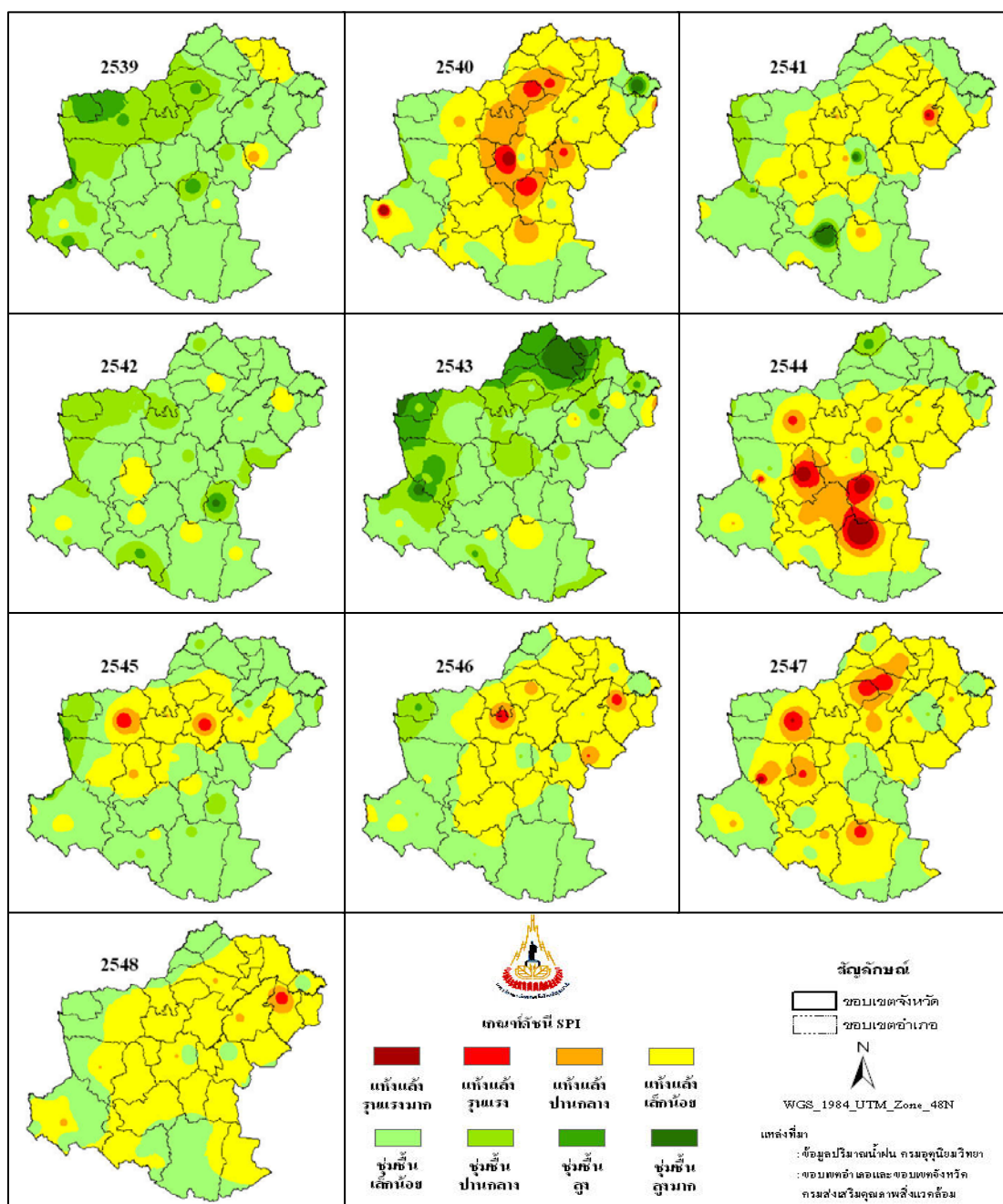
ตอนเหนือบางส่วน และในเขตด้านเหนือของอำเภอครบุรี (ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด) ส่วนแผน
ที่ SPI ระยะ 12 เดือน คือ SPI-12M (December) ให้ผลส่วนใหญ่คล้ายกับของ SPI-6M (October)



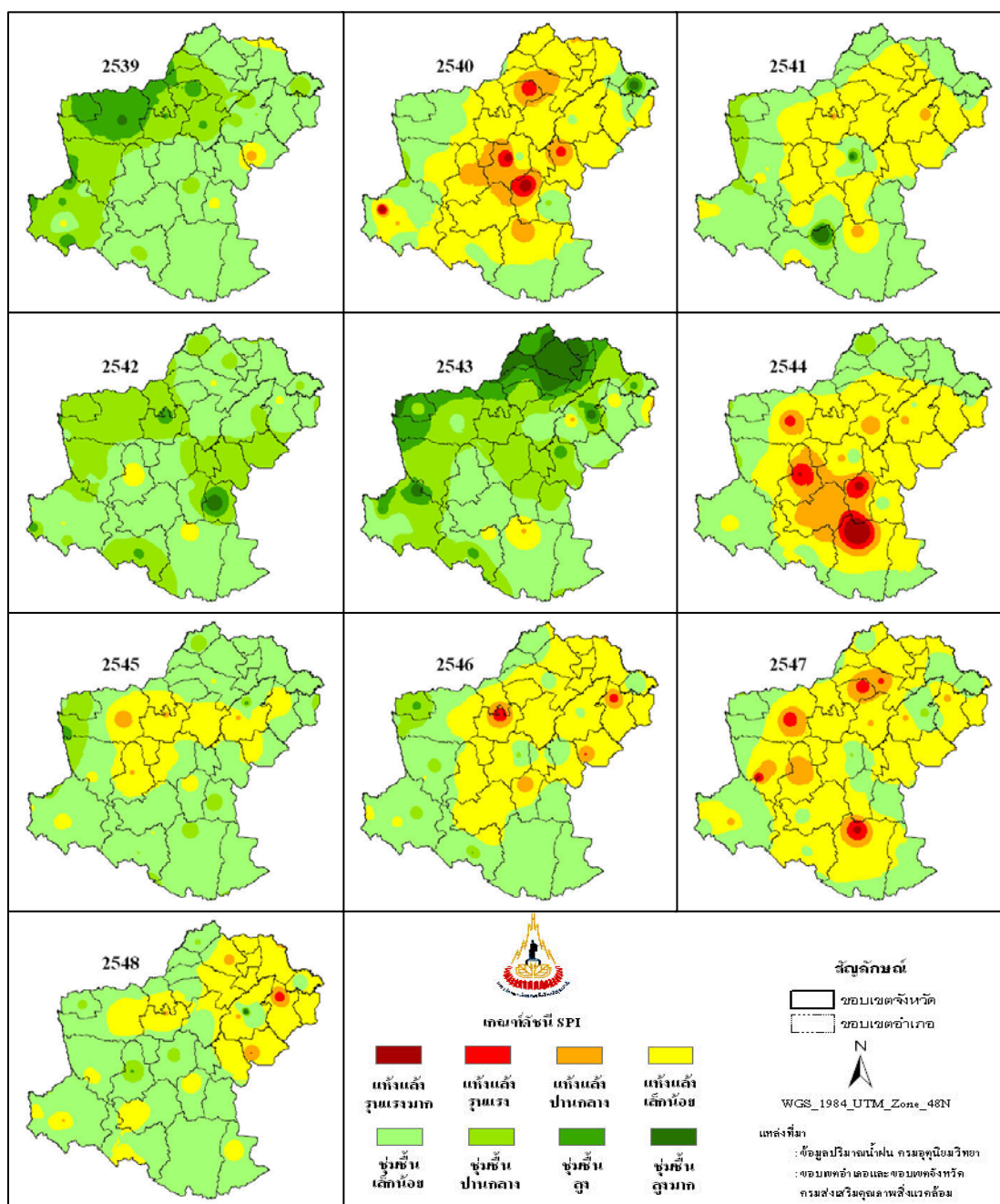
ภาพที่ 3.14 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามค่า SPI-3M (July) ซึ่งจะ
บ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมระหว่างเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคมของแต่ละปี
จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกันในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548)



ภาพที่ 3.15 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-3M (October) ซึ่งบ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมในระหว่างเดือนสิงหาคมและตุลาคมของแต่ละปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกันในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548)



ภาพที่ 3.16 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-6M (October) ซึ่งบ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมในระหว่างเดือนพฤษภาคมและตุลาคมของแต่ละปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกันในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548)



ภาพที่ 3.17 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-12M (December) ซึ่งบ่งบอกระดับการผันแปรของค่าน้ำฝนสะสมระหว่างเดือนมกราคมและธันวาคมของแต่ละปี จากค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาเดียวกันในรอบ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548)

ตารางที่ 3.7 สัดส่วนพื้นที่แห้งแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-3M (July) ในภาพที่ 3.14

ปี พ.ศ.	ระดับความแห้งแล้ง (ตร.กม.)				รวมพื้นที่ประสบภัย	
	เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง	รุนแรงมาก	ตร.กม.	ร้อยละ
2539	1293.30	-	-	-	1293.30	6.22
2540	10921.33	1672.30	262.36	20.59	12876.59	61.98
2541	8370.40	459.88	83.92	0.68	8914.88	42.91
2542	878.14	14.77	-	-	892.91	4.30
2543	419.32	3.20	-	-	422.52	2.03
2544	10158.17	1260.30	458.42	77.20	11954.09	57.54
2545	11566.69	2859.29	1241.58	664.16	16331.72	78.61
2546	4447.35	202.81	8.21	-	4658.37	22.42
2547	3186.21	110.62	71.63	21.65	3390.11	16.32
2548	11155.70	589.27	40.84	-	11785.81	56.73

ตารางที่ 3.8 สัดส่วนพื้นที่แห้งแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-3M (October) ในภาพที่ 3.15

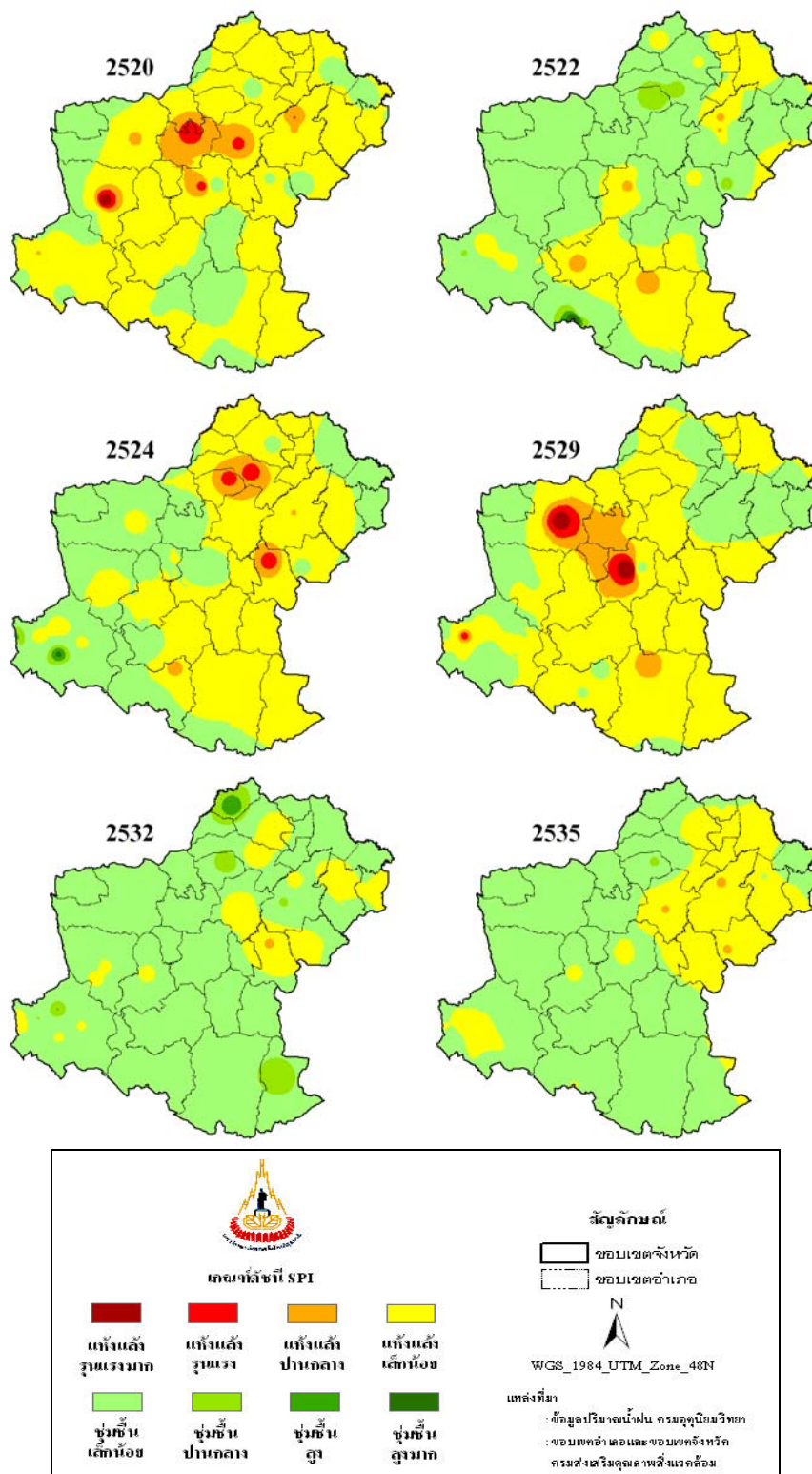
ปี พ.ศ.	ระดับความแห้งแล้ง (ตร.กม.)				รวมพื้นที่ประสบภัย	
	เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง	รุนแรงมาก	ตร.กม.	ร้อยละ
2539	1047.94	113.00	2.50	-	1163.45	5.60
2540	11535.09	1473.70	98.26	52.86	13159.91	63.34
2541	6467.27	37.33	-	-	6504.59	31.31
2542	5248.52	128.96	-	-	5377.48	25.88
2543	1576.79	11.84	-	-	1588.63	7.65
2544	9973.47	693.39	192.52	128.07	10987.45	52.88
2545	773.36	-	-	-	773.36	3.72
2546	11248.21	1071.34	124.49	-	12444.04	59.89
2547	12392.42	3819.53	1388.49	385.11	17985.55	86.57
2548	6223.77	220.66	16.11	-	6460.54	31.09

ตารางที่ 3.9 สัดส่วนพื้นที่แห้งแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-6M (October) ในภาพที่ 3.16

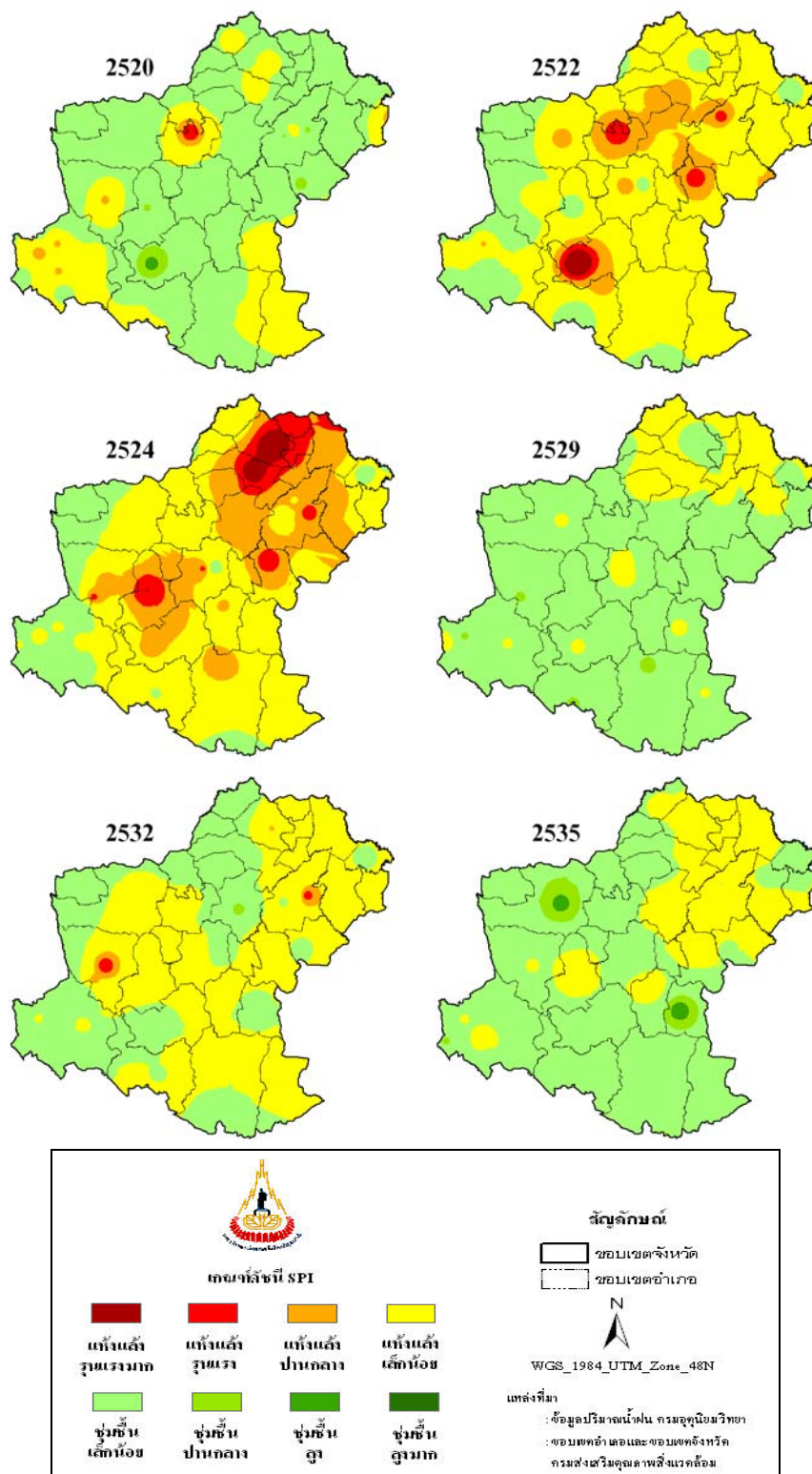
ปี พ.ศ.	ระดับความแห้งแล้ง (ตร.กม.)				รวมพื้นที่ประสบภัย	
	เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง	รุนแรงมาก	ตร.กม.	ร้อยละ
2539	994.03	55.16	-	-	1049.19	5.05
2540	11394.50	2951.89	495.43	92.56	14934.37	71.88
2541	8876.47	192.89	35.53	6.20	9111.09	43.85
2542	1293.10	-	-	-	1293.10	6.22
2543	801.38	19.25	0.37	-	821.00	3.95
2544	9554.87	1920.12	671.77	413.37	12560.14	60.45
2545	5847.72	370.85	137.05	-	6355.62	30.59
2546	10173.02	507.49	102.06	-	10782.56	51.90
2547	12156.69	1777.70	452.36	17.47	14404.22	69.33
2548	14199.58	262.72	54.79	-	14517.08	69.87

ตารางที่ 3.10 สัดส่วนพื้นที่แห้งแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ SPI-12M (Dec) ภาพที่ 3.17

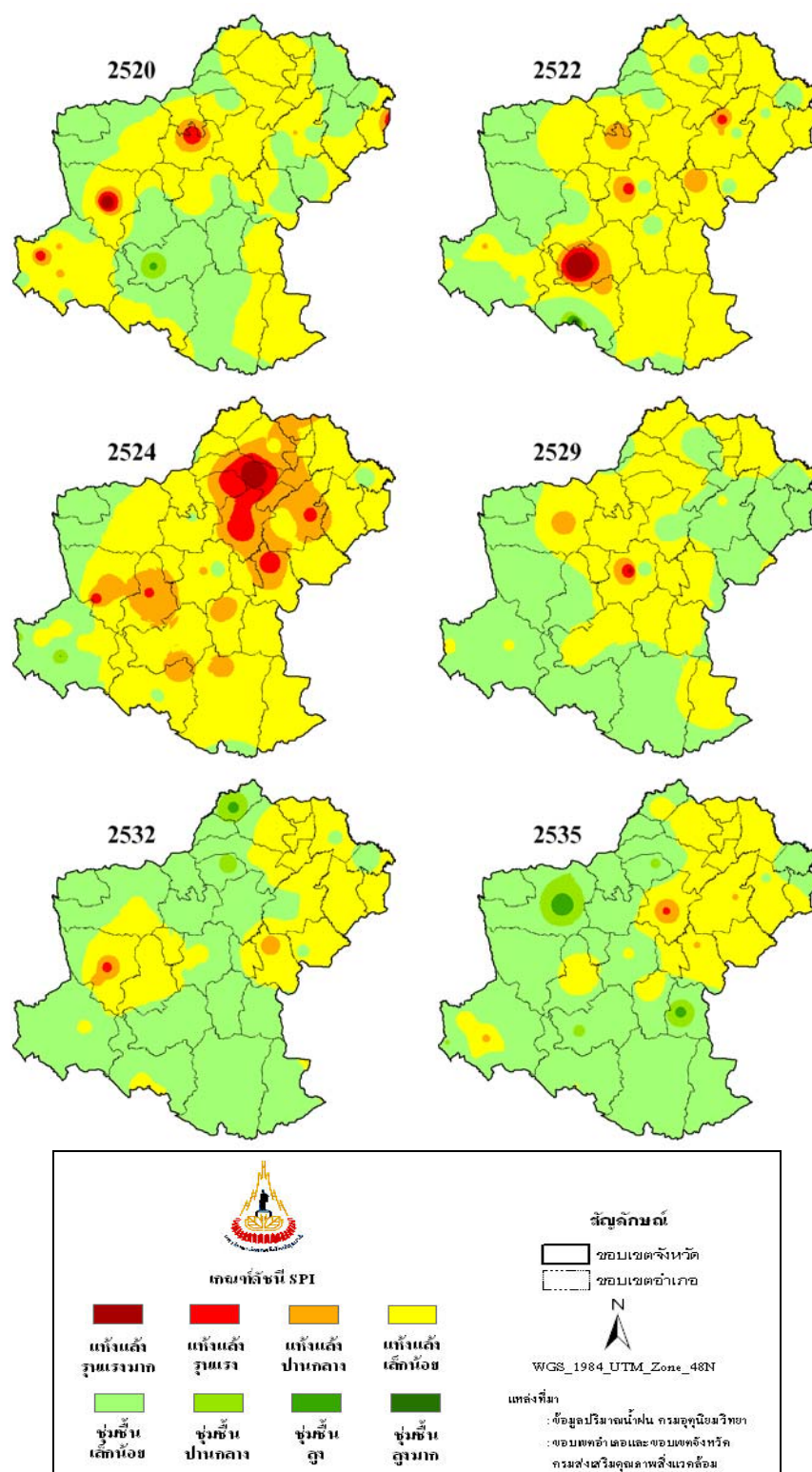
ปี พ.ศ.	ระดับความแห้งแล้ง (ตร.กม.)				รวมพื้นที่ประสบภัย	
	เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง	รุนแรงมาก	ตร.กม.	ร้อยละ
2539	401.82	38.63	-	-	440.45	2.12
2540	12001.70	2102.50	351.09	89.34	14544.64	70.00
2541	9402.84	123.87	-	-	9526.71	45.85
2542	362.84	-	-	-	362.84	1.75
2543	715.02	22.83	-	-	737.85	3.55
2544	10004.13	2342.88	609.89	276.78	13,233.68	63.69
2545	4877.69	142.05	-	-	5019.74	24.16
2546	9784.16	493.31	97.48	-	10374.95	49.94
2547	12742.48	1438.35	296.12	27.22	14504.17	69.81
2548	7147.62	272.29	36.01	-	7455.92	35.89



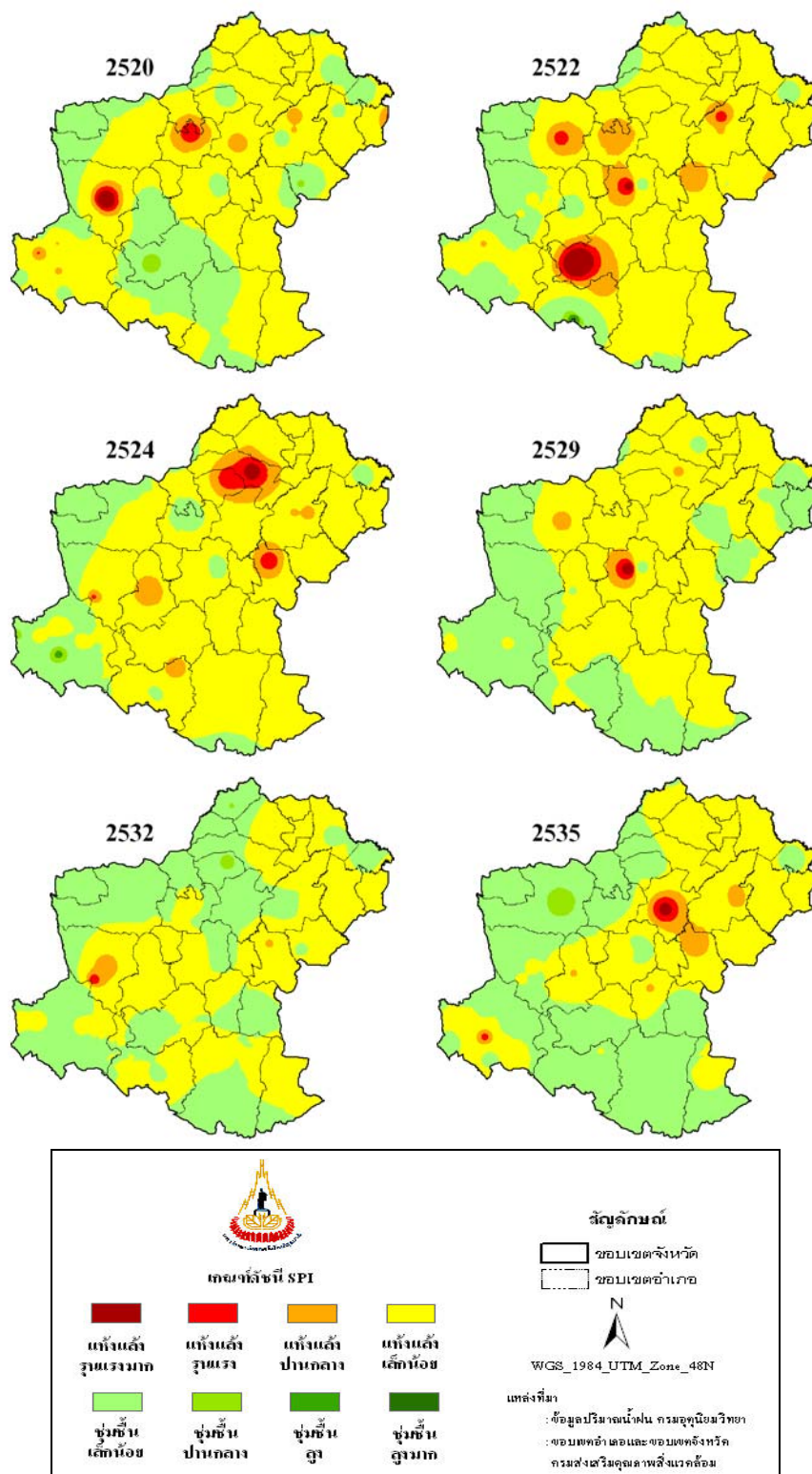
ภาพที่ 3.18 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-3M (July)



ภาพที่ 3.19 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-3M (October)



ภาพที่ 3.20 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-6M (October)



ภาพที่ 3.21 แผนที่ภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปีที่ประสบกับภัยแล้งรุนแรง อิงตามดัชนี SPI-12M (December)

3.6 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เน้นที่การนำดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) มาใช้สำหรับวิเคราะห์ปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดในจังหวัดนครราชสีมาระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548 อิงตามการผันแปรของปริมาณน้ำฝนระดับจังหวัดทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งผลการศึกษาระดับภัยแล้งรายปี โดยใช้ดัชนีเดไซล์และ SPI-12M (December) ในตารางที่ 3.1 พบว่ามีปัญหาภัยแล้งก่อนข้างรุนแรงเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2520 2522 2524 2529 2532 2535 2540 และ 2544 สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่เคยรายงานมาก่อน นอกจากนี้ ยังพบว่า ค่าของดัชนี SPI-12M (December) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญกับค่าดัชนีเดไซล์รายปี (ภาพที่ 3.6) และปริมาณน้ำท่ารายปีของสถานีวัดเขื่อนลำพระเพลิงและเขื่อนลำตะคองรวมกัน (ภาพที่ 3.7)

สำหรับผลการวิเคราะห์การผันแปรรายเดือนของค่า SPI ระยะ 3 6 12 เดือนระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548 (รูปที่ 3.10-3.12) พบว่าค่า SPI ระยะ 3 เดือนอาจจะผันแปรไปได้อย่างมากในช่วงเวลาอันสั้น (เช่น ในระยะ 2-3 เดือน) แสดงถึงระดับความอ่อนไหวของตัวดัชนี กับการผันแปรของน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น ขณะเกิดพายุดีเปรสชันหรือแนวปะทะอากาศ ผ่านเข้ามาในพื้นที่ ขณะที่ดัชนี SPI ระยะ 6 และ 12 เดือนจะมีการผันแปรของข้อมูลที่ช้ากว่าโดยเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองที่ช้ากว่าของดัชนีทั้งสองตัว ต่อการผันแปรปริมาณน้ำฝนในระยะสั้น แต่ว่ามันจะเป็นตัวบ่งบอกถึงการผันแปรของปริมาณน้ำฝนในระดับฤดูกาลหรือระดับปีได้ดี

นอกจากนี้ยังพบว่าคาบการผันแปรของค่า SPI ระยะ 12 เดือนช่วงที่เกิดความแห้งแล้งรุนแรง มีความสอดคล้องเป็นอย่างมากกับช่วงของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) ในเขตมหาสมุทรแปซิฟิก แสดงให้เห็นว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีอิทธิพลเป็นอย่างสูงต่อการผันแปรของปริมาณน้ำฝน ระยะยาวของจังหวัด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยบางชิ้นที่รายงานมาก่อนหน้านี้ และในงานวิจัยนี้ยังได้เสนอดัชนีตัวใหม่ สำหรับใช้ประมาณความรุนแรงของความแห้งแล้งรายปีหรือรายเหตุการณ์ เรียกว่า ดัชนีขนาดภัยแล้ง (DMI) นิยามตามสมการ 3.1 และตัวอย่างการประยุกต์ใช้บางส่วนได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 (วิเคราะห์รายเหตุการณ์) และ 3.6 (วิเคราะห์รายปี)

สำหรับการวิเคราะห์การผันแปรของระดับภัยแล้งเชิงพื้นที่ ในที่นี้เน้นไปที่การศึกษาภัยแล้งที่เกิดในช่วงฤดูเพาะปลูกของจังหวัด (พฤษภาคม-ตุลาคม) ดังนั้นจึงใช้ดัชนี SPI แบบ 3M (July and October) 6M (October) และ 12M (December) เป็นตัวแทนเพื่อกำหนดระดับภัยแล้งของแต่ละพื้นที่ ระหว่างปี พ.ศ. 2539-3548 ซึ่งพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าว พื้นที่ส่วนใหญ่มักจะประสบภัยแล้งอยู่เสมอ โดยจุดซึ่งเกิดปัญหามาก มักตั้งอยู่บริเวณตอนกลางก่อนไปทางฝั่งตะวันตกและทางตอนใต้ของพื้นที่ และเขตด้านเหนือของอำเภอครบุรี (ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด) ซึ่งอาจถือเป็นเขตแห้งแล้งซ้ำซากของจังหวัดได้ (ภาพที่ 3.14-3.17) อย่างไรก็ตาม แผนที่ที่ได้จากดัชนีแต่ละตัวใน

แต่ละปี มักมีรายละเอียดแตกต่างกันอยู่พอควร ดังนั้น การแปลความหมายและคาดการณ์ถึงผลกระทบที่เกิดตามมา ควรทำด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องมากที่สุด

3.7 รายการอ้างอิง

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (2552). ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพน้ำท่า [On-line]. Available:<http://hydro-4.com/4runoffdata/runoff.htm>

Bussay, A., Szinell, C. and Szentimery, T. (1999). **Investigation and Measurements of Drought in Hungary**. Hungarian Meteorological Service, Budapest, Hungary.

Downing, T.E., and Bakker, K. (2000). **Drought discourse and vulnerability**. Quoted in Wilhite, D.A. (2000). **Drought: A Global Assessment, Natural Hazard and Disaster Series**. UK: Routledge.

Edwards, D.C. and McKee, T.B. (1997). Characteristics of 20th century drought in the United State at multiple timescale. **Climatology Report No. 97-2**. Fort Collins: Colorado State University.

Gidding, L., Soto, M., Rutherford, B.M. and Maarouf, M. (2005). Standardized precipitation index zone for Mexico. **Atmosfera**. 18: 33-56.

Hayes, M.J., Svoboda, M.D., Wilhite, D.A. and Vanyarkho, O.V. (1999). Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. **Bulletin of the American Meteorological Society**. 80: 429-438.

Labeledzki, L. (2007). Estimation of local drought frequency in central Poland using the Standardized Precipitation Index SPI. **Irrigation and Drain**. 56: 67-77.

Lana, X., Serra, C. and Burgueno, A. (2001). Pattern of monthly rainfall shortage and excess in terms of the Standardied Precipitation Index for Catalonia (NE Spain). **International Journal of Climatology**. 21: 1669-1691.

Lloyd-Hughes, B. and Saunders, M.A. (2000). A drought climatology for Europe. **International Journal of Climatology**. 22: 1571-1592.

- Loukas, A. and Vasiliades, L. (2004). Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics in Thessaly region, Greece. **Natural Hazard and Earth System Sciences**. 4: 719-731.
- McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In **Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology** (pp 179-184). Anaheim, California :American Meteorological Society.
- McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1995). Drought monitoring with multiple time scales. In **Proceedings of the 9th Conference on Applied Climatology** (pp 233-236). Dallas, Texas: American Meteorological Society.
- Morid, S., Smakhtin, S. and Moghaddasi, M. (2006). Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran. **International Journal of Climatology**. 26: 971-985.
- National Drought Mitigation Center. (2009). Monitoring Drought [On-line]. Available: http://drought.unl.edu/monitor/spi/program/spi_program.htm
- Piechota, T.C. and Dracup, J.A. (1996). Drought and Regional Hydrologic Variations in the United States: Associations with the El Nino/Southern Oscillation. **Water Resources Research**. 32(5): 1359-1373.
- Quiring, S.M. and Papakryiakou, T.N. (2003). An evaluation of agricultural drought indices for the Canadian praires. **Agricultural and Forest Meteorology**. 118: 49-62.
- Sims, A.P., Niyogi, D.S. and Raman, S. (2002). Adopting drought indices for estimating soil moisture: a North Carolina case study. **Geophysical Research Letters**. 29(28): 1183.
- Szalai, S. and Szinell, C. (2000). Comparison of two drought indices for drought monitoring in Hungary a case study. In Vogt, J.V. and Somma, F. (eds). **Drought and Drought Mitigation in Europe** (pp 1661-166). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Trenberth, K.E. and Hoar, T.J. (1997). El Niño and climate change. **Geophysical Research Letters**. 24: 3057-3060.

- Wilhite, D.A. (1993). The enigma of drought, Chapter 1. In Wilhite, D.A. (ed). **Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies** (pp 3-17). Boston: Kluwer Academic.
- Wilhite, D. A. (2000). Drought as a natural hazard: Concepts and definition, Chapter 1. In Wilhite, D.A. (ed). **Drought: A Global Assessment, Natural Hazard and Disaster Series**. UK: Routledge.
- Zalai, S., Szinell, C.S. and Zoboki, J. (2000). **Drought monitoring in Hungary, in Early warning systems for drought preparedness and drought management** (pp 182-199). Lisboa: World Meteorological Organization.
- Zhai, L. and Feng, Q. (2007). Spatial and temporal pattern of precipitation and drought in Gansu Province, Northwest China. **Natural Hazard**. 49(1): 1-24.

บทที่ 4

การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง

4.1 บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของงานนี้ คือสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามระดับการผันแปรของปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูเพาะปลูกรายปี ซึ่งอยู่ในรูปของแผนที่ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI map) จำนวน 4 แบบที่เลือกมา ร่วมกับปัจจัยสนับสนุนอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งแยกได้เป็น 3 กลุ่มสำคัญคือปัจจัยทางอุทกวิทยา (ได้แก่ ปริมาณของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน) ปัจจัยทางกายภาพ (ได้แก่ ระดับความลาดชันและความสามารถในการระบายน้ำของดิน) และปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (ได้แก่ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน หรือ LULC map) และใช้เทคนิคการรวมคะแนนจากแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้อง แบบถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Weighted Linear Combination: WLC) ในการสร้างแผนที่ที่ต้องการ

ทั้งนี้หากพิจารณาเฉพาะ น้ำฝน ปัจจัยทางอุทกวิทยา และปัจจัยทางกายภาพ ในการประเมินระดับความเสี่ยง พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครราชสีมา จะถูกจัดอยู่ในเขตเสี่ยงภัยแล้งระดับปานกลางถึงสูงแทบทุกปี (ประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่ทั้งหมด) ยกเว้นบางปีซึ่งอาจมีพื้นที่เสี่ยงสูงหรือสูงมาก เพิ่มขึ้นผิดปกติ ซึ่งถือว่าเป็นปีที่เกิดภัยแล้งรุนแรงขึ้น อาทิ ในปี พ.ศ. 2540 2544 2545 และ 2547 ซึ่งมีพื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับสูงถึงสูงมาก ประมาณร้อยละ 35-40 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด โดยพื้นที่ซึ่งประสบปัญหามากที่สุด มักจะกระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางก่อนไปทางส่วนบนของจังหวัด เขตบริเวณอำเภอโนนสูง อำเภอขามสะแกแสง อำเภอกง อำเภอโนนไทย อำเภอบัวใหญ่ และกิ่งอำเภอเมืองยาง ส่วนพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาน้อยที่สุดมักจะกระจายตัวกันอยู่บริเวณส่วนล่างของพื้นที่ และทางขอบด้านทิศตะวันตกทางส่วนบนของจังหวัด ทั้งนี้หากนำปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน มาคิดรวมด้วย จะทำให้ได้แผนที่ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมมากพอควร โดยเฉพาะปลูกพืชไร่ จะถือเป็นเขตที่มีความอ่อนไหวต่อภัยแล้งมากที่สุด

4.2 บทนำ

ภัยแล้งถือเป็นภัยธรรมชาติสำคัญที่เกิดขึ้นเป็นประจำในแทบทุกภูมิภาคทั่วโลก และมักส่งผลทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงหลายประการตามมา โดยเฉพาะต่อการเพาะปลูกในภาคเกษตรสำหรับในประเทศไทย ปัญหาภัยแล้งมักส่งผลกระทบต่อให้เห็นอย่างชัดเจนในช่วงฤดูเพาะปลูกของเขตเกษตรกรรมน้ำฝน (Rain-fed agriculture) ซึ่งถือเป็นพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ของประเทศ ขณะที่พืชกำลังเติบโต (ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม) โดยในช่วงที่เกิดภัยแล้งดังกล่าว พื้นที่ซึ่งประสบปัญหาจะมีปริมาณน้ำฝนลดลงเป็นอย่างมาก ติดต่อกันเป็นเวลานานผิดปกติ จนส่งผลทำให้มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอสำหรับใช้ในเพาะปลูกพืช ทำให้ความสมบูรณ์และผลผลิตของพืชที่ปลูกมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด

อย่างไรก็ตาม นอกจากค่าน้ำฝนที่เป็นตัวกำหนดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ภัยแล้งในเบื้องต้นแล้ว การที่พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งจะได้ผลกระทบจากภัยแล้งรุนแรงมากน้อยเพียงใด ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยประกอบอื่นอีกหลายประการ อาทิ ปริมาณน้ำท่าหรือน้ำผิวดินอื่น รวมไปถึงน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล ที่สามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูกได้ หรือ ความสามารถในการระบายน้ำของดินที่พบในพื้นที่ หรือ รูปแบบการเพาะปลูกของพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ถือเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดระดับความเสี่ยงจากภัยแล้งของแต่ละพื้นที่ และอาจนำมาพิจารณารวมกันเพื่อสร้างเป็นแผนที่ความเสี่ยงภัย (Risk map) ขึ้นได้

สำหรับในงานวิจัยส่วนใหญ่ที่พบเกี่ยวกับการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง มักจำแนกตัวแปรที่เกี่ยวข้องออกเป็น 5 กลุ่มสำคัญคือ

(1) ตัวแปรทางอุตุนิยวิทยา ที่สำคัญคือ ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก ตัวแปรกลุ่มนี้ถือเป็นกลุ่มปัจจัยกระตุ้น (Triggering factor) ที่ทำให้เกิดภาวะความแห้งแล้งขึ้นในเบื้องต้น

(2) ตัวแปรทางอุทกวิทยา ที่สำคัญคือ ปริมาณแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งจำเป็นสำหรับการเพาะปลูกหรือการอุปโภคบริโภค หากมีมากเพียงพอก็จะทำให้ความเสียหายจากภัยของความแห้งแล้งลดน้อยลงได้

(3) ตัวแปรทางกายภาพ ที่สำคัญคือ ความลาดชัน ธรณีสัณฐาน คุณสมบัติของดินระดับบน ความสามารถในการระบายน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้ หากดินสามารถเก็บน้ำได้ดีหรือมีความชื้นในตัวเอง สูงย่อมทำให้โอกาสที่จะได้รับความเสียหายจากภาวะแห้งแล้งลดน้อยลงไป

(4) ลักษณะสภาพแวดล้อมและประชากร ซึ่งอาจมีความอ่อนไหวต่อการเกิดปัญหาภัยแล้งแตกต่างกันไป ทำให้มีแนวโน้มของการได้รับผลกระทบที่แตกต่างกัน

(5) ระดับความต้องการใช้น้ำโดยรวม ซึ่งมีค่าแตกต่างกันไปตามลักษณะของกิจกรรมที่พบ โดยที่สำคัญคือ การทำเกษตรกรรม การอุปโภคบริโภคในครัวเรือน การทำการค้าและอุตสาหกรรม หรือการจัดบริการสาธารณะทั่วไป เป็นต้น

ทั้งนี้ การผันแปรของปริมาณน้ำฝนถือว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานซึ่งทำให้เกิดภาวะความแห้งแล้ง ขึ้นมาในแต่ละพื้นที่ โดยมีปัจจัยทางกายภาพ ทางอุทกวิทยา และสภาพแวดล้อม (หรือประชากร) เป็นปัจจัยประกอบ ในการทำให้ปัญหาภัยแล้งส่งผลกระทบต่อรุนแรงมากขึ้นหรือน้อยลง ส่วนปัจจัยด้านความต้องการใช้น้ำโดยรวมเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่มีใช้ได้จริง อาจใช้เป็นเกณฑ์เพื่อประเมิน ความเสียหายในเบื้องต้นของการทำกิจกรรมรูปแบบต่างๆ ได้

ในประเทศไทยการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้งมีอยู่มากพอควร ในงานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นไปที่ การประเมินระดับความรุนแรงหรือผลกระทบจากภัยแล้ง ที่พบในระดับจังหวัด ระดับลุ่มน้ำ และ ระดับภูมิภาค โดยการเลือกตัวแปรที่เห็นว่าสำคัญมาจำนวนหนึ่ง (จากทั้ง 5 กลุ่มที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้) เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกัน ก่อนที่จะสร้างเป็นแผนที่เสี่ยงภัยแล้งขึ้น โดยมักใช้เทคนิคการ รวมคะแนนจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องของแบบถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (WLC) หรือว่าอาจใช้เทคนิคการ ซ้อนทับแบบเมตริกซ์ (Matrix overlay) ในการสร้างแผนที่ความเสี่ยงที่ต้องการดังกล่าวขึ้น โดย ตัวอย่างของงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวมีดังนี้

สมพิศ นิธิยานันท์ (2546) ได้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตเสี่ยงต่อภัยแล้งระดับปานกลางจำนวน 6,384.02 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 30.74 ของพื้นที่ทั้งหมด และในเขตเสี่ยงรุนแรงมากจำนวน 8,825.8 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 42.5 ของพื้นที่ทั้งหมด กระจายอยู่ในหลายอำเภอ อาทิ ครบุรี ลีคิ้ว ด่านขุนทด สูงเนิน หรือแก่งสนามนาง เป็นต้น โดยตัวแปรที่นำมาใช้คือ ปริมาณน้ำฝน (ในรูป Decile range) และ จำนวนวันฝนตก (ในรูป Percentile range) ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน เขตชลประทาน ปริมาณน้ำ ใต้ดิน และความหนาแน่นของลำน้ำ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสามารถในการระบายน้ำ ของดิน และลักษณะธรณีสัณฐาน โดยการสร้างแผนที่ความเสี่ยงในเบื้องต้นได้แยกทำออกเป็น หลายแบบ ได้แก่ ความเสี่ยงทางอุทกนิยมนิเวศวิทยา ความเสี่ยงทางอุทกวิทยา และ ความเสี่ยงต่อภาค เกษตร ส่วนการสร้างแผนที่ความเสี่ยงรวมของจังหวัด ใช้เทคนิค Matrix overlay จากแผนที่ความเสี่ยงแต่ละแบบซึ่งได้สร้างมาในขั้นต้นดังกล่าว

อภิรัฐ ปิ่นทอง (2544) ได้ประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในกลุ่มน้ำแม่กลอง โดยพิจารณาอิงจาก ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก จำนวนวันที่ฝนทิ้งช่วง และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น สำคัญ พร้อมกับได้ประเมินหาคดัชนีภัยแล้งที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความแห้งแล้งในพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ดัชนีภัยแล้งที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความแห้งแล้งของฝนรายปีคือ

Decile Range ส่วนดัชนีที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์รายเดือนก็คือ GMI (Generalized Monsoon Index) และ Aridity Index

อมเรศ บกสุวรรณ (2546) ได้ศึกษาสภาพของภัยแล้งในกลุ่มน้ำยม โดยการศึกษาเน้นไปที่การตรวจสอบภัยแล้งที่ผ่านมา ค้นหาสาเหตุและความรุนแรงของภัยแล้งในแต่ละพื้นที่ โดยยึดหลักปริมาณน้ำที่มีในพื้นที่โดยสภาพธรรมชาติคือน้ำฝนและน้ำท่า เทียบกับการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละพื้นที่แล้วกำหนดดัชนีตรวจวัดภัยแล้งในแต่ละพื้นที่ย่อยของกลุ่มน้ำ ซึ่งผลการศึกษารูปร่างกลุ่มน้ำยมจะประสบปัญหาภัยแล้งรุนแรงประมาณ 5-6 ปีต่อครั้ง และพื้นที่ส่วนใหญ่จะประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำใช้เป็นประจำในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะในเขตจังหวัดสุโขทัยและแพร่ รวมไปถึงปริมาณฝนโดยรวมและปริมาณน้ำท่าช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วง 40 ปีของการศึกษา

Pratumchai et al. (2001) ได้ศึกษาเหตุการณ์ภัยแล้งในจังหวัดลพบุรีระหว่างปี ค.ศ.1994 (Drought year) และ 1996 (Wet year) และสร้างเป็นแผนที่ภัยแล้งของจังหวัดขึ้นโดยใช้ตัวแปรแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) ตัวแปรทางอุตุนิยมิวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายปี จำนวนวันฝนตกรายปีและอัตราการระเหยของน้ำรายปี และ (2) ตัวแปรทางกายภาพ ได้แก่พื้นที่ชลประทาน ปริมาณน้ำใต้ดิน ลักษณะภูมิประเทศ และอัตราการระบายน้ำของดิน ซึ่งผลการศึกษารูปร่างได้ว่า มีพื้นที่ซึ่งถูกจัดอยู่ในเขตเสี่ยงภัยแล้งรุนแรงมาก (Very high risk) ประมาณ 880 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 29 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และประมาณร้อยละ 52 จัดอยู่ในเขตเสี่ยงรุนแรง (High risk) สำหรับการสร้างแผนที่ใช้เทคนิคการรวมคะแนนจากแต่ละปัจจัยในระบบ WLC นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่าการผันแปรของดัชนี NDVI ระหว่างปีแห้งแล้งและปีชุ่มชื้นที่เลือกมา สามารถใช้เป็นตัวระบุความรุนแรงของภาวะความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาได้

Suwanwerakantorn et al. (2005) ได้วิเคราะห์และสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้งสำหรับกลุ่มน้ำเชิญ (Choen Watershed) ขึ้นโดยแยกตัวแปรที่ใช้ออกเป็น 3 กลุ่มสำคัญ คือ (1) ตัวแปรทางอุตุนิยมิวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (ในรูปของ Decile range) (2) ตัวแปรทางอุทกวิทยา ได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน เขตชลประทาน ปริมาณน้ำใต้ดิน และความหนาแน่นของลำน้ำ และ (3) ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสามารถในการระบายน้ำ และความลาดชันของพื้นที่ และใช้เทคนิคการสร้างแผนที่แบบ WLC ซึ่งผลการศึกษารูปร่างได้ว่า มีพื้นที่ซึ่งจัดอยู่ในเขตเสี่ยงรุนแรง (Severe risk) ประมาณร้อยละ 60.54 และอยู่ในเขตเสี่ยงปานกลางประมาณร้อยละ 39.10 โดยมีพื้นที่ในเขตเสี่ยงต่ำ (Mild risk) ประมาณร้อยละ 0.36

อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Suwanwerakantorn et al. (2006) ในพื้นที่เดียวกันและตัวแปรที่ใช้ชุดเดียวกัน แต่ที่ใช้เทคนิคการสร้างแผนที่แบบ Matrix overlay พบว่ามีพื้นที่ซึ่งจัดอยู่ในเขตเสี่ยง

รุนแรงประมาณร้อยละ 7.78 เขตเสี่ยงปานกลางประมาณร้อยละ 37.87 เขตเสี่ยงต่ำประมาณร้อยละ 40.88 และเขตเสี่ยงต่ำมาก (Very mild risk) ประมาณร้อยละ 13.47

นอกจากนั้น Mongkolsawat et al. (2000) ได้ประเมินความเสี่ยงภัยแล้งโดยรวมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ตัวแปรแยกเป็น 3 กลุ่มสำคัญ คือ (1) ตัวแปรทางอุทกนิยมนวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (2) ตัวแปรทางอุทกวิทยา ได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน เขตชลประทาน ปริมาณน้ำใต้ดินและความหนาแน่นของลำน้ำ และ (3) ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสามารถในการระบายน้ำของดินและลักษณะภูมิประเทศ (Land form) โดยใช้เทคนิคการสร้างแผนที่แบบ Matrix overlay ซึ่งผลการศึกษาสรุพบว่า มีพื้นที่ซึ่งจัดอยู่ในเขตเสี่ยงรุนแรง (Severe risk) ประมาณร้อยละ 11.2 และอยู่ในเขตเสี่ยงปานกลางประมาณร้อยละ 32.06 โดยมีพื้นที่ในเขตเสี่ยงต่ำ (Mild risk) ประมาณร้อยละ 27.34 และเขตเสี่ยงต่ำมาก (Very mild risk) ประมาณร้อยละ 29.4

สำหรับข้อจำกัดสำคัญของแผนที่เหล่านี้ที่สร้างขึ้นมา คือการพิจารณาให้ระดับความเสี่ยงที่ปรากฏในแต่ละพื้นที่เป็นค่าคงตัวไม่มีการผันแปรไปตามเวลา โดยการกำหนดให้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการสร้างแผนที่ทั้งหมดมีค่าคงที่ (Static value) โดยปริมาณน้ำฝนที่ใช้มักนำมาจากค่าน้ำฝนเฉลี่ยระยะยาวของแต่ละจุดในพื้นที่ศึกษาโดยตรง หรือในรูปของค่าผันแปรจากค่าเฉลี่ยระยะยาวค่าหนึ่ง (เช่นในรูป Percent of normal หรือ Decile/percentile) จึงเสมือนกำหนดให้แต่ละพื้นที่มีระดับของความแห้งแล้ง (ตามค่าน้ำฝน) ที่ไม่ผันแปรไปตามเวลา ดังนั้น แผนที่ที่ได้ดังกล่าวจึงยังไม่สามารถประยุกต์กับการจัดการสถานการณ์ภัยแล้งเชิงพื้นที่ ซึ่งมักมีการผันแปรไปได้เป็นอย่างมากตามเวลาที่ผ่านไป ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงปรับปรุงข้อจำกัดดังกล่าว โดยการใช้ค่าน้ำฝนของแต่ละพื้นที่ซึ่งผันแปรไปตามเวลา (Dynamic value) ในรูปแผนที่ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI map) ที่สร้างขึ้นสำหรับจังหวัดนครราชสีมาในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะส่งผลทำให้ได้แผนที่เสี่ยงภัยแล้งที่มีการผันแปรไปตามเวลา สอดคล้องกับการผันแปรของน้ำฝนที่เกิดจริงขณะที่สร้างแผนที่ขึ้นไม่เป็นแผนที่คงตัวเพียงชุดเดียวเหมือนกับการศึกษาที่พบทั่วไปก่อนหน้านี้

4.3 วัตถุประสงค์ของศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา อิงตามการผันแปรของปริมาณน้ำฝนตามเวลาซึ่งแสดงไว้ในรูปของแผนที่ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI map) และปัจจัยประกอบทางด้านอุทกวิทยา ทางด้านกายภาพ และทางด้านสภาพแวดล้อม ที่สำคัญจำนวนหนึ่ง ได้แก่ ระบบชลประทาน ปริมาณน้ำใต้ดิน อัตราการระบายน้ำของดิน ความลาดชัน และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ โดยการสร้างแผนที่ จะใช้ระบบการรวมกันของข้อมูลแบบถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (WLC) ของปัจจัยที่ใช้ทั้งหมด

4.4 ข้อมูลและกระบวนการศึกษา

4.4.1 กระบวนการศึกษา

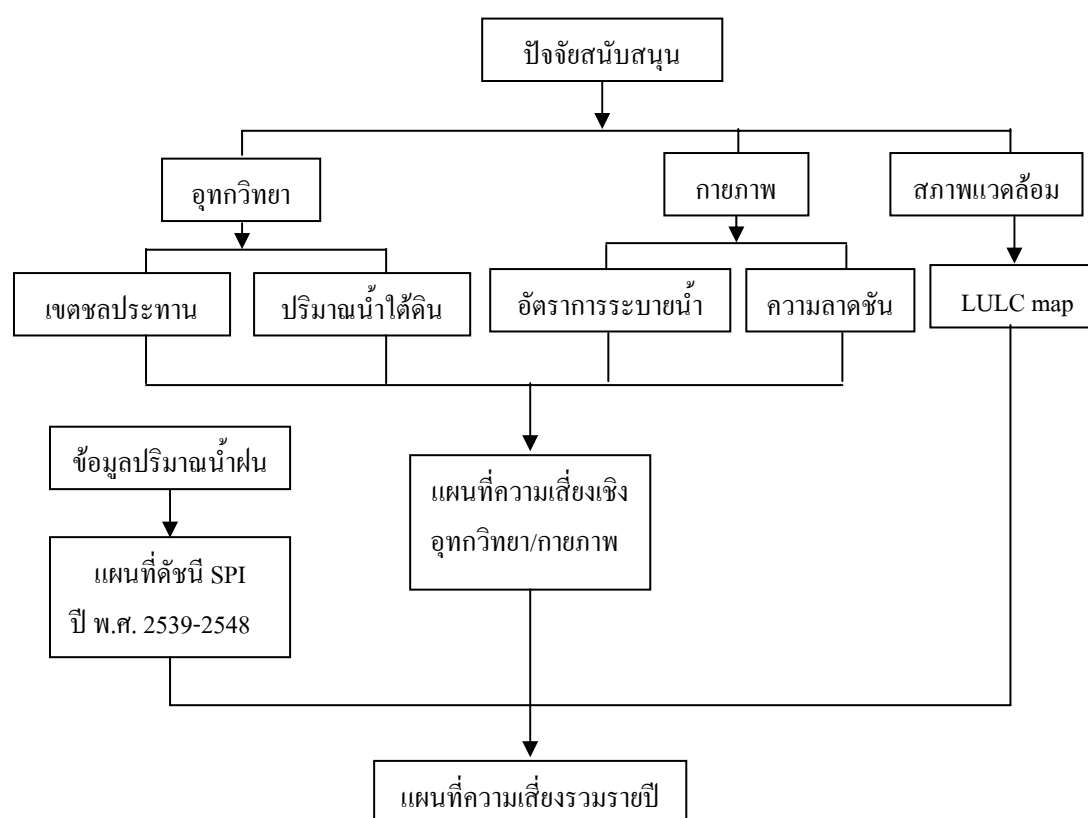
ในการศึกษาในครั้งนี้ ได้แยกการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก (ดูผังในรูปที่ 4.1 ประกอบ) คือ (1) การจัดเตรียมข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งอยู่ในรูปของชั้นข้อมูลทาง GIS (2) การสร้างแผนที่ความเสี่ยงแบบต่างๆ อิงตามค่า SPI ที่เลือกมาโดยใช้เทคนิค WLC และ (3) การเปรียบเทียบแผนที่ความเสี่ยงที่ได้กับแผนที่ SPI และข้อมูลการผันแปรของค่า NDVI ที่ได้รับจากบทที่ 3 และ 4 ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

4.4.2 การจัดทำแผนที่ชั้นข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ จะนำตัวแปรสำคัญทั้งหมด 6 ตัวแปรมาพิจารณาร่วมกันสำหรับสร้างแผนที่ความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งของจังหวัดนครราชสีมาขึ้น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ (1) ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ การผันแปรของน้ำฝนเชิงพื้นที่ในรูปของดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) ช่วงระยะเวลา 3, 6 และ 12 เดือน (2) ตัวแปรทางอุทกวิทยา ได้แก่ พื้นที่ชลประทาน และปริมาณน้ำใต้ดิน (3) ตัวแปรทางกายภาพ ได้แก่ อัตราการระบายน้ำ และความลาดชันของพื้นที่ และ (4) ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม คือ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use/land cover: LULC) (ดูข้อมูลเพิ่มเติมของตัวแปรต่างๆ ในตารางที่ 4.1)

สำหรับการจัดเตรียมข้อมูลน้ำฝน จะใช้ข้อมูลการผันแปรของปริมาณฝนช่วงฤดูเพาะปลูก (พฤษภาคม-ตุลาคม) เป็นหลัก เทียบกับค่าเฉลี่ยระยะยาวของแต่ละพื้นที่ โดยในการวิเคราะห์จะแยกเป็น 4 กรณี อิงตาม (1) แผนที่ SPI ระยะ 3 เดือน ช่วงพฤษภาคม-กรกฎาคม [หรือ SPI-3M (July)] (2) แผนที่ SPI ระยะ 3 เดือนช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม [หรือ SPI-3M (October)] (3) แผนที่ SPI ระยะ 6 เดือน ช่วงพฤษภาคม-ตุลาคม [หรือ SPI-6M (October)] และ (4) แผนที่ SPI ระยะ 12 เดือน ช่วงมกราคม-ธันวาคม โดยช่วงเวลาที่ศึกษาจะครอบคลุมระยะ 10 ปี คือปี พ.ศ. 2539-2548 ซึ่งแผนที่ทั้งหมดได้มาจากผลการศึกษาในบทที่ 3 (ดูภาพที่ 3.14-3.17 ประกอบ)

สำหรับข้อมูลพื้นที่ชลประทาน จะใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงสำหรับการสร้างแผนที่ขอบเขตของการเข้าถึงบริการดังกล่าว โดยในที่นี้ ได้ทำเป็นเขตแนวกันชน (Buffer zone) ทุกระยะ 2 กิโลเมตรจากขอบเขตพื้นที่ชลประทานที่มีอยู่ในจังหวัด ดังที่เห็นในรูปที่ 4.2 และข้อมูลในตารางที่ 4.2 โดยถือเป็นหลักว่าพื้นที่ซึ่งอยู่ไกลพื้นที่ชลประทานมากกว่า มีโอกาสได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้งสูงกว่าพื้นที่ซึ่งอยู่ใกล้มากกว่า ซึ่งจากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่ามีพื้นที่เพียงประมาณร้อยละ 5.29 อยู่ในเขตชลประทานซึ่งถือว่ามีความเสี่ยงต่ำมาก ขณะที่พื้นที่ที่ประมาณร้อยละ 9 อยู่ห่างไม่เกิน 2 กิโลเมตรจากเขตชลประทานถือเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำ สำหรับพื้นที่ซึ่งอยู่ไกลเกิน 6 กิโลเมตรจากพื้นที่ชลประทานซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 63.67 ถือเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงสูงมาก สำหรับเกณฑ์ในการจำแนกดังกล่าวได้จาก Pratumchai et al. (2001) และ กัลยาณี สุวรรณประเสริฐ (2548)



ภาพที่ 4.1 ผังการทำงานโดยรวม

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดพื้นฐานของตัวแปรที่เลือกใช้ในการศึกษา

กลุ่มข้อมูล	ตัวแปร	ลักษณะข้อมูลนำเข้า	แหล่งที่มา
อุตุนิยมหาวิทยาลัย	ดัชนี SPI	แผนที่ SPI-3M 6M 12M	ข้อมูลนำเข้าจากกรมอุตุนิยมหาวิทยาลัย
อุทกวิทยา	พื้นที่ชลประทาน	แผนที่แนวกันชนจากพื้นที่ชลประทาน ทุกระยะ 2 กม.	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
	ปริมาณน้ำใต้ดิน	แผนที่อัตราการให้น้ำใต้ดิน	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
กายภาพ	อัตราการระบายน้ำ	แผนที่ระดับการระบายน้ำ	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
	ความลาดชัน	แผนที่ระดับความลาดชัน	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
สภาพแวดล้อม	รูปแบบ LULC	แผนที่ LULC ปี 2543	ภาพถ่ายเทียม Landsat-TM จากสตอก. ถ่ายเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2543 และวันที่ 10 พฤศจิกายน 2543

สำหรับความเสี่ยงอิงตามปริมาณน้ำใต้ดินจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก ตามสัดส่วนปริมาณน้ำใต้ดินที่สามารถผลิตได้ต่อนาที่ ตามข้อมูลที่เห็นในภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเขตที่มีความเสี่ยงต่ำและต่ำมาก (คือมีปริมาณน้ำใต้ดินสูง) จะมีอยู่เพียงประมาณร้อยละ 7 ของพื้นที่เท่านั้น ที่เหลือประมาณร้อยละ 93 เป็นเขตที่มีความเสี่ยงปานกลาง (ร้อยละ 51.43) และสูง (ร้อยละ 41.64) สำหรับเกณฑ์ในการจำแนกดังกล่าวได้จาก สมพิศ นิธิยานันท์ (2546) และ Suwanwerakantorn et al. (2005)

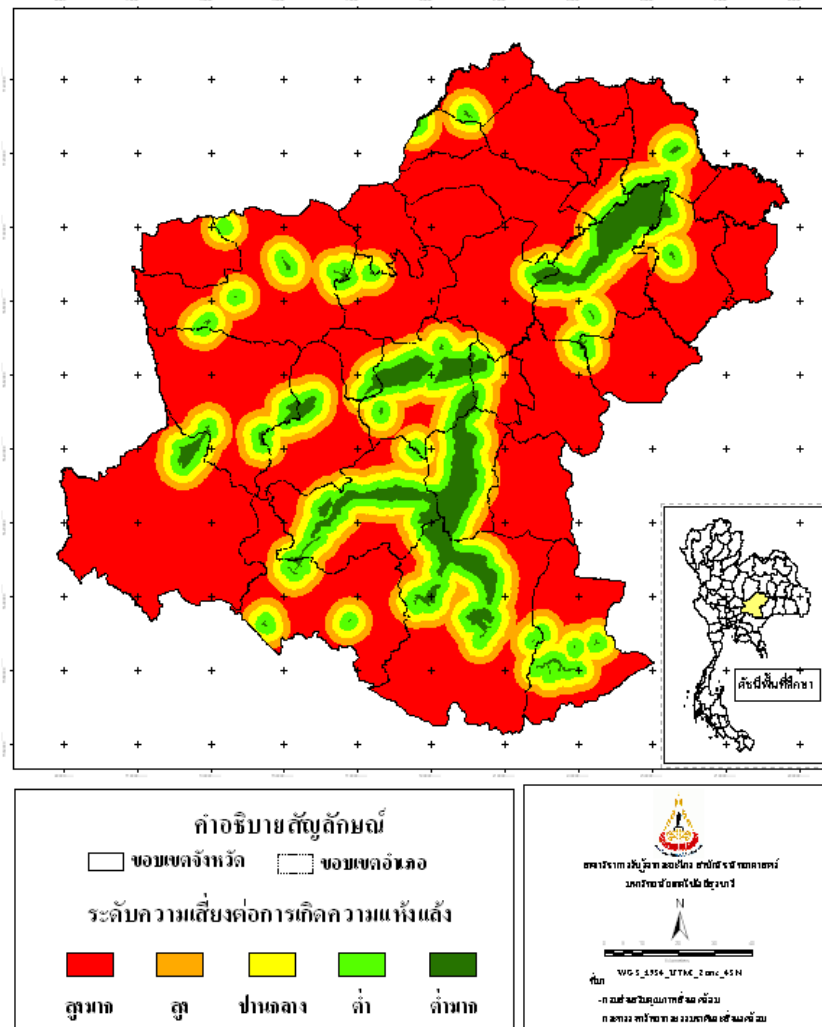
ส่วนความเสี่ยงตามอัตราการระบายน้ำของดิน แบ่งออกเป็น 5 ระดับจากดีมากถึงเลวมาก ตามที่เห็นในภาพที่ 4.4 และตารางที่ 4.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเขตที่มีความเสี่ยงต่ำและต่ำมาก (คือมีอัตราการระบายน้ำได้เร็วและเร็วมาก) มีปริมาณร้อยละ 4.98 และร้อยละ 25.56 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ซึ่งมีค่าความเสี่ยงสูงและสูงมาก (คือระบายน้ำได้ช้าและดีมาก) มีปริมาณร้อยละ 52.86 และร้อยละ 14.87 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับระดับของการระบายน้ำดังกล่าวได้มาจาก Pratumchai et al. (2001)

สำหรับความเสี่ยงตามระดับความลาดชันของพื้นที่ แบ่งออกเป็น 5 ระดับจากต่ำมากถึงสูงมาก ตามที่เห็นในภาพที่ 4.5 และตารางที่ 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเขตที่มีความเสี่ยงต่ำและต่ำมาก (คือ

มีความลาดชันค่อนข้างต่ำไม่เกิน 10%) มีปริมาณร้อยละ 4.57 และร้อยละ 83.89 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ซึ่งมีค่าความเสี่ยงสูงและสูงมาก (คือความลาดชันสูงกว่า 15%) มีปริมาณร้อยละ 3.78 และร้อยละ 5.03 ดังนั้น หากพิจารณาจากความลาดชันเพียงประการเดียว มีพื้นที่อยู่ประมาณร้อยละ 9 เท่านั้นที่มีความเสี่ยงสูงหรือสูงมาก ขณะที่พื้นที่ที่ประมาณร้อยละ 84 มีความเสี่ยงต่ำมาก สำหรับเกณฑ์ในการจำแนกดังกล่าว ได้มาจาก Pratumchai et al. (2001)

ส่วนความเสี่ยงแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC type) แสดงไว้ในภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.6 โดยอิงตามเกณฑ์ที่กำหนดในงานวิจัยของศูนย์วิจัยป่าไม้ (ม.ป.ป.) เรื่อง โครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยกลุ่มพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง และอ้อย จะมีความเสี่ยงมากที่สุด ขณะที่ป่าไม้จะมีความเสี่ยงรองลงไป และพื้นที่ดินโล่ง พื้นที่ชุมชน/สิ่งปลูกสร้างและแหล่งน้ำมีความเสี่ยงต่ำที่สุด

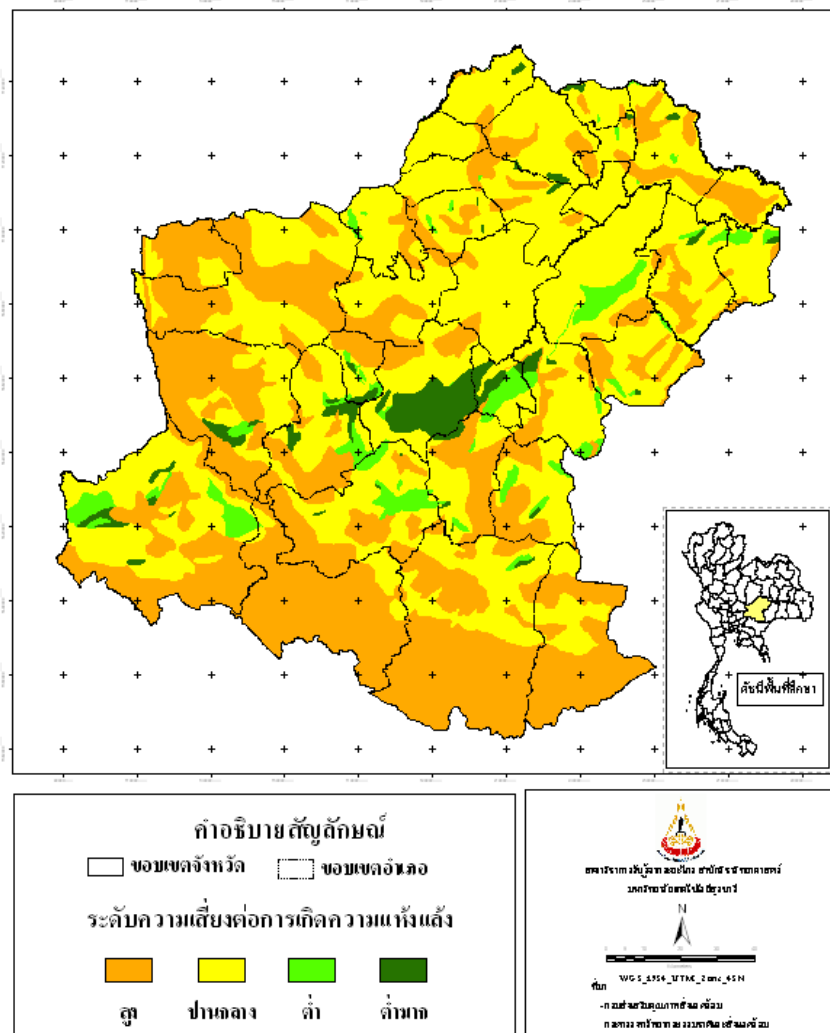
สำหรับคะแนนที่เห็นในแต่ละตารางของตัวแปรที่ใช้ เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของชั้นข้อมูลของแต่ละตัวแปรที่เลือกใช้ ซึ่งจะต้องมีการนำไปปรับให้อยู่ในรูปค่าปกติ (Normalized scale) ก่อนที่จะนำมาใช้ร่วมกันในภายหลัง ดังที่เห็นในตารางที่ 4.7



ภาพที่ 4.2 แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามระยะห่างจากขอบเขตพื้นที่ชลประทาน ทูกระยะ 2 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้ง อิงตามระยะห่างจากขอบเขตพื้นที่ชลประทาน

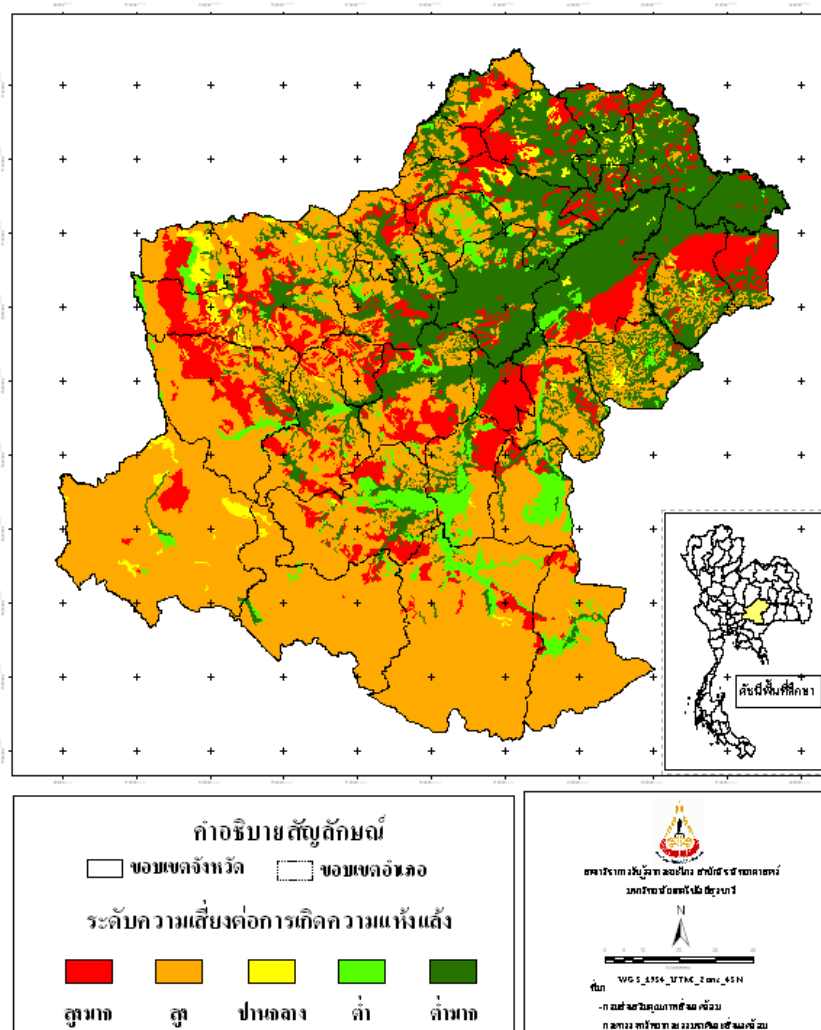
ระยะแนวกันชน	พื้นที่		ระดับความเสี่ยง	
	ตร.กม.	ร้อยละ	ระดับ	CW
มากกว่า 6 กิโลเมตร	13227.94	63.67	สูงมาก	5
4 - 6 กิโลเมตร	2326.74	11.20	สูง	4
2 - 4 กิโลเมตร	2240.35	10.78	ปานกลาง	3
0 - 2 กิโลเมตร	1883.58	9.07	ต่ำ	2
ในเขตชลประทาน	1098.25	5.29	ต่ำมาก	1
รวมทั้งหมด	20776.85	100.00	-	-



ภาพที่ 4.3 แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามปริมาณน้ำใต้ดิน (ดูข้อมูลในตารางที่ 4.3 ประกอบ)

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามปริมาณน้ำใต้ดิน

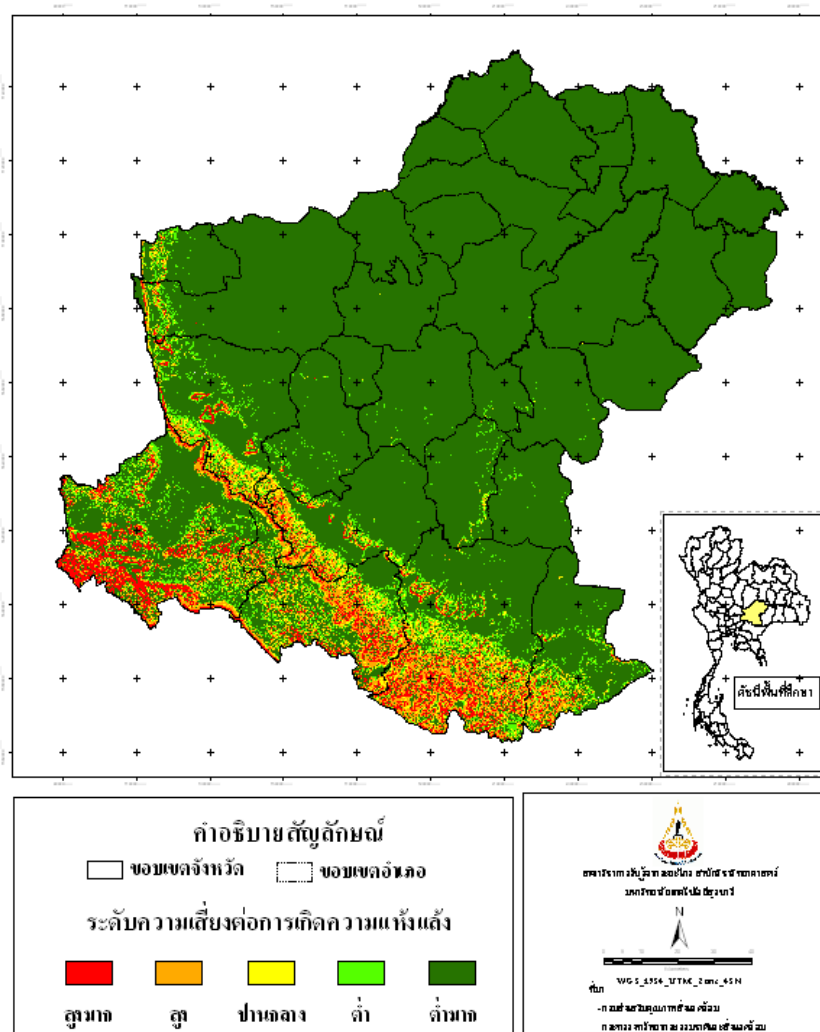
ปริมาณน้ำใต้ดิน	พื้นที่		ระดับความเสี่ยง	
	ตร.กม.	ร้อยละ	ระดับ	CW
< 33.33 L/min	8651.59	41.64	สูง	4
33.33-166.67 L/min	10686.29	51.43	ปานกลาง	3
166.67-333.33 L/min	794.88	3.83	ต่ำ	2
> 333.33 L/min	644.10	3.10	ต่ำมาก	1
รวมทั้งรวม	20776.85	100.00	-	-



ภาพที่ 4.4 แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามอัตราการระบายน้ำของดิน (ดูข้อมูลในตารางที่ 4.4 ประกอบ)

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามอัตราการระบายน้ำของดิน

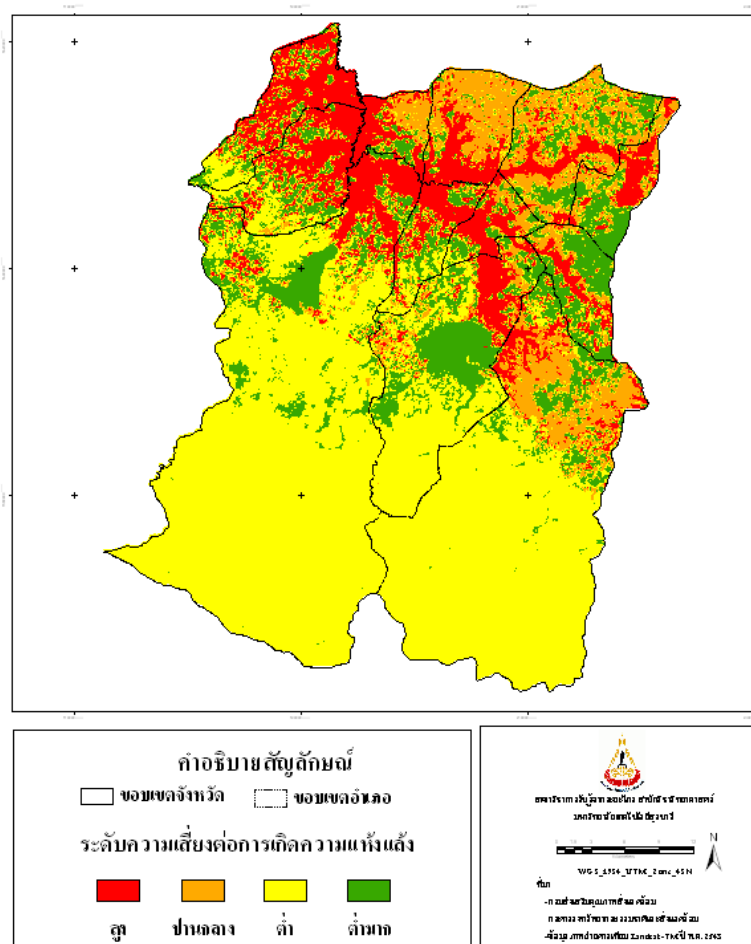
อัตราการระบายน้ำ	พื้นที่		ระดับความเสี่ยง	
	ตร.กม.	ร้อยละ	ระดับ	CW
ดีมาก	3048.78	14.67	สูงมาก	5
ดี	10983.50	52.86	สูง	4
ปานกลาง	400.75	1.93	ปานกลาง	3
ค่อนข้างเลว	1034.27	4.98	ต่ำ	2
เลวมาก	5309.55	25.56	ต่ำมาก	1
ผลรวมทั้งหมด	20776.85	100.00	-	-



ภาพที่ 4.5 แผนที่เสี่ยงภัยแล้งอิงตามระดับความลาดชันของพื้นที่ (ดูข้อมูลในตาราง 4.5 ประกอบ)

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งอิงตามระดับความลาดชันของพื้นที่

ความชัน	พื้นที่		ระดับความเสี่ยง	
	ตร.กม.	ร้อยละ	ระดับ	CW
> 30%	785.28	3.78	สูงมาก	5
16 - 30%	1045.69	5.03	สูง	4
11 - 15%	566.89	2.73	ปานกลาง	3
6 - 10%	948.48	4.57	ต่ำ	2
0 - 5%	17430.50	83.89	ต่ำมาก	1
รวมทั้งหมด	20776.85	100.00	-	-



ภาพที่ 4.6 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง อ.ครบุรี อิงตามประเภทของ LULC (ดูข้อมูลในตาราง 4.6 ประกอบ)

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้ง อ.ครบุรี อิงตามประเภท LULC ในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น)

ประเภท LULC	ตัวย่อ	พื้นที่		ระดับความเสี่ยง	
		ตร.กม.	%	ระดับ	CW
อ้อย	SC	42.85	2.26	สูงมาก	4
ข้าว	PF	208.43	11.00	สูงมาก	4
มันสำปะหลัง	CV	281.24	14.84	สูง	3
ป่าไม้	F	963.78	50.86	ปานกลาง	2
พื้นที่ดินโล่ง	B	324.13	17.11	ต่ำ	1
ชุมชน/สิ่งก่อสร้าง	U	18.49	0.98	ต่ำ	1
พื้นที่แหล่งน้ำ	W	53.29	2.81	ต่ำ	1
พื้นที่อื่นๆ	M	2.63	0.14	ต่ำ	1
ผลรวมทั้งหมด		1894.83	100.00		

4.4.3 การจัดทำแผนที่ความเสี่ยง

ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยง ตัวแปรทั้ง 4 กลุ่ม (6 ประเภท) จะถูกนำมาพิจารณารวมกัน และสร้างเป็นดัชนีตัวหนึ่งขึ้น เรียกว่า DRI (Drought risk index) โดยใช้เทคนิคการรวมคะแนนจากข้อมูลของแต่ละตัวแปรที่เกี่ยวข้อง แบบถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (WLC) ตามสมการ

$$DRI = \sum_{i=1}^N W_i \times R_i \quad (4.1)$$

โดยที่ DRI คือคะแนนความเสี่ยงต่อภัยแล้งรวมของแต่ละหน่วยพื้นที่ที่ศึกษา สำหรับ N คือจำนวนของตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ ส่วน W_i และ R_i คือค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ใช้ และชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ในรูปของค่าปกติ (Normalized scale) คำนวณตามสมการ

$$W_i = \frac{FW_i}{\sum_i FW_i}; R_i = \frac{CW_i}{\sum_{i=1}^N CW_i} \quad (4.2)$$

โดยที่ FW_i (Factor weight) และ CW_i (Class weight) คือค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นก่อนปรับเป็นค่าปกติของปัจจัยที่ i และของแต่ละชั้นข้อมูล ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.2-4.6 ตามลำดับ

สำหรับแผนที่ความเสี่ยงในภาพรวม จะจัดทำเป็น 3 แบบ แบบแรกเป็นแผนที่ความเสี่ยงอิงตามปัจจัยในกลุ่มที่ 2 และ 3 เท่านั้นคือ อุทกวิทยาและกายภาพ (4 ตัวแปร) ส่วนแบบที่สองจะเพิ่มตัวแปรทางอุทกนิยมนิคมวิทยาคือน้ำฝนเข้าไปด้วย ส่วนแบบที่สามจะรวม LULC เข้าไปในการวิเคราะห์ด้วย ทั้งนี้ ตัวแปรในกลุ่ม LULC จะใช้ค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นของชั้นข้อมูล (CW) ในการคำนวณเพียงอย่างเดียวและค่าที่ใช้คือค่าจริงที่กำหนดให้โดยไม่มีการปรับไปเป็นค่าปกติก่อน สำหรับระดับความเสี่ยงบนแผนที่จะถูกแบ่งเป็น 5 ระดับคือ ต่ำมาก (Very low) ต่ำ (Low) ปานกลาง (Moderate) สูง (High) และสูงมาก (Very high) ตามลักษณะการกระจายตัวของค่า DRI ในแต่ละกรณี โดยใช้เทคนิค Equal Interval ในการแบ่งดังกล่าว

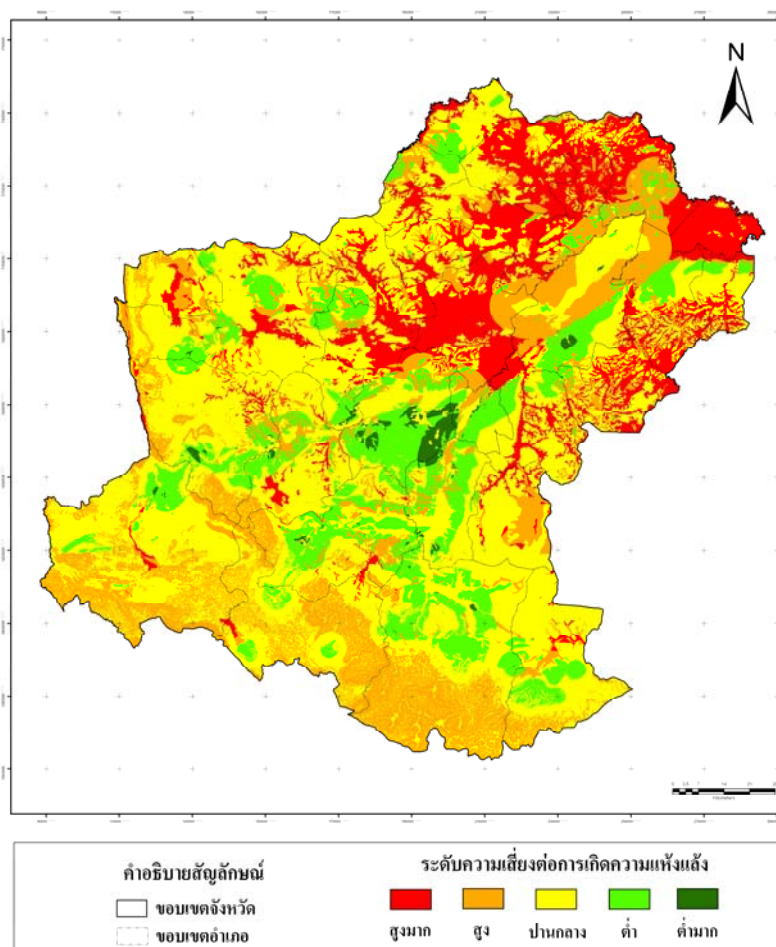
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลค่าถ่วงน้ำหนักแบบปกติของปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในสมการที่ 4.1

ตัวแปร		FW	Weight-W	Rating-R	WxR
SPI	< -1.5	5	0.33	0.33	0.11
	-1.00 to -1.49			0.27	0.09
	0.99 to -0.99			0.20	0.07
	1.00 to 1.49			0.13	0.04
	> 1.5			0.07	0.02
การระบายน้ำ ของดิน	ดีมาก	4	0.27	0.33	0.09
	ดี			0.27	0.07
	ปานกลาง			0.20	0.05
	ค่อนข้างเลว			0.13	0.04
	เลวมาก			0.07	0.02
ระยะจากพื้นที่ ชลประทาน	มากกว่า 6 กิโลเมตร	3	0.20	0.33	0.07
	ระหว่าง 4 - 6 กิโลเมตร			0.27	0.05
	ระหว่าง 2 - 4 กิโลเมตร			0.20	0.04
	ระหว่าง 0 - 2 กิโลเมตร			0.13	0.03
	ในเขตชลประทาน			0.07	0.01
ปริมาณ น้ำใต้ดิน	< 33.33 ลิตร/นาที่	2	0.13	0.40	0.05
	33.33 - 166.67 ลิตร/นาที่			0.30	0.04
	166.67 - 333.33 ลิตร/นาที่			0.20	0.03
	> 333.33 ลิตร/นาที่			0.10	0.01
ระดับของ ความลาดชัน	> 30 เปอร์เซ็นต์	1	0.07	0.33	0.02
	16 - 30 เปอร์เซ็นต์			0.27	0.02
	11 - 15 เปอร์เซ็นต์			0.20	0.01
	6 - 10 เปอร์เซ็นต์			0.13	0.01
	0 - 5 เปอร์เซ็นต์			0.07	0.00
	รวม		1.0	-	

4.5 ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

4.5.1 แผนที่ความเสี่ยงอิงตามปัจจัยทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ

สำหรับแผนที่ความเสี่ยงชุดแรก สร้างขึ้นอิงตามปัจจัยเสี่ยงทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ รวมกันคือ ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน ปริมาณน้ำใต้ดิน การระบายน้ำของดิน และความลาดชันของพื้นที่ (ภาพที่ 4.2-4.5) โดยผลการศึกษาแสดงไว้ในภาพที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 ซึ่งจะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดจะตกอยู่ในเขตเสี่ยงปานกลาง (ร้อยละ 47.81 ของพื้นที่ทั้งหมด) หรือเสี่ยงสูง (ร้อยละ 21.12 ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยส่วนใหญ่มักจะตั้งอยู่บริเวณตอนกลางและทางด้านทิศเหนือของจังหวัด ทั้งนี้เนื่องมาจากการขาดแคลนทั้งปริมาณน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่เพียงพอสำหรับความต้องการ รวมถึงการมีสภาพดินที่ระบายน้ำได้ดีถึงดีมากเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 67 ของพื้นที่ทั้งหมด) ทำให้มีพื้นที่เสี่ยงปานกลางหรือสูงเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังกล่าว



ภาพที่ 4.7 แผนที่ความเสี่ยงต่อภัยแล้ง อิงตามปัจจัยทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ (ภาพที่ 4.2-4.4)

ตารางที่ 4.8 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมาอิงตามปัจจัยทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ

พื้นที่	ระดับความเสี่ยง					รวม
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	
ตร.กม.	189.16	2833.90	9933.60	4387.06	3433.14	20776.85
ร้อยละ	0.91	13.64	47.81	21.12	16.52	100.00

4.5.2 แผนที่ความเสี่ยงอิงตามปัจจัยทางอุทกวิทยา อุทกวิทยาและทางกายภาพ

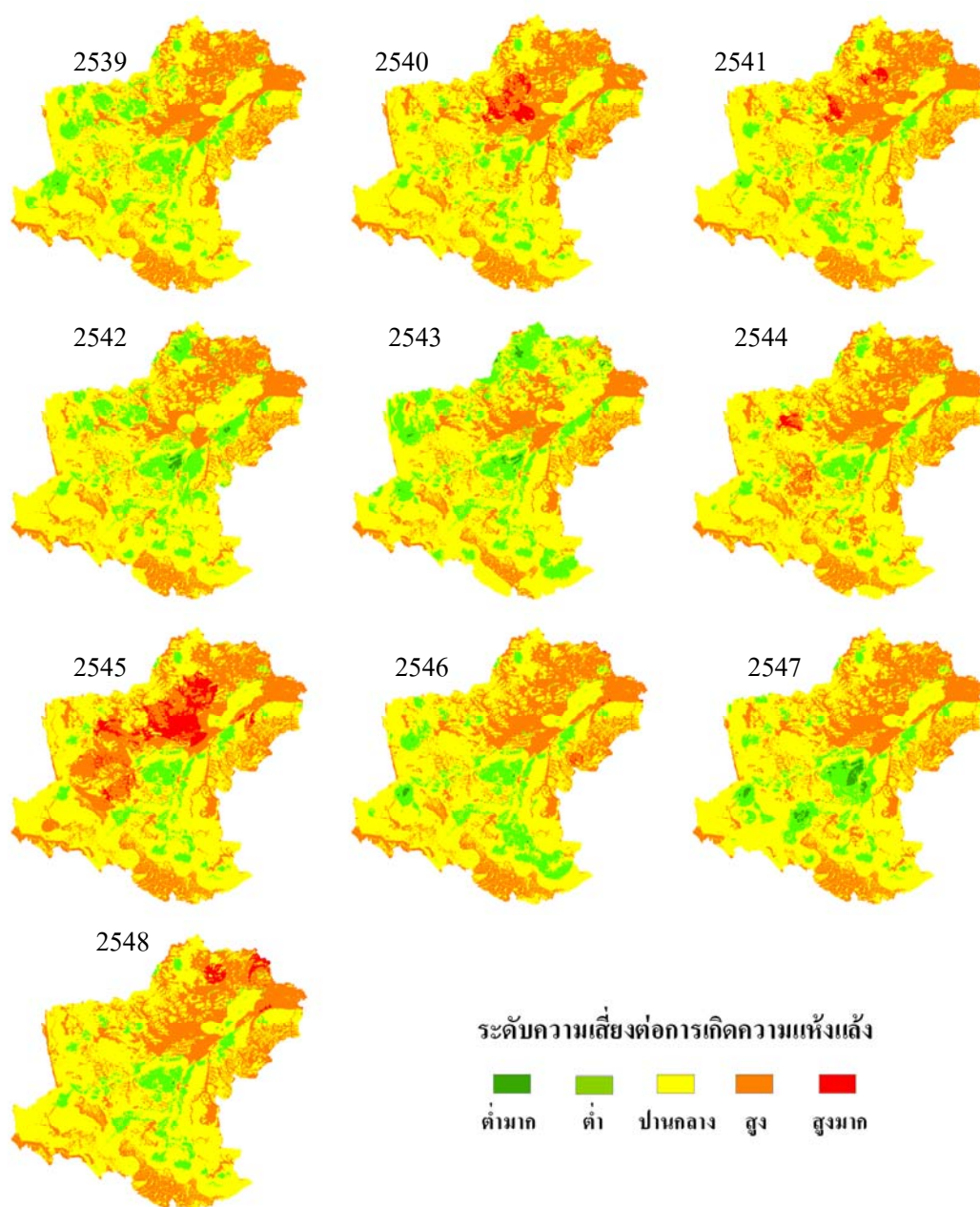
สำหรับแผนที่ความเสี่ยงภัยแล้งชุดที่สองสร้างขึ้นสำหรับปี พ.ศ. 2539-2548 โดยใช้ดัชนีความเสี่ยง DRI ที่คำนวณตามสมการที่ 4.1 โดยนำปัจจัยทางอุทกวิทยา (คือน้ำผืน) ทางอุทกวิทยา (คือน้ำผิวดินและใต้ดิน) และปัจจัยทางกายภาพ (คือความลาดชันและความสามารถในการระบายน้ำของดิน) ที่เห็นในตารางที่ 4.1 มาใช้วิเคราะห์ร่วมกัน โดยปัจจัยน้ำผืน ได้จากแผนที่ SPI ที่แสดงไว้ในภาพที่ 3.14-3.17 และค่าถ่วงน้ำหนักที่เห็นในตารางที่ 4.7 ส่วนปัจจัยทางอุทกวิทยาและทางกายภาพ ได้จากผลการวิเคราะห์ในภาพที่ 4.2-4.5

จากภาพที่ 4.8-4.11 และข้อมูลในตารางที่ 4.9-4.12 จะเห็นได้ว่า โดยทั่วไปพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครราชสีมาจะตกอยู่ในเขตเสี่ยงภัยแล้ง ระดับปานกลางถึงสูงแทบทุกปี (ประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่ทั้งหมด) ยกเว้นบางปีซึ่งอาจมีเขตเสี่ยงสูงหรือสูงมากเพิ่มขึ้นผิดปกติ ซึ่งถือว่าเป็นปีที่เกิดภัยแล้งรุนแรงขึ้น อาทิ สำหรับ SPI-3M (July) คือปี พ.ศ. 2540 2545 และ 2548 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2545 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงระดับสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับ SPI-3M (October) คือปี พ.ศ. 2540 2546 และ 2547 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงระดับสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 42 ของพื้นที่ทั้งหมด

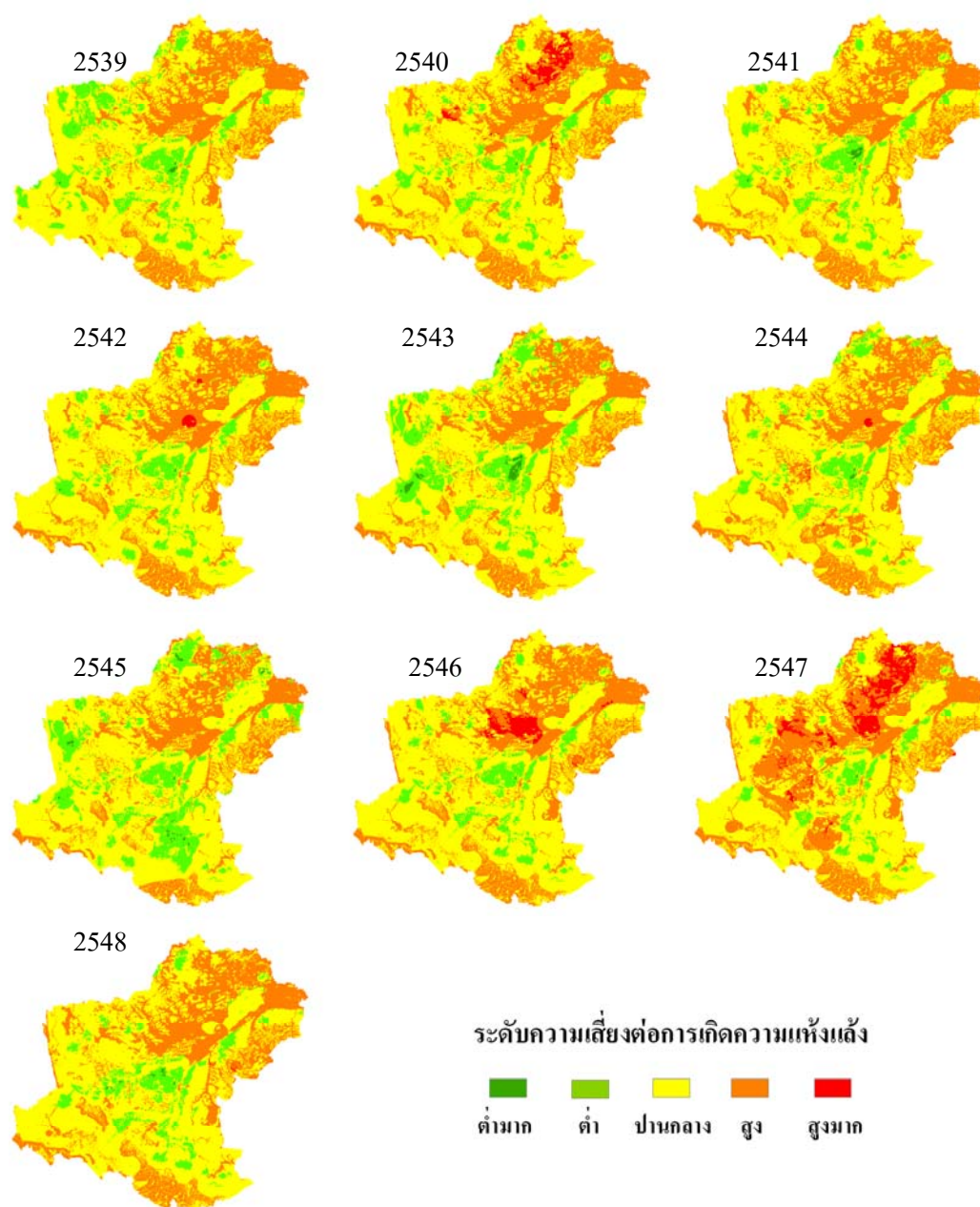
ส่วนของ SPI-6M (October) คือปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2547 โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2544 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงระดับสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 36 ของพื้นที่ทั้งหมด ขณะที่ปี พ.ศ. 2540 และ 2547 มีประมาณร้อยละ 35 สำหรับของ SPI-12M (December) คือปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2547 โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2544 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 36 ของพื้นที่ทั้งหมด ขณะที่ปี พ.ศ. 2540 และ 2547 มีประมาณร้อยละ 34 โดยพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาหนักที่สุดมักจะกระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ก่อนไปทางส่วนบนของจังหวัดบริเวณอำเภอโนนสูง อำเภอขามสะแกแสง อำเภอกง อำเภอโนนไทย อำเภอบัวใหญ่ อำเภอด่านขุนทด และกิ่งอำเภอเมืองยาง ส่วนพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาน้อยที่สุด จะกระจายตัวอยู่บริเวณส่วนล่างของพื้นที่ และทางขอบด้านทิศตะวันตกทางส่วนบนของจังหวัด ทั้งนี้โดยทั่วไป พื้นที่เสี่ยงสูงมากจะมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยตาม

ระยะเวลาของค่า SPI ที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น ของ SPI-3M จะอยู่ระหว่างร้อยละ 0-6 ของพื้นที่ ส่วนของ SPI-12M จะอยู่ระหว่างร้อยละ 0-2 ของพื้นที่ เป็นต้น

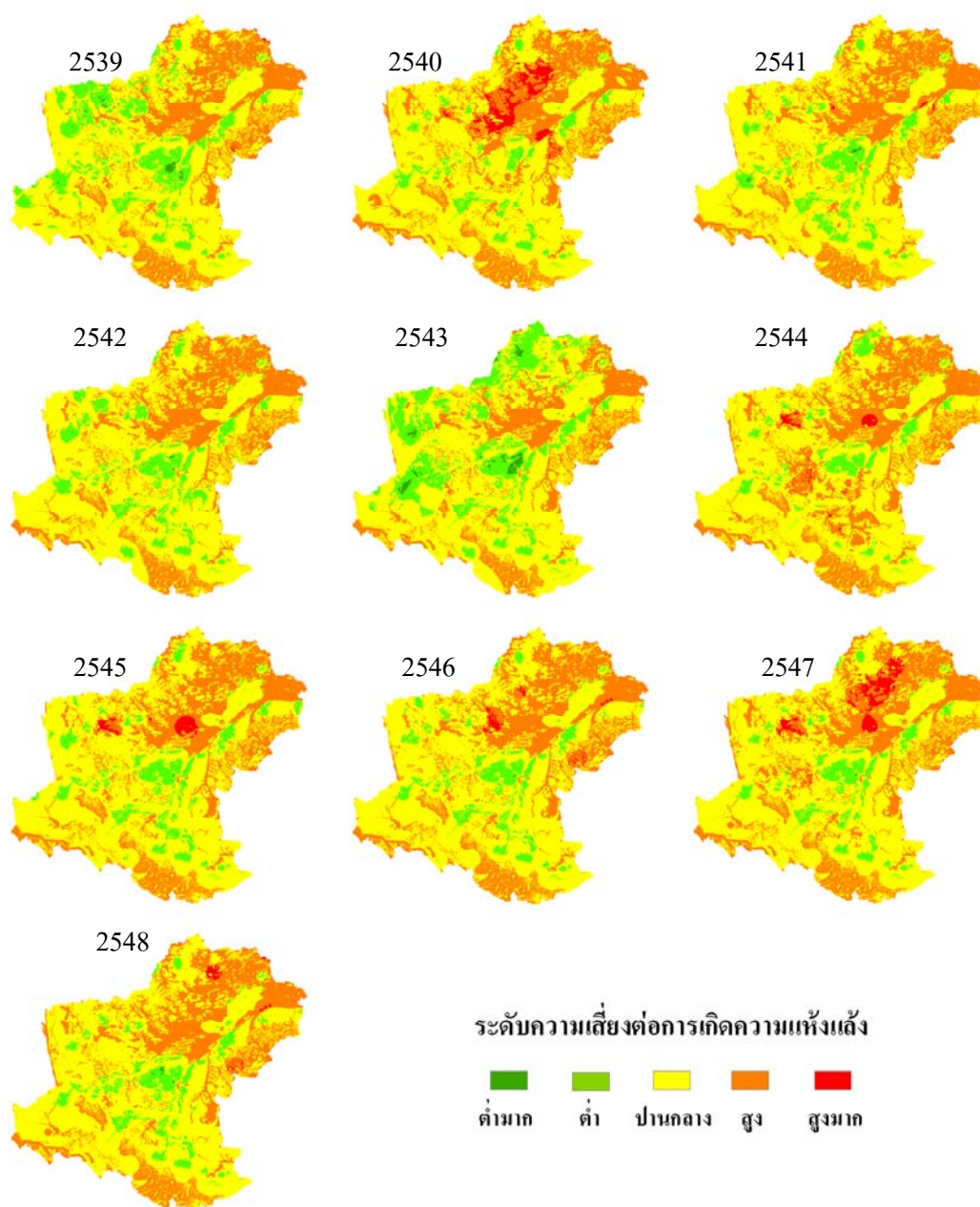
ทั้งนี้ แผนที่ความเสี่ยงที่ได้ในแต่ละปีจะมีการผันแปรของรายละเอียดมากพอควร ขึ้นอยู่กับรูปแบบของปริมาณน้ำฝนที่ผันแปรไปปีต่อปี (หรือเดือนต่อเดือน) แสดงในแผนที่ SPI รายเดือน ทำให้สามารถใช้แผนที่ดังกล่าว ในการตรวจสอบความรุนแรงของปัญหาความแห้งแล้งของจังหวัดได้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งต่างจากงานวิจัยอื่นที่พิจารณาเฉพาะแผนที่ความเสี่ยงที่ไม่ผันแปรไปตามเวลา ทำให้มีข้อจำกัดในการอธิบายปรากฏการณ์ความแห้งแล้ง ซึ่งมีลักษณะของความเป็นพลวัตสูง (Highly dynamic) สังเกตว่า พื้นที่ซึ่งมีปริมาณฝนโดยเฉลี่ยต่ำของจังหวัด (เช่น เขตเด็ชต์ 1-3 ในภาพที่ 3.9) มักไม่ใช่เขตซึ่งมีความเสี่ยงจากภัยแล้งสูงหรือสูงมากตามไปด้วย เมื่อเทียบกับแผนที่ความเสี่ยงในภาพที่ 4.8-4.11



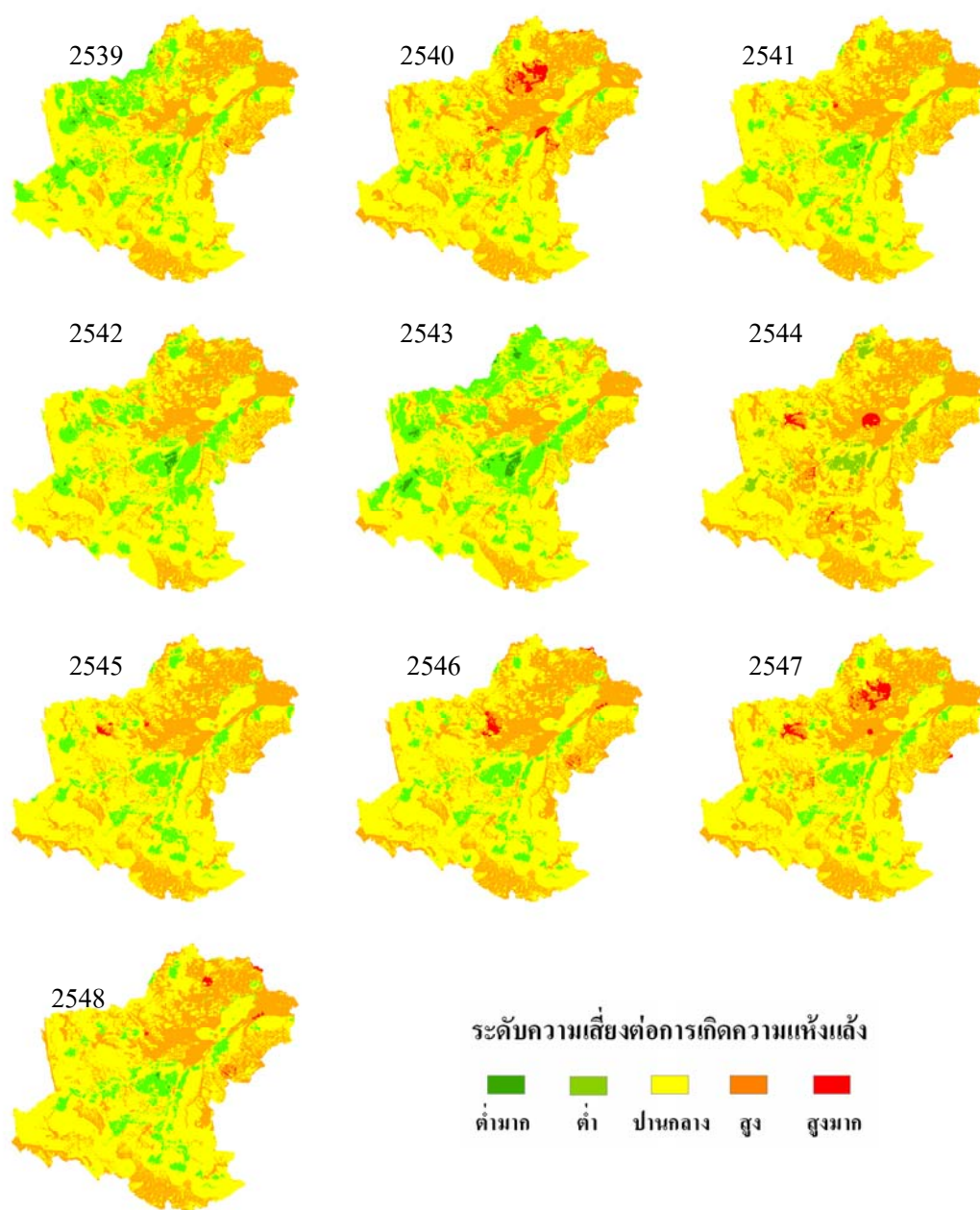
ภาพที่ 4.8 แผนที่ความเสี่ยงต่อภัยแล้งของปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามดัชนี SPI-3M (July) และตัวแปรทางอุทกวิทยา (ภาพที่ 4.2 และ 4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4 และ 4.5)



ภาพที่ 4.9 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามดัชนี SPI-3M (October) ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา (ภาพที่ 4.2 และ 4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4 และ 4.5)



ภาพที่ 4.10 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามดัชนี SPI-6M (October) ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา (ภาพที่ 4.2 และ 4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4 และ 4.5)



ภาพที่ 4.11 แผนที่เสี่ยงภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตาม SPI-12M (December) และตัวแปรทางอุทกวิทยา (ภาพที่ 4.2-4.3) และทางกายภาพ (ภาพที่ 4.4-4.5)

ตารางที่ 4.9 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.7 [สำหรับ SPI-3M (July)]

ปี พ.ศ.	พื้นที่	ระดับความเสี่ยง					รวม
		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	
2539	ตร.กม.	9.48	2533.26	12223.26	6009.97	0.87	20776.85
	ร้อยละ	0.05	12.19	58.83	28.93	0.00	100.00
2540	ตร.กม.	0.81	1233.18	12543.59	6570.41	428.86	20776.85
	ร้อยละ	0.00	5.94	60.37	31.62	2.06	100.00
2541	ตร.กม.	11.14	1773.90	12573.55	6232.71	185.55	20776.85
	ร้อยละ	0.05	8.54	60.52	30.00	0.89	100.00
2542	ตร.กม.	80.75	2771.96	12517.45	5405.81	0.88	20776.85
	ร้อยละ	0.39	13.34	60.25	26.02	0.00	100.00
2543	ตร.กม.	121.89	3608.82	12594.16	4451.11	0.87	20776.85
	ร้อยละ	0.59	17.37	60.62	21.42	0.00	100.00
2544	ตร.กม.	3.30	1320.70	12466.93	6881.12	104.80	20776.85
	ร้อยละ	0.02	6.36	60.00	33.12	0.50	100.00
2545	ตร.กม.	2.18	1302.56	11114.68	7109.30	1248.14	20776.85
	ร้อยละ	0.01	6.27	53.50	34.22	6.01	100.00
2546	ตร.กม.	25.51	2217.67	12216.99	6281.96	34.72	20776.85
	ร้อยละ	0.12	10.67	58.80	30.24	0.17	100.00
2547	ตร.กม.	212.45	2136.69	12435.85	5990.64	1.22	20776.85
	ร้อยละ	1.02	10.28	59.85	28.83	0.01	100.00
2548	ตร.กม.	2.92	1516.76	12695.79	6321.80	239.59	20776.85
	ร้อยละ	0.01	7.30	61.11	30.43	1.15	100.00

ตารางที่ 4.10 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.8 [สำหรับ SPI-3M (October)]

ปี พ.ศ.	พื้นที่	ระดับความเสี่ยง					รวม
		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	
2539	ตร.กม.	22.12	2493.11	12360.49	5892.92	8.21	20776.85
	ร้อยละ	0.11	12.00	59.49	28.36	0.04	100.00
2540	ตร.กม.	2.71	1459.71	12504.83	6269.59	539.90	20776.75
	%	0.01	7.03	60.19	30.18	2.60	100.00
2541	ตร.กม.	49.73	1689.89	12652.34	6384.00	0.88	20776.85
	ร้อยละ	0.24	8.13	60.90	30.73	0.00	100.00
2542	ตร.กม.	5.50	1727.35	12711.44	6250.49	82.07	20776.85
	ร้อยละ	0.03	8.31	61.18	30.08	0.40	100.00
2543	ตร.กม.	139.57	2582.34	12075.31	5978.11	1.52	20776.85
	ร้อยละ	0.67	12.43	58.12	28.77	0.01	100.00
2544	ตร.กม.	13.50	1633.47	12414.37	6663.76	51.75	20776.85
	ร้อยละ	0.06	7.86	59.75	32.07	0.25	100.00
2545	ตร.กม.	75.46	3097.14	12260.43	5342.93	0.88	20776.85
	ร้อยละ	0.36	14.91	59.01	25.72	0.00	100.00
2546	ตร.กม.	2.92	1501.11	12570.70	6201.74	500.38	20776.85
	ร้อยละ	0.01	7.22	60.50	29.85	2.41	100.00
2547	ตร.กม.	2.18	1183.80	10898.88	7444.51	1247.48	20776.85
	ร้อยละ	0.01	5.70	52.46	35.83	6.00	100.00
2548	ตร.กม.	30.18	1710.34	12474.60	6542.08	19.65	20776.85
	ร้อยละ	0.15	8.23	60.04	31.49	0.09	100.00

ตารางที่ 4.11 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.9 [สำหรับ SPI-6M (October)]

ปี พ.ศ.	พื้นที่	ระดับความเสี่ยง					รวม
		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	
2539	ตร.กม.	70.00	2847.90	12079.46	5759.53	19.96	20776.85
	ร้อยละ	0.34	13.71	58.14	27.72	0.10	100.00
2540	ตร.กม.	0.15	1132.34	12311.22	6511.58	821.56	20776.85
	ร้อยละ	0.00	5.45	59.25	31.34	3.95	100.00
2541	ตร.กม.	24.38	1728.98	12674.53	6319.69	29.27	20776.85
	ร้อยละ	0.12	8.32	61.00	30.42	0.14	100.00
2542	ตร.กม.	10.36	2038.40	12662.32	6064.88	0.88	20776.85
	ร้อยละ	0.05	9.81	60.94	29.19	0.00	100.00
2543	ตร.กม.	215.91	3768.74	12139.80	4651.40	0.99	20776.85
	ร้อยละ	1.04	18.14	58.43	22.39	0.00	100.00
2544	ตร.กม.	1.30	1133.61	12156.49	7282.86	202.59	20776.85
	ร้อยละ	0.01	5.46	58.51	35.05	0.98	100.00
2545	ตร.กม.	3.31	1731.91	12581.04	6215.08	245.52	20776.85
	ร้อยละ	0.02	8.34	60.55	29.91	1.18	100.00
2546	ตร.กม.	2.92	1572.64	12613.90	6417.84	169.55	20776.85
	ร้อยละ	0.01	7.57	60.71	30.89	0.82	100.00
2547	ตร.กม.	2.92	1403.78	12171.57	6563.71	634.86	20776.85
	ร้อยละ	0.01	6.76	58.58	31.59	3.06	100.00
2548	ตร.กม.	15.83	1580.17	12589.69	6468.39	122.78	20776.85
	ร้อยละ	0.08	7.61	60.59	31.13	0.59	100.00

ตารางที่ 4.12 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามแผนที่ความเสี่ยงภาพที่ 4.10 [สำหรับ SPI-12M (December)]

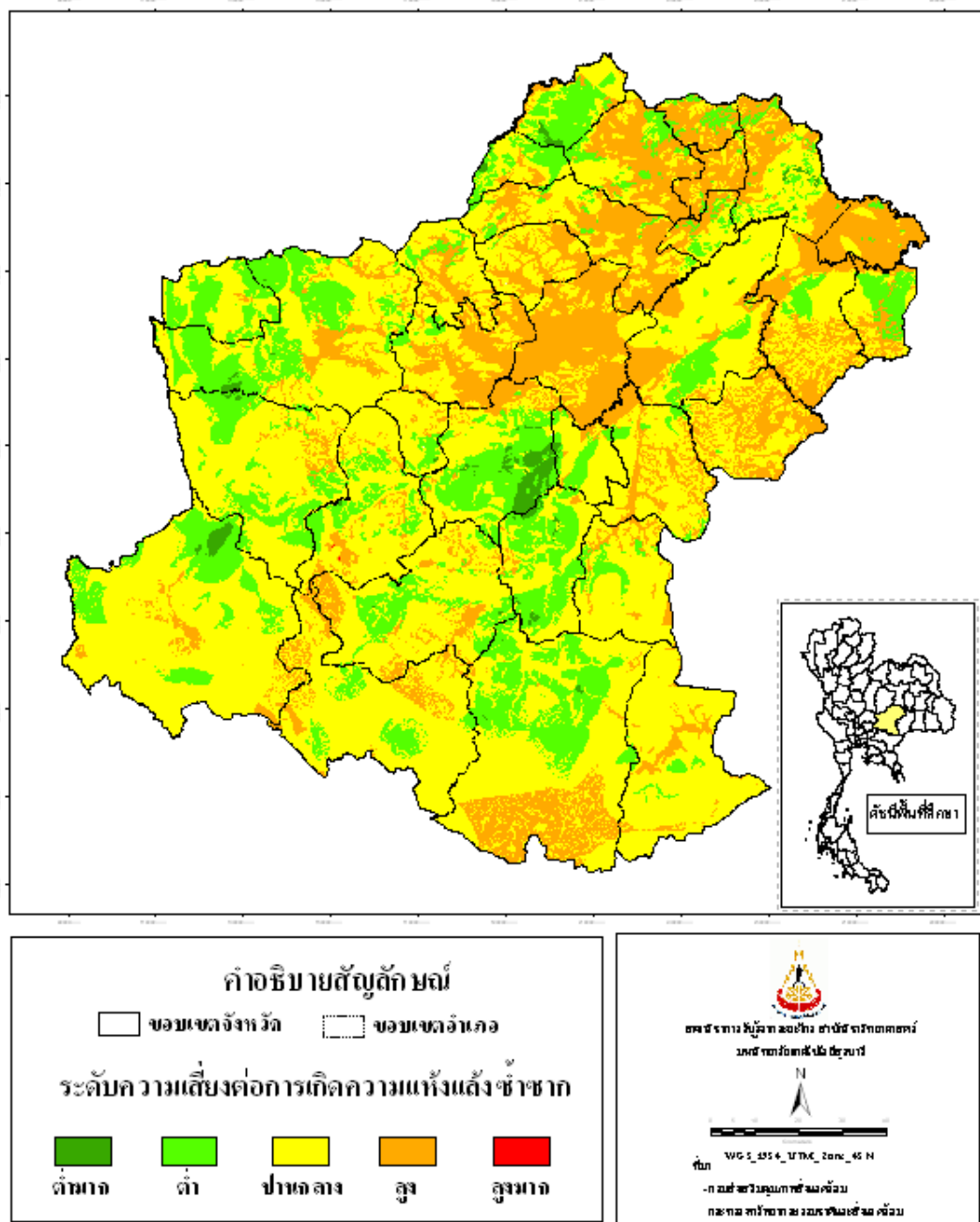
ปี พ.ศ.	พื้นที่	ระดับความเสี่ยง					รวม
		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	
2539	ตร.กม.	71.82	3442.24	11956.50	5295.62	10.67	20776.85
	ร้อยละ	0.35	16.57	57.55	25.49	0.05	100.00
2540	ตร.กม.	0.15	1172.14	12463.79	6762.96	377.80	20776.85
	ร้อยละ	0.00	5.64	59.99	32.55	1.82	100.00
2541	ตร.กม.	16.39	1710.75	12726.96	6311.67	11.08	20776.85
	ร้อยละ	0.08	8.23	61.26	30.38	0.05	100.00
2542	ตร.กม.	81.30	3089.10	12274.76	5330.81	0.88	20776.85
	ร้อยละ	0.39	14.87	59.08	25.66	0.00	100.00
2543	ตร.กม.	245.39	4705.45	11901.07	3923.54	1.40	20776.85
	ร้อยละ	1.18	22.65	57.28	18.88	0.01	100.00
2544	ตร.กม.	1.50	1069.57	12133.32	7337.11	235.36	20776.85
	ร้อยละ	0.01	5.15	58.40	35.31	1.13	100.00
2545	ตร.กม.	-	1784.43	12630.59	6312.80	49.03	20776.85
	ร้อยละ	-	8.59	60.79	30.38	0.24	100.00
2546	ตร.กม.	2.92	1552.00	12649.25	6429.34	143.34	20776.85
	ร้อยละ	0.01	7.47	60.88	30.94	0.69	100.00
2547	ตร.กม.	2.92	1402.68	12268.66	6770.64	331.95	20776.85
	ร้อยละ	0.01	6.75	59.05	32.59	1.60	100.00
2548	ตร.กม.	12.56	1589.32	12602.22	6480.07	92.69	20776.85
	ร้อยละ	0.06	7.65	60.66	31.19	0.45	100.00

4.5.3 แผนที่ภัยแล้งซ้ำซาก

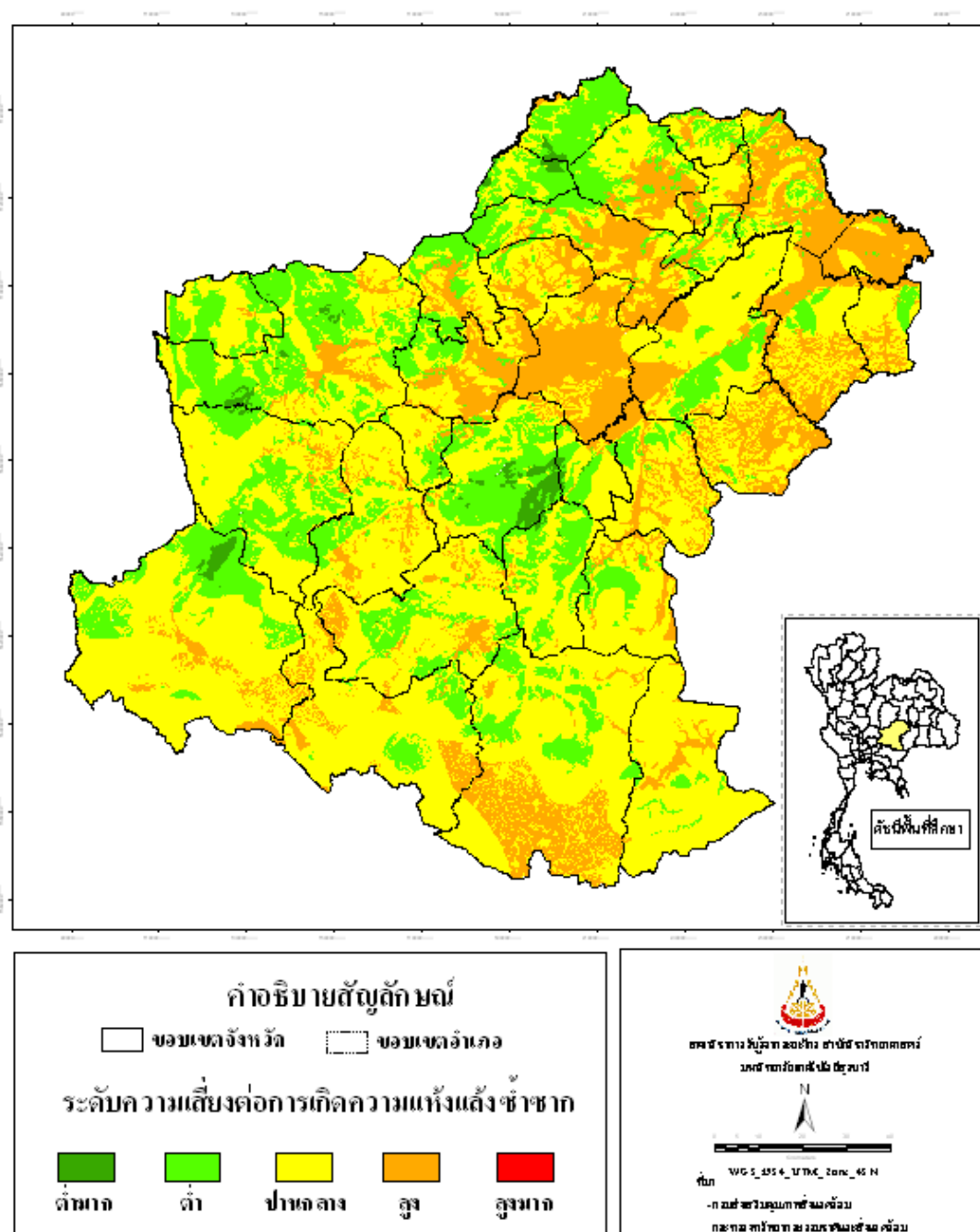
เป็นการนำเสนอแผนที่เสี่ยงภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามดัชนี SPI (จากภาพที่ 4.8-4.11) เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งเป็นประจำ หรืออาจกล่าวได้ว่า ได้รับผลกระทบจากปัญหาภัยแล้งซ้ำซากในพื้นที่ โดยนำเสนอแผนที่ความเสี่ยงดังกล่าวมาซ้อนทับกัน ได้ผลการศึกษาดังภาพที่ 4.12-4.15 และมีพื้นที่ในแต่ละระดับความเสี่ยงภัยแล้งดังตารางที่ 4.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่า พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซ้ำซากโดยส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางของจังหวัด ได้แก่ อำเภอโนนสูง อำเภอโนนไทย อำเภอบัวใหญ่ อำเภอห้วยแถลง และอำเภอชุมพวง และกระจายตัวบริเวณ กิ่งอำเภอเมืองยาง อำเภอครบุรี และอำเภอกง

ตารางที่ 4.13 แสดงพื้นที่ที่เกิดภัยแล้งซ้ำซากในแต่ละระดับความเสี่ยง ของแต่ละช่วงเวลาดัชนี SPI

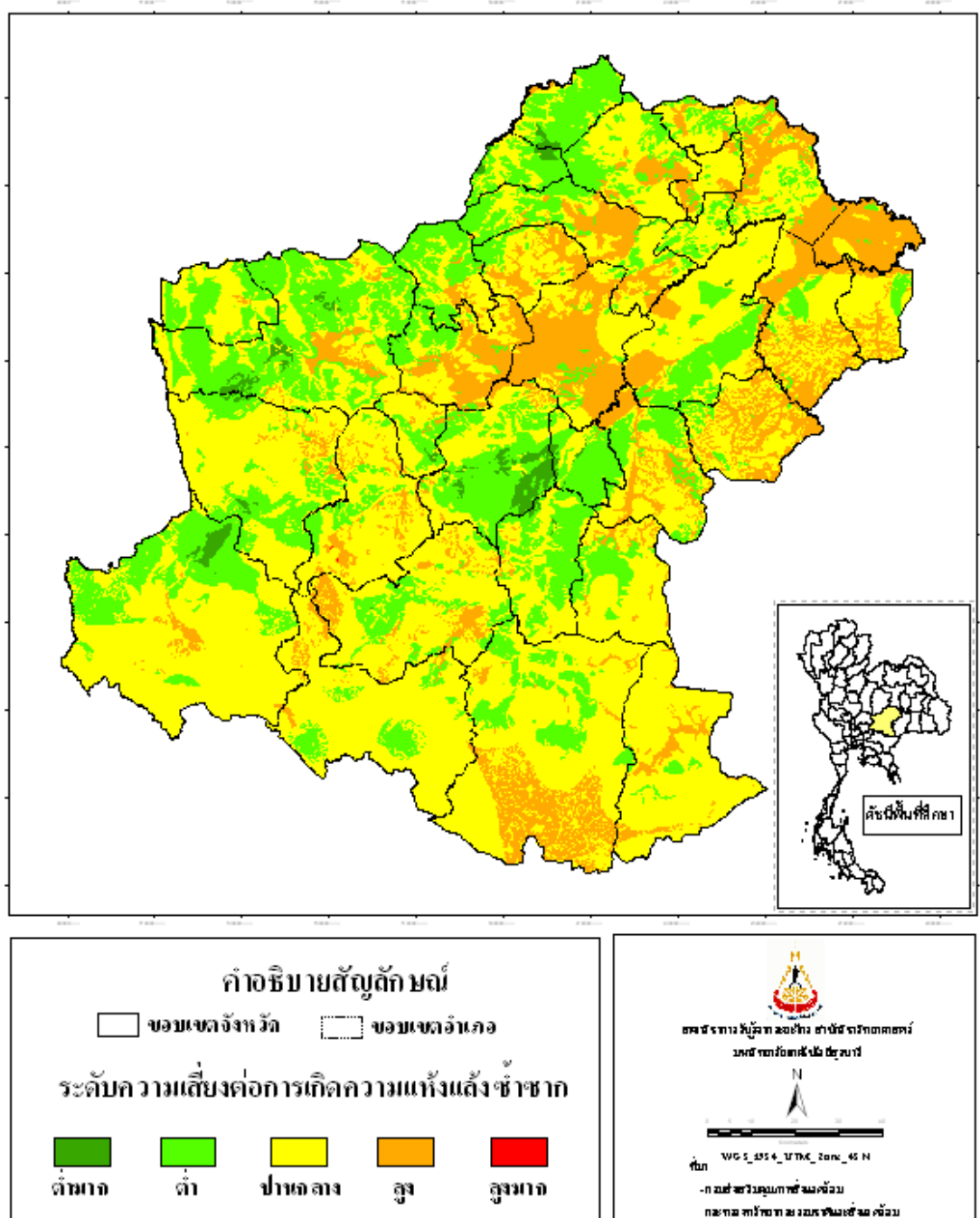
ระดับความ เสี่ยงภัยแล้ง	ดัชนี SPI พื้นที่ (ตร.กม.)			
	SPI-3M(July)	SPI-3M(Oct)	SPI-6M(Oct)	SPI-12M(Dec)
ต่ำมาก	215.95	185.88	217.05	256.77
ต่ำ	5055.54	3849.79	4477.77	5265.65
ปานกลาง	11976.21	11983.56	11797.01	11748.51
สูง	3528.47	4756.74	4284.79	3505.21
สูงมาก	0.68	0.89	0.23	0.70
รวม	20776.85	20776.85	20776.85	20776.85



ภาพที่ 4.13 แสดงแผนที่ภัยแล้งที่เกิดขึ้นซ้ำซาก จากดัชนี SPI แบบ 3 เดือน ช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548



ภาพที่ 4.14 แสดงแผนที่ภัยแล้งที่เกิดขึ้นซ้ำซาก จากดัชนี SPI แบบ 6 เดือน ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548



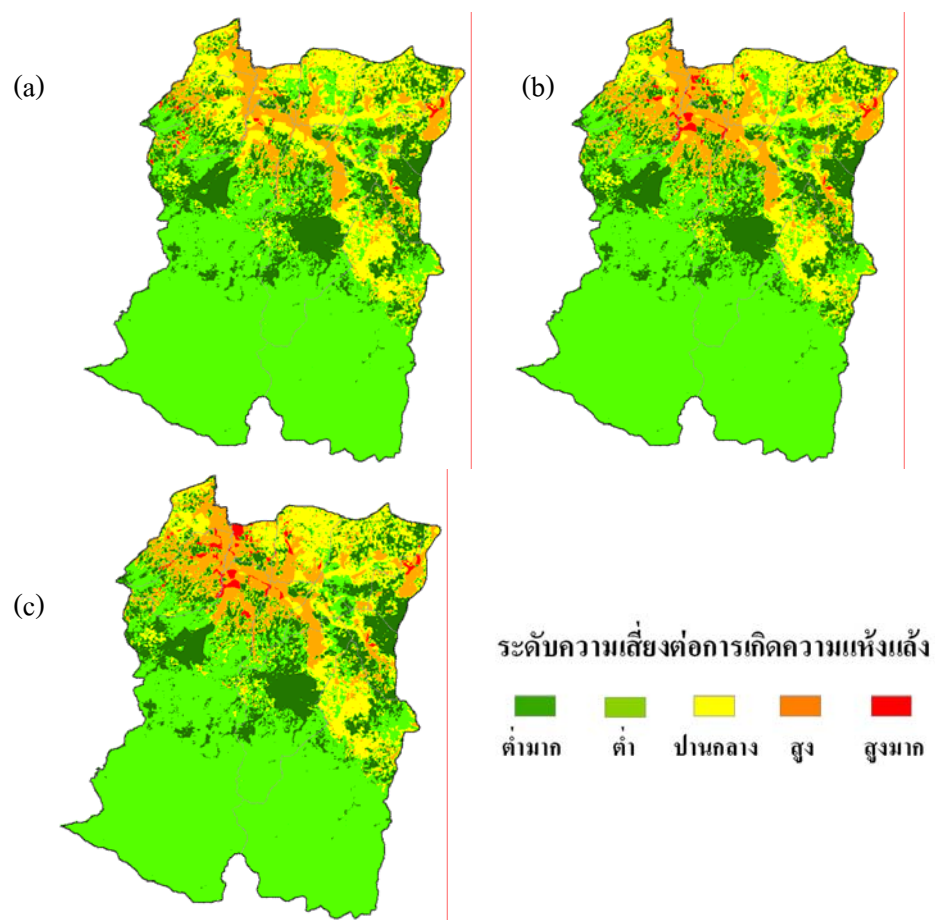
ภาพที่ 4.15 แสดงแผนที่ภัยแล้งที่เกิดขึ้นซ้ำซาก จากดัชนี SPI แบบ 12 เดือน ช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548

4.5.4 แผนที่ความเสี่ยงและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

แผนที่ความเสี่ยงที่เห็นในภาพที่ 4.8-4.11 ถูกจัดทำขึ้นอิงตามปัจจัยน้ำฝนและปัจจัยประกอบทางอุทกวิทยาและทางกายภาพที่กล่าวถึงไว้ในตารางที่ 4.1 อย่างไรก็ตาม หากนำปัจจัยทาง LULC มาพิจารณาประกอบด้วย จะทำให้ได้แผนที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งชุดใหม่ซึ่งอาจนำไปเป็นพื้นฐาน ในการประเมินความเสียหายทางสังคมและเศรษฐกิจได้ ตัวอย่างเช่น หากใช้ข้อมูล LULC ในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) มาเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา (ภาพที่ 4.6) และใช้แผนที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งของปี พ.ศ. 2547 มาประยุกต์ในการวิเคราะห์ จะได้แผนที่ความเสี่ยงชุดใหม่ที่รวมปัจจัยเรื่อง LULC ไว้ในการวิเคราะห์ด้วย ดังที่เห็นในภาพที่ 4.16 โดยในที่นี้ ได้พิจารณาเฉพาะกรณีของ SPI-3M (October) SPI-6M (October) และ SPI-12M (December) ซึ่งพบว่ากรณีนี้ พื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอจะอยู่ในเขตเสี่ยงต่ำหรือต่ำมาก (ประมาณร้อยละ 75) ขณะที่เขตเสี่ยงสูงหรือสูงมากมีอยู่ไม่มากนัก (ประมาณร้อยละ 10-12) โดยส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ในเขตเพาะปลูกพืชพรรณสำคัญพวกอ้อย ข้าว และมันสำปะหลัง ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อภัยแล้งมากที่สุด

ตารางที่ 4.14 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งของอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา อิงตามข้อมูลที่พบในแผนที่ความเสี่ยงในภาพที่ 4.16

ประเภทแผนที่	พื้นที่	ระดับความเสี่ยง					รวม
		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	
SPI-3M (Oct)	ตร.กม. ร้อยละ	421.24 22.23	1020.09 53.84	275.03 14.51	170.68 9.01	7.78 0.41	1894.83 100.00
SPI-6M (Oct)	ตร.กม. ร้อยละ	419.59 22.14	1012.56 53.44	241.08 12.72	207.13 10.93	14.47 0.76	1894.83 100.00
SPI-12M (Dec)	ตร.กม. ร้อยละ	417.27 22.02	1007.91 53.19	232.25 12.26	216.76 11.44	20.65 1.09	1894.83 100.00



ภาพที่ 4.16 แผนที่เสี่ยงภัยแล้งตามประเภทของดัชนี SPI ในปี พ.ศ. 2547 รวมกับ LULC ของปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) โดยที่ (a) SPI-3M (October) (b) SPI-6M (October) และ (c) SPI-12M (December)

4.6 สรุปผลการศึกษา

วัตถุประสงค์หลักของงานนี้ คือสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 อิงตามระดับการผันแปรของปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูเพาะปลูกรายปี ซึ่งอยู่ในรูปของแผนที่ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI map) จำนวน 4 แบบที่เลือกมา ได้แก่ SPI-3M (July) SPI-3M (October) SPI-6M (October) SPI-12M (December) ร่วมกับปัจจัยสนับสนุนจำนวนหนึ่ง ซึ่งแยกได้เป็น 3 กลุ่มสำคัญคือ (1) ปัจจัยทางอุทกวิทยา (ได้แก่ ปริมาณของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน) (2) ปัจจัยทางกายภาพ (ได้แก่ ระดับความลาดชันและความสามารถในการระบายน้ำของดิน) และ (3) ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (ได้แก่ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน หรือ LULC map) และใช้เทคนิคการรวมคะแนนจากแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้อง แบบถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (WLC) ในการสร้างแผนที่ความเสี่ยงที่ต้องการ

ทั้งนี้ หากพิจารณาเฉพาะปัจจัยน้ำฝนค่าความเสี่ยงต่อภัยแล้งจะผันแปรผันไปเป็นอย่างมากเชิงพื้นที่ โดยเขตที่มีความเสี่ยงมากที่สุดมักจะกระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางของจังหวัดก่อนไปทางทิศตะวันตกและทิศใต้ ส่วนเขตที่มีความเสี่ยงต่ำสุด มักจะตั้งอยู่บริเวณขอบรอบนอกของตัวจังหวัด โดยเฉพาะขอบทางทิศตะวันตกและทิศใต้ (สรุปจากภาพที่ 3.14-3.17 ในบทที่ 3 และค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดให้สำหรับแต่ละชั้นข้อมูลของค่า SPI ที่เห็นในตารางที่ 4.7)

อย่างไรก็ตาม หากรวมปัจจัยทางอุทกวิทยาและปัจจัยทางกายภาพ เข้าไปในการประเมินความเสี่ยงด้วย พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดจะถูกจัดอยู่ในเขตเสี่ยงระดับปานกลางถึงระดับสูงแทบทุกปี (ประมาณ 90% ของพื้นที่ทั้งหมด) ยกเว้นบางปีซึ่งอาจมีพื้นที่เสี่ยงสูงหรือสูงมาก เพิ่มขึ้นผิดปกติ ซึ่งถือว่าเป็นปีที่เกิดภัยแล้งรุนแรงขึ้น อาทิ สำหรับแผนที่ที่สร้างอิงตาม SPI-3M (July) คือปี พ.ศ. 2540 2545 และ 2548 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2545 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงระดับสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับแผนที่ที่สร้างขึ้นโดยอิง SPI-3M (October) คือปี พ.ศ. 2540 2546 และ 2547 โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงระดับสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 42 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนของแผนที่ซึ่งอิง SPI-6M (October) คือปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2547 โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2544 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงระดับสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 36 ของพื้นที่ทั้งหมด ขณะที่ปี พ.ศ. 2540 และ 2547 มีประมาณร้อยละ 35 ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับของ SPI-12M (December) คือปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2547 โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2544 ซึ่งมีพื้นที่เสี่ยงสูงและสูงมากถึงประมาณร้อยละ 36 ของพื้นที่ทั้งหมด ขณะที่ปี พ.ศ. 2540 และ 2547 มีประมาณร้อยละ 34 ของพื้นที่ทั้งหมด

โดยพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาหนักที่สุด มักจะกระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ก่อนไปทางส่วนบนของจังหวัด บริเวณอำเภอโนนสูง อำเภอขามสะแกแสง อำเภอกอง อำเภอโนนไทย

อำเภอบัวใหญ่ และกิ่งอำเภอเมืองยาง ส่วนพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาน้อยที่สุดมักจะกระจายตัวกันอยู่บริเวณส่วนล่างและทางขอบด้านทิศตะวันตกทางส่วนบนของจังหวัด โดยทั่วไปพื้นที่ซึ่งมีเสี่ยงสูงมากจะมีปริมาณลดลงโดยเฉลี่ย ตามระยะเวลาของค่า SPI ที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น ของ SPI-3M จะอยู่ระหว่างร้อยละ 0-6 ของพื้นที่ศึกษา ส่วนของ SPI-12M จะอยู่ระหว่างร้อยละ 0-2 เป็นต้น สอดคล้องกับแนวโน้มความรุนแรงที่ปรากฏตามการผันแปรของค่าดัชนี SPI

ทั้งนี้ แผนที่ความเสี่ยงที่ได้ในแต่ละปีจะมีการผันแปรของรายละเอียดมากพอควร ขึ้นอยู่กับรูปแบบของปริมาณน้ำฝนที่ผันแปรไปในปีต่อไป (หรือเดือนต่อเดือน) แสดงในแผนที่ SPI รายเดือน ทำให้สามารถใช้แผนที่ดังกล่าว ในการตรวจสอบความรุนแรงของปัญหาภัยแล้งของจังหวัดได้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ต่างไปจากงานวิจัยอื่นที่พิจารณาเฉพาะแผนที่ความเสี่ยงที่ไม่ผันแปรไปตามเวลา ทำให้มีข้อจำกัดในการอธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้ง ซึ่งมีลักษณะของความเป็นพลวัตสูง (highly dynamic) สังกัดว่า พื้นที่ซึ่งมีปริมาณฝนโดยเฉลี่ยต่ำของจังหวัด (เช่น เขตเดิไซล์ 1-3 ในภาพที่ 3.9) มักไม่ใช่เขตซึ่งมีความเสี่ยงจากภัยแล้งสูงหรือสูงมากตามไปด้วย เมื่อเทียบกับแผนที่ความเสี่ยงในรูปที่ 4.8-4.11

อย่างไรก็ตาม หากนำปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม คือรูปแบบ LULC เข้ามาร่วมด้วย จะทำให้ได้แผนที่ซึ่งแตกต่างไปจากเดิม ขึ้นอยู่กับลักษณะของ LULC ที่ปรากฏในแต่ละส่วนของพื้นที่ศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ บ่งชี้ว่าเขตเพาะปลูกพืชไร่ถูกกำหนดเป็นเขตที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด จึงมักถูกจัดให้เป็นเขตที่มีความเสี่ยงสูงสุด ส่วนเขตพื้นที่น้ำและพื้นที่เมืองจัดเป็นเขตที่มีความอ่อนไหวต่อเหตุการณ์ดังกล่าวน้อยที่สุด จึงมีความเสี่ยงต่ำที่สุดตามไปด้วย

4.7 รายการอ้างอิง

กัลยาณี สุวรรณประเสริฐ. (2548). การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงจากภาวะภัยแล้งของประเทศไทย. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สมพิศ นิธิยานันท์. (2546). การวิเคราะห์ภัยแล้งและพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อภิรัฐ ปิ่นทอง. (2544). การประเมินความแห้งแล้งด้วยดัชนีความแห้งแล้งในลุ่มน้ำแม่กลองร่วมกับการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน.

- อมเรศ บกสุวรรณ. (2546). สภาพความแห้งแล้งในลุ่มน้ำยม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร
สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- Mongkolsawat, C., Thirangoon, P., Suwanwerakamtorn, R., Karladee, N., Paiboonsak, S. and
Champhatet, P. (2001). An Evaluation of Drought Risk Area in Northeast Thailand using
Remotely Sensed Data and GIS. **Asian Journal of Geoinformatics**. 1(4): 33-44.
- Pratumchai, K., Honda, K. and Nualchawee, K. (2001). Drought Risk Evaluation using Remote
Sensing and GIS: A Case Study in Lop Buri Province. Paper present in **22nd Asian
Conference on Remote Sensing**. Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing,
Asian Association on Remote Sensing, Singapore.
- Suwanwerakamtorn, R., Mongkolsawat, C., Srisuk, K. and Ratanasermping, S. (2005).
Drought Assessment Using GIS Technology in the Nam Choen Watershed, NE
Thailand. In **Proceedings of the 26th Asian Conference on Remote Sensing**. Hanoi,
Vietnam.
- Suwanwerakamtorn R., Mongkolsawat C., Srisuk K. and Ratanasermping S. (2006). Matrix
Overlay for Drought Assessment in the Nam Choen Watershed, NE Thailand.
Proceedings of the 27th Asian Conference on Remote Sensing. Ulaanbaatar, Mongolia.

บทที่ 5

การวิเคราะห์ผลกระทบของภัยแล้งต่อการเพาะปลูกภาคเกษตร

5.1 บทคัดย่อ

โดยปกติ ภัยแล้งมักจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเพาะปลูกในภาคเกษตรของทุกภูมิภาคทั่วโลก โดยเฉพาะเขตที่ต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลักในการทำเกษตรกรรม เพราะมักทำให้ดินขาดความชุ่มชื้นมากเพียงพอสำหรับการเติบโตอย่างสมบูรณ์ของพืชที่ปลูก ดังนั้น ในปีที่มีภัยแล้งรุนแรงปริมาณของพืชพรรณสมบูรณ์และผลผลิตในภาคเกษตรที่ได้รับ มักลดต่ำกว่าปกติอย่างเห็นได้ชัด สำหรับในการศึกษานี้ ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-TM ในการตรวจสอบผลกระทบของภาวะภัยแล้งต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ (คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง) ของอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่ปลูก ระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณ (จากดัชนี NDVI) และระดับความชื้นในดินและในตัวพืชพรรณ (จากดัชนี NDWI) ในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) และปี พ.ศ. 2547 (ปีแห้งแล้ง) ซึ่งผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2547 ปริมาณของพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจทั้งสามชนิดข้างต้น ลดลงเป็นอย่างมากคือประมาณ 42.34 37.06 และ 55.96 เฮกตาร์ สำหรับ ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่ดินโล่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 88.51 เฮกตาร์ โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงดังกล่าว อยู่ทางตอนเหนือของอำเภอครบุรี สอดคล้องกับผลการศึกษาค่าดัชนี NDVI ซึ่งระบุว่าเขตที่มีพืชพรรณสมบูรณ์ (เช่น มี NDVI > 0.6) ลดลงประมาณ 35.73 เฮกตาร์ขณะที่เขตซึ่งมีความสมบูรณ์ของพืชพรรณต่ำ (เช่น มี NDVI ระหว่าง 0.0-0.4) มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 300 เฮกตาร์ ทั้งนี้ถ้าแยกดูตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC) พบว่าค่า NDVI เฉลี่ยจะลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะของอ้อย มันสำปะหลัง และของพื้นที่ดินโล่ง แต่สำหรับข้าวและป่าไม้มีค่าลดลงไม่มากนัก

สำหรับการผันแปรของดัชนี NDWI มีลักษณะคล้ายกับดัชนี NDVI คือลดลงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเขตที่มีความชื้นค่อนข้างสูง (เช่น มีค่าดัชนี NDWI 0.2-0.4) ซึ่งลดลงถึงประมาณ 30.79 เฮกตาร์ ขณะที่เขตซึ่งมีระดับความชื้นค่อนข้างต่ำ (เช่น มีค่าดัชนี NDWI < 0) มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 133 เฮกตาร์ ทั้งนี้ ถ้าพิจารณาแยกตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าค่าดัชนี NDWI เฉลี่ยลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะ อ้อย มันสำปะหลัง กลุ่มดินโล่งและเขตที่อยู่อาศัยแต่สำหรับนาข้าวและเขตป่าไม้มีค่าลดลงเล็กน้อย

ผลการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นชัดเจนว่าภัยแล้งรุนแรงที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2547 ได้ส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืชไร่นาในอำเภอครบุรีเป็นอย่างมาก เห็นได้จากการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ รวมไปถึงระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณที่ตรวจวัดได้จากดัชนี NDVI และค่าความชื้นในดินและตัวพืชพรรณที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืช ซึ่งตรวจวัดได้จากดัชนี NDWI ที่ลดลงไปเป็นอย่างมากเช่นกัน

5.2 บทนำ

ภัยแล้ง (Drought) ถือเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติสำคัญ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำในทุกภูมิภาคของโลก และมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของผู้คนเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะผู้ที่ดำรงชีวิตอยู่ในภาคเกษตรกรรม ซึ่งต้องพึ่งพาน้ำฝนหรือน้ำจากหิมะเป็นหลักในการเพาะปลูก ทั้งนี้ นิยามทั่วไปของภัยแล้ง คือสภาวะที่พื้นที่ประสบกับการลดลงอย่างผิดปกติของปริมาณน้ำฟ้า (Precipitation) นานระดับหนึ่ง ซึ่งมากพอจะส่งผลให้เกิดผลกระทบอย่างสำคัญต่อสภาวะสมดุลน้ำ (Water balance) ของพื้นที่ จนทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะการทำเกษตรกรรมและอุปโภคบริโภคในครัวเรือน อย่างไรก็ตาม ยังมีการให้นิยามของภัยแล้งที่จำเพาะเจาะจงลงไปอีกหลายแบบ อาทิ ภัยแล้งเชิงอุทกนิยามวิทยา ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม หรือ ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

โดยทั่วไป การลดลงของปริมาณน้ำฟ้า (ที่สำคัญคือน้ำฝนและหิมะ) ในช่วงแห้งแล้งดังกล่าว มักส่งผลกระทบต่อทำให้ระดับของความชื้นในดิน (Soil moisture) ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเป็นลำดับแรกในช่วงระยะเวลาอันสั้น (Short-term impact) หลังจากนั้นในช่วงเวลาที่ยาวนานขึ้น ปริมาณน้ำสะสมทั้งส่วนของน้ำผิวดิน (Surface water) และน้ำใต้ดิน (Ground water) จะเริ่มลดจำนวนลงมากกว่าปกติ ทั้งนี้ ผลกระทบของปัญหาภัยแล้งมักปรากฏให้เห็นชัดเจนในภาคเกษตรก่อน เนื่องจากการลดลงเป็นอย่างมากของระดับความชื้นในดิน และหากเกิดภาวะแห้งแล้งติดต่อกันอย่างยาวนานขึ้น (โดยเฉพาะช่วงฤดูเพาะปลูก) อาจส่งผลทำให้ปริมาณของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่จำเป็นสำหรับการเพาะปลูก (เช่น น้ำในระบบชลประทานหรือในแม่น้ำลำคลอง) ลดลงมากตามไปด้วย จนอาจทำให้การเพาะปลูกพืชพรรณได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงเป็นบริเวณกว้างได้ โดยผลกระทบที่เห็นได้ชัดเจน คืออัตราการเติบโตและระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณรวมถึงผลผลิตที่ได้รับลดลงอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากสภาวะการขาดน้ำของพืช (เรียกว่า Moisture or drought stress)

ทั้งนี้ ความต้องการน้ำของพืชในช่วงเจริญเติบโต จะผันแปรไปได้หลากหลายขึ้นอยู่กับปัจจัยเกี่ยวข้องหลายประการ ที่สำคัญคือ ชนิดของพืช ระยะของการเติบโต และสภาพแวดล้อมขณะเติบโต โดยการเติบโตของพืชเศรษฐกิจทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะหลัก คือ การงอกของเมล็ด

(Sowing) การเติบโตของลำต้น กิ่ง ใบ (Vegetative or pinnacle development) การออกรวงหรือผล (Grain filling) และการเก็บเกี่ยว (Harvesting) โดยพืชจะต้องการน้ำเพิ่มขึ้นตามลำดับจากขั้นการงอกของเมล็ดจนถึงขั้นการออกรวงหรือผล จากนั้นความต้องการจะลดลงในช่วงที่เก็บเกี่ยว ดังนั้น หากว่าพืชได้รับน้ำอย่างเพียงพอในแต่ละขั้นของพัฒนาการ ก็มักไม่เกิดปัญหาในการเจริญเติบโต แต่ว่าหากได้รับไม่เพียงพอ ก็อาจจะส่งผลทำให้การเติบโตของมันช้าลงหรือหยุดชะงักไปได้ โดยเฉพาะกับพืชที่มีความอ่อนไหวมากเป็นพิเศษต่อการขาดน้ำ (Water-sensitive crop)

ทั้งนี้โดยปกติแล้ว ช่วงที่พืชจะมีความอ่อนไหวต่อการขาดน้ำมากที่สุด (Moisture-sensitive period) หรือเป็นช่วงวิกฤติของการเติบโต (critical growth stage) ก็คือช่วงการเติบโตของลำต้น กิ่ง ใบ และช่วงออกรวงหรือดอกผล (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ใน Salter and Goode, 1967; Teare and Peet, 1983; Al-Kaisi and Broner, 2009)

รูปแบบการประเมินผลกระทบของภัยแล้งต่อการเพาะปลูกพืชพรรณ

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่า ภัยแล้งมีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการเพาะปลูกพืชพรรณของเกษตรกร ดังนั้นการทำความเข้าใจถึงรูปแบบของผลกระทบดังกล่าวจึงถือเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการแก้ไขปัญหาและการวางแผนการเพาะปลูกที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ โดยการประเมินผลกระทบของปัญหาภัยแล้งต่อการเพาะปลูกพืชพรรณที่พบในการศึกษาทั่วไป มักอ้างอิงตามการผันแปรของตัวแปร 2 กลุ่มที่เกี่ยวข้อง คือ

(1) สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติที่เอื้อต่อการเติบโตของพืช อาทิ ระดับความชื้นในดิน อัตราการคายระเหยของดินหรือพืช ปริมาณน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำผิวดิน หรือ อุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินในเขตเพาะปลูก ซึ่งอาจผันแปรไปจนทำให้เกิดปัญหาต่อการเติบโตของพืชได้

(2) ระดับความสมบูรณ์หรือปริมาณของพืชพรรณที่เจริญเติบโต หรือปริมาณผลผลิตที่ได้รับช่วงเกิดภาวะแห้งแล้ง เปรียบเทียบกับภาวะปกติหรือภาวะที่มีความชุ่มชื้นสูง

โดยวิธีการจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์จะมีอยู่ 2 แบบหลักคือ การลงตรวจวัดข้อมูลภาคสนาม (Field survey or ground-based measurement) ซึ่งนิยมใช้มากในอดีต และการตรวจวัดโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) ซึ่งเป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน

ทั้งนี้ การจัดเก็บแบบแรกสามารถเก็บข้อมูลได้ละเอียดและมีความน่าเชื่อถือสูง แต่ไม่สะดวกต่อการดำเนินการในพื้นที่กว้างใหญ่ หรือในกรณีที่ต้องจัดเก็บเป็นประจำ หรือในพื้นที่ซึ่งมีอุปสรรคในการเข้าถึง รวมถึงมักสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและต้องใช้นุ้บุคลากรในการดำเนินการจำนวนมาก ดังนั้น ปัจจุบันจึงได้รับความนิยมน้อยกว่าอีกรูปแบบหนึ่ง คือการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดจากระยะไกล เช่น วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศ เพราะสามารถ

ตรวจสอบข้อมูลครอบคลุมพื้นที่กว้างใหญ่ของการเพาะปลูกได้ดีกว่า และสามารถตรวจสอบได้อย่างต่อเนื่องทั้งตามเวลาและตามสถานที่ที่สนใจศึกษาในหลายระดับความละเอียดเชิงพื้นที่ (ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้) และโดยทั่วไปมักสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อยกว่า

สำหรับตัวแปรที่มักได้รับความสนใจศึกษามากที่สุดคือค่าความชื้นในดิน พื้นที่เพาะปลูกและความสมบูรณ์ของพืชที่ลดลงเนื่องจากความแห้งแล้ง โดยความชื้นของดินหรือพืชพรรณ สามารถตรวจวัดได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงคือการตรวจสอบจากคุณสมบัติการสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ผันแปรไปตามระดับของความชื้นในดินหรือพืชพรรณ โดยเฉพาะรังสีช่วง Mid-Infrared หรืออินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) ความยาวคลื่นประมาณ 1.3-3.0 ไมโครเมตร (เช่น ที่เห็นในภาพที่ 4.1) ซึ่งผลการศึกษามักแสดงไว้ในรูปการผันแปรของดัชนีความชื้นแบบใดแบบหนึ่งที่สำคัญคือ NDWI หรืออาจดูจากค่าการสะท้อนของสัญญาณเรดาร์จากพื้นดิน ซึ่งเพิ่มขึ้นตามระดับของความชื้นในดินที่สูงขึ้น โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มักใช้สัญญาณเรดาร์แบนด์ C ในการตรวจสอบ เพราะอ่อนไหวกับการผันแปรของความชื้นในระดับบนของดิน (Near-surface soil moisture) มากกว่าสัญญาณเรดาร์แบนด์อื่นที่ความยาวคลื่นมากกว่า (Chen et al., 2007; Zhang et al., 2009)

ส่วนการตรวจสอบทางอ้อมที่สำคัญคือ การวิเคราะห์จากอัตราการแผ่รังสีช่วงไมโครเวฟของพื้นดินซึ่งจะมีค่าลดลงตามระดับความชื้นในดินที่เพิ่มขึ้น (Njoku and Entekhabi 1996) ตัวอย่างเช่นในงานของ Crow and Zhan (2007) Wagner et al. (2007) และ Draper et al. (2009) หรือวิเคราะห์จากการผันแปรของอัตราการคายระเหยของพืชหรือพื้นดิน (Evapotranspiration: ET) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกค่าความชื้นในดินได้ระดับหนึ่ง เช่น ในงานของ Su et al. (2003) และ Verstraeten et al. (2008)

สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงไปสามารถทำได้โดยตรงจากการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศหลายช่วงเวลา (Multi-temporal image) ที่ผ่านกระบวนการแปลตีความหรือการจำแนกองค์ประกอบบนภาพ (Image classification) เรียบร้อยแล้ว ส่วนการศึกษาความสมบูรณ์ของพืชพรรณ สามารถทำได้โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศหลายช่วงเวลาเช่น กัน โดยผลการศึกษามักแสดงในรูปการผันแปรของดัชนีพืชพรรณ (Vegetation index) บางตัวที่เลือกมา ซึ่งที่นิยมใช้มากในปัจจุบันคือ ดัชนี NDVI เพราะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณพืชพรรณสมบูรณ์หรือพืชพรรณใบเขียว (Green-leaf plant) และสามารถประมาณค่าได้โดยง่ายจากภาพถ่ายดาวเทียม ดังนั้นมันจึงมักถูกใช้สำหรับการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above ground biomass) ของระบบนิเวศน์บก (Rasmussen, 1998; Peters et al., 2002; Ji and Peters, 2003; Volcani et al., 2005)

การศึกษาระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณโดยใช้ดัชนี NDVI

ในการศึกษาความสมบูรณ์ของพืชพรรณเปรียบเทียบต่างช่วงเวลาหรือว่าสถานที่กัน ปัจจุบันมักดำเนินการโดยใช้ดัชนีสำคัญตัวหนึ่ง คือ ดัชนี NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Rouse et al. (1973) และต่อมาได้รับความนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน โดยค่า NDVI ถูกนิยามอิงตามอัตราการสะท้อนของรังสีจากดวงอาทิตย์ช่วงคลื่นสีแดง (Red) และอินฟราเรดใกล้ (NIR) ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} = \frac{TM \text{ band } 4 - TM \text{ band } 3}{TM \text{ band } 4 + TM \text{ band } 3} \quad (5.1)$$

โดยที่ NIR และ Red แทนปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ที่สะท้อนจากพืชพรรณในช่วงคลื่นสีแดง และช่วงอินฟราเรดใกล้ (ความยาวคลื่นประมาณ 0.75-1.3 ไมโครเมตร) ตามลำดับ

ทั้งนี้ตามปกติ พืชพรรณที่สมบูรณ์จะมีการดูดซับรังสีในช่วงแสงขาวไว้เป็นอย่างมากโดยตัวรงควัตถุที่มีอยู่ในตัวพืช โดยที่สำคัญที่สุดคือคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และจะสะท้อนรังสีช่วง NIR ออกไปสูงมากเช่นกัน จากการหักเหภายในของตัวรังสีจากใบพืชที่สมบูรณ์ (ดูภาพที่ 5.1 เป็นตัวอย่าง) ด้วยเหตุนี้ การสะท้อนของรังสีช่วง NIR ของพืชที่สมบูรณ์จึงมักสูงกว่าของช่วงสีแดงมาก ทำให้ได้ค่าของ NDVI ตามนิยามที่กำหนดขึ้นสูงกว่าตามไปด้วย จากนิยามดังกล่าวค่า NDVI ที่คำนวณได้จะเป็นค่ามาตรฐานอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เท่านั้น โดยค่าที่เป็นบวกและเข้าใกล้ 1 มากกว่า แสดงว่ามีความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณอยู่มากกว่า ส่วนค่าใกล้ศูนย์หรือค่าที่ติดลบแสดงว่ามีพืชพรรณสมบูรณ์อยู่น้อยหรือไม่มีเลย สำหรับการวิเคราะห์ค่า NDVI จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-TM/ETM+ มักนำข้อมูลที่ได้จากภาพแบนด์ 4 (NIR) ซึ่งตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 0.78-0.90 ไมโครเมตรและแบนด์ 3 (Red) ที่ความยาวคลื่น 0.63-0.69 ไมโครเมตร มาใช้ในการคำนวณ

เนื่องจากความสมบูรณ์เชิงโครงสร้างของพืช มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับของความชื้นในดินซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต โดยเฉพาะในเขตแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้ง ดังนั้น NDVI จึงมักถูกนำไปใช้ในการศึกษาผลกระทบของสภาพความแห้งแล้ง ต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณ โดยส่วนใหญ่มักจะวิเคราะห์การผันแปรของดัชนี NDVI อย่างต่อเนื่องตามเวลาเปรียบเทียบกับข้อมูลการผันแปรของปริมาณน้ำฝนหรือดัชนีความแห้งแล้งบางตัวในช่วงเดียวกัน เช่น ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) เพื่อดูถึงระดับของความสอดคล้องที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลที่ใช้ส่วนใหญ่จะคิดมาจากภาพถ่ายดาวเทียม NOAA-AVHRR Terra-MODIS และ Landsat-TM/ETM+ (ดูรายละเอียดในบทที่ 2 ประกอบ)

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาหลายชิ้นบ่งชี้ว่า การผันแปรของค่า NDVI ตามเวลา มักสอดคล้องกับการผันแปรของปริมาณน้ำฝนสะสมที่เกิดก่อนหน้าตั้งแต่ระดับ 3 เดือน (3-month time lag) ขึ้น

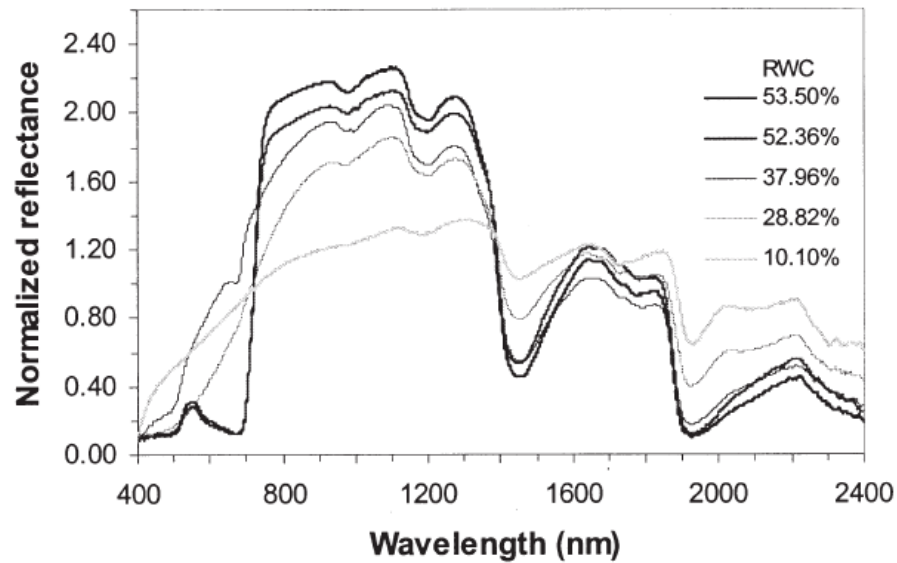
ไป จนถึงระดับปี อาทิ Ji and Peters (2003) Lotsch et al. (2003) Herrmann et al. (2005) Volcani et al. 2005 และ Bajgian et al. (2008) แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าว มักไม่ปรากฏเป็นเชิงเส้นตรงที่สมบูรณ์ นอกจากนั้น ยังมีรูปแบบที่ผันแปรไปตามลักษณะหรือชนิดของพืชพรรณที่ศึกษา และตามฤดูกาลของการศึกษาด้วย (Ji and Peters 2003)

การศึกษาระดับความชุ่มชื้นโดยใช้ดัชนี NDWI

สำหรับ NDWI (Normalized Difference Water Index) เป็นดัชนีที่มักถูกใช้ในการตรวจสอบระดับความชื้นในดินหรือในพืชพรรณ นิยามตามสูตร

$$NDWI = \frac{NIR - MIR}{NIR + MIR} = \frac{TM \text{ band } 4 - TM \text{ band } 5}{TM \text{ band } 4 + TM \text{ band } 5} \quad (5.2)$$

โดยที่ MIR และ NIR แทนปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ที่สะท้อนมาจากดินหรือพืชพรรณในช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง (Mid-IR หรือ SWIR) ที่ความยาวคลื่นประมาณ 1.3-3.0 ไมโครเมตร และในช่วงอินฟราเรดใกล้ที่ความยาวคลื่นประมาณ 0.75-1.3 ไมโครเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ หากมีปริมาณน้ำในดินหรือในพืชพรรณมากจะทำให้รังสีในช่วง MIR ถูกดูดซับมากตามไปด้วย โดยเฉพาะรังสีช่วงความยาวคลื่น ประมาณ 1.4 1.97 และ 2.7 ไมโครเมตร ซึ่งเรียกว่า ช่วงการดูดซับของน้ำ (Water absorption band) (Curran, 1989) ทำให้มีปริมาณรังสีสะท้อนออกมาในช่วงนี้น้อยลง (ภาพที่ 5.1) ส่งผลให้ดัชนี NDWI ที่คำนวณได้มีค่าสูงขึ้น



ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างกราฟการสะท้อนรังสีของต้นโอ๊ก (Oak tree) ช่วงแสงขาวและอินฟราเรดสะท้อน เมื่อมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในต้นโอ๊ก (relative water content: RWC) ผันแปรไปจากประมาณ 10% เป็น 50 % (Pu et al., 2003)

จากนิยามดังกล่าวค่า NDWI ที่คำนวณได้จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เท่านั้น (คล้ายกับค่าดัชนี NDVI) โดยค่าที่เป็นบวกและเข้าใกล้ 1 มากกว่า แสดงว่ามีความชุ่มชื้นปรากฏอยู่มากกว่า ส่วนค่าที่ใกล้ศูนย์หรือค่าที่ติดลบแสดงว่ามีความชื้นปรากฏอยู่น้อยหรือไม่มีเลย สำหรับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-TM/ETM+ มักนำข้อมูลจากแบนด์ 5 (MIR) ที่ช่วงคลื่น 1.55-1.75 ไมโครเมตร และแบนด์ 4 (NIR) ที่ช่วงคลื่น 0.78-0.90 ไมโครเมตร มาใช้ในการคำนวณหาค่า NDWI ตามสูตรที่เห็นในสมการที่ 5.2

ทั้งนี้ มีงานวิจัยหลายชิ้นได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของ NDVI และ NDWI ในการประมาณค่าความชื้นในพืชพรรณ และได้ข้อสรุปที่สอดคล้องกันว่าดัชนี NDWI มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำหรือระดับความชื้นในตัวพืชพรรณมากกว่า NDVI อย่างเห็นได้ชัด เช่น Jackson (2004) Yilmaz et al. (2008) และ Wang et al. (2003) เป็นต้น

5.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาชิ้นนี้ คือการประเมินผลกระทบจากสภาวะภัยแล้งรุนแรงในปี พ.ศ. 2547 ต่อการเพาะปลูกพืชไร่เศรษฐกิจ (ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง) ในเขตอำเภอกรบุรี จังหวัดนครราชสีมา อิงตามปริมาณพื้นที่ปลูก ระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณ (ดูจากดัชนี NDVI) และระดับความชื้นในดินและในตัวพืชพรรณ (ดูจากดัชนี NDWI) ที่ผันแปรไปเมื่อเทียบกับข้อมูลที่พบในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) โดยข้อมูลของตัวแปรทั้งสามกลุ่มดังกล่าว (คือทั้งพื้นที่เพาะปลูก NDVI และ NDWI) ได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-TM ในช่วงฤดูเพาะปลูกของแต่ละปี ดังกล่าวเปรียบเทียบกัน

5.4 ข้อมูลและกระบวนการวิจัย

5.4.1 การจัดทำแผนที่ SPI

สำหรับข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการศึกษาในบทนี้ จะมีอยู่ 2 ส่วนสำคัญคือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนระดับจังหวัดระยะ 31 ปี (พ.ศ. 2518-2548) สำหรับใช้ในการสร้างแผนที่ระดับความแห้งแล้งรายเดือนของจังหวัด ซึ่งแทนด้วยแผนที่ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI map) ทั้งของปีชุ่มชื้น (พ.ศ. 2543) และของปีแห้งแล้ง (พ.ศ. 2547) ตามที่เห็นในภาพที่ 5.3-5.6 โดย SPI ที่เลือกใช้คือ SPI ระยะ 3 และ 6 เดือน ซึ่งจะบ่งบอกถึงการผันแปรของปริมาณน้ำฝนสะสมในระยะสั้นๆ เพียงไม่กี่เดือนได้ดี ซึ่งการผันแปรดังกล่าวจะมีผลมากต่อการเพาะปลูกพืชพรรณของเกษตรกรในพื้นที่ โดยเฉพาะพวกพืชไร่ที่ปลูกตามฤดูกาลและพืชที่ต้องใช้น้ำมากระหว่างการเจริญเติบโต

5.4.2 การจัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การศึกษารั้งนี้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-TM (ความละเอียดประมาณ 30 เมตร) ในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปีชุ่มชื้น (พ.ศ. 2543) และปีแห้งแล้ง (พ.ศ. 2547) มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน โดยตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ พื้นที่เพาะปลูกพืชพรรณ (โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง) ดัชนีพืชพรรณ NDVI และดัชนีความชุ่มชื้น NDWI โดยภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวได้รับการอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ)

สำหรับการจัดเตรียมภาพสำหรับการใช้งานมีขั้นตอนสำคัญในเบื้องต้น คือการปรับแก้พิกัดบนภาพ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric correction) ของภาพลง โดยใช้โปรแกรม ERDAS จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากแบนด์ 4 (NIR) 5 (MIR) และ 3 (Red) ของภาพในแต่ละปี มาผสมกันเพื่อสร้างเป็นภาพสีผสม RGB ออกมา (RGB = 453) (ภาพที่ 5.6) จากนั้นภาพสีผสมที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการจำแนกรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC pattern) แต่ละปีออกมา โดยใช้เทคนิค Maximum Likelihood Classification ในการจำแนก โดยได้

กำหนดให้มีการจำแนกองค์ประกอบบนภาพออกเป็น 8 กลุ่มข้อมูล (8 LULC classes) คือ อ้อย (Sugarcane) มันสำปะหลัง (Cassava) ข้าว (Paddy field) ป่าไม้ (Forest) พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง (Urban/built-up area) แหล่งน้ำ (Water body) พื้นที่ดินโล่ง (Bare soil) และพื้นที่อื่นๆ (Miscellaneous) ผลการจำแนกแสดงไว้ในภาพที่ 5.8-5.10 และตารางที่ 5.4-5.6

ทั้งนี้ จากการตรวจสอบผลการจำแนกในปี พ.ศ. 2547 กับข้อมูลอ้างอิงจากการออกภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศช่วงเวลาใกล้เคียงกัน พบว่าการจำแนกดังกล่าวมีระดับความถูกต้องรวม (Overall accuracy) อยู่ที่ประมาณ 81.87 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าดัชนีแคปปา (Kappa) อยู่ที่ประมาณ 0.79 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจสำหรับการนำไปใช้ศึกษา (ดูข้อมูลในตารางที่ 5.1 ประกอบ)

ตารางที่ 5.1 ตารางความคลาดเคลื่อน (Error matrix) ของการจำแนก LULC พ.ศ. 2547

	ประเภท LULC จากการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม									Total
	LULC	SC	CV	PF	F	B	U	W	M	
ประเภท LULC จากข้อมูลอ้างอิง	SC	48	1	9	2	1	1	0	0	62
	CV	0	54	1	0	5	0	0	0	60
	PF	2	0	51	0	0	0	0	1	54
	F	2	1	9	38	2	0	0	0	52
	B	0	0	0	0	45	9	0	0	54
	U	0	0	0	0	1	22	0	1	24
	W	0	0	3	0	3	0	14	2	22
	M	0	0	1	5	0	0	0	8	14
Total	52	56	74	45	57	32	14	12	342	

หมายเหตุ

(1) ความถูกต้องรวม (Overall accuracy) = $280/342 = 81.87\%$

ดัชนีแคปปา (Kappa index) = 0.79

(2) ชื่อเต็มของประเภท LULC ระบุได้ในตารางที่ 5.4

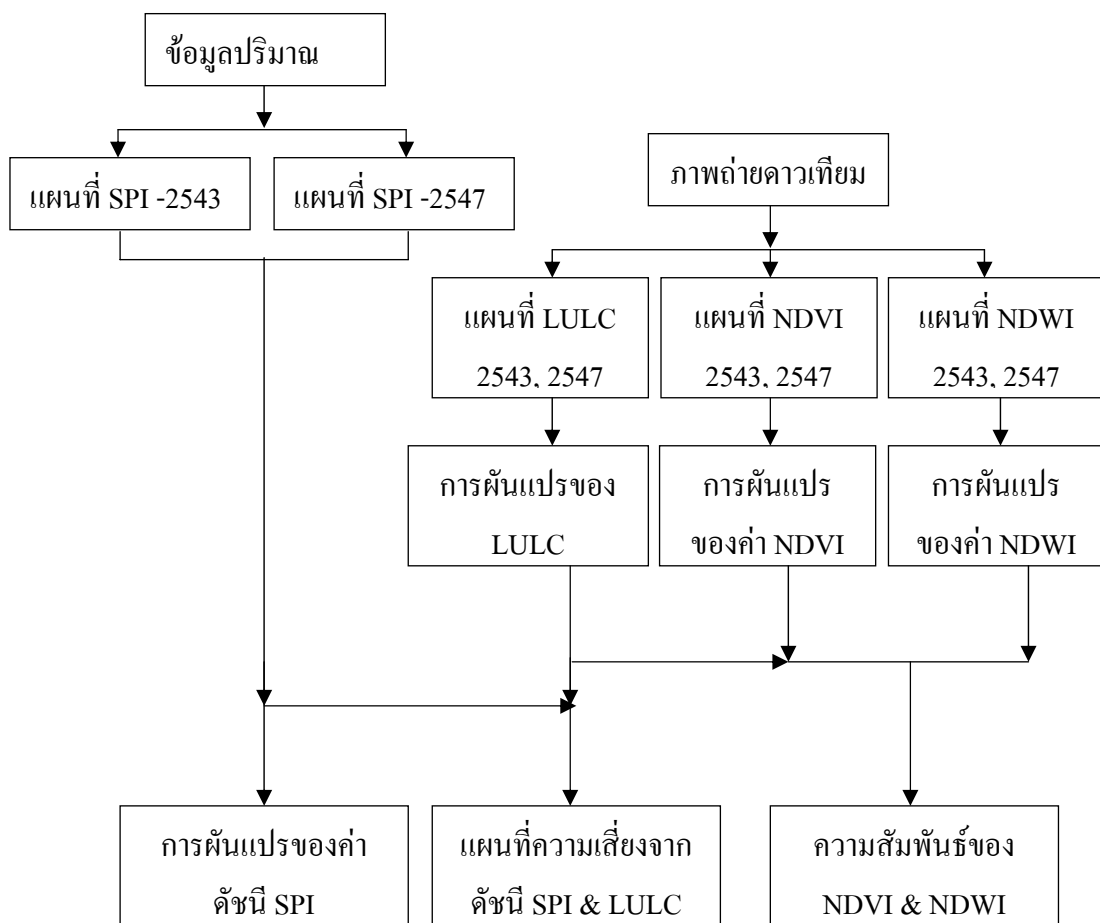
5.4.3 กระบวนการวิจัย

การศึกษานี้ได้แบ่งรายละเอียดการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ (ดูภาพที่ 5.2 ประกอบ)

(1) วิเคราะห์พัฒนาการของการเกิดภาวะภัยแล้งรุนแรงปี พ.ศ. 2547 ของจังหวัด นครราชสีมา โดยดูจากแผนที่รายเดือนของ SPI ระยะ 3 และ 6 เดือน ของปีดังกล่าว

(2) ศึกษาการผันแปรในปริมาณของพื้นที่เพาะปลูกพืชพรรณของอำเภอครบุรี เทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547) อิงตามข้อมูลที่ปรากฏบนแผนที่ LULC ที่ได้จากการ จำแนกภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-TM สำหรับแต่ละปีดังกล่าว

(3) ศึกษาการผันแปรของค่า NDVI และ NDWI เชิงพื้นที่ เปรียบเทียบระหว่างสองปี ดังกล่าว เพื่อใช้ประเมินผลกระทบของภัยแล้งต่อระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณ และต่อความชื้น ในพื้นดินหรือตัวพืชพรรณตามลำดับ



ภาพที่ 5.2 ผังการทำงานโดยรวม

5.5 ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

5.5.1 การผันแปรของระดับความแห้งแล้งรายเดือน พ.ศ. 2547

จากผลการศึกษาในบทที่ 3 (ภาพที่ 3.10-3.12) พบว่าปี พ.ศ. 2547 ถือเป็นปีที่เกิดความแห้งแล้งก่อนข้างรุนแรงในหลายพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา โดยเฉพาะทางตอนเหนือของอำเภอครบุรี (ภาพที่ 3.14-3.17) ซึ่งพัฒนาการของปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นในปีดังกล่าว แสดงไว้ในรูปของแผนที่ SPI ระยะ 3 และระยะ 6 เดือน (หรือ SPI-3M และ 6M) ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 5.4 และ 5.6 ตามลำดับ ส่วนข้อมูลสัดส่วนพื้นที่ซึ่งประสบภัยแล้งแต่ละระดับ แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 และ 5.3 และเปรียบเทียบกับแผนที่ SPI ระยะ 3 และระยะ 6 เดือน ในปี พ.ศ. 2543 ดังภาพที่ 5.3 และ 5.5

จากแผนที่ SPI-3M รายเดือนดังกล่าว อาจสรุปได้ว่าบางส่วนของจังหวัดทางตอนเหนือของอำเภอครบุรี (เขตสีแดงเข้มด้านตะวันออกเฉียงใต้ในภาพที่ 5.4) ประสบกับภาวะมีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าปกติมากระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดยังไม่พบปัญหามากนัก ภาวะขาดแคลนน้ำฝนกลับมารุนแรงอีกครั้งหนึ่งตั้งแต่ช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด (ดูได้จากแผนที่ SPI เดือนตุลาคม-ธันวาคม) โดยเฉพาะทางตอนกลางและทางตอนเหนือ โดยพื้นที่ซึ่งประสบกับภาวะความแห้งแล้งสูงและสูงมากตามแผนที่ SPI-3M ดังกล่าวจะปรากฏพบมากที่สุดในเดือนธันวาคม (18.6%) และตุลาคม (9.86%) ส่วนการผันแปรเชิงพื้นที่ของระดับความแห้งแล้ง อิงตามแผนที่ดัชนี SPI-6M ในภาพที่ 5.6 ส่วนใหญ่จะสอดคล้องกับรูปแบบของแผนที่ดัชนี SPI-3M ในภาพที่ 5.4 เพียงแต่มีระดับความรุนแรงโดยเฉลี่ยต่ำกว่า โดยพื้นที่ซึ่งประสบกับภาวะความแห้งแล้งสูงและสูงมากมีมากที่สุดในเดือนมิถุนายน (6.95%) และธันวาคม (6.11%)

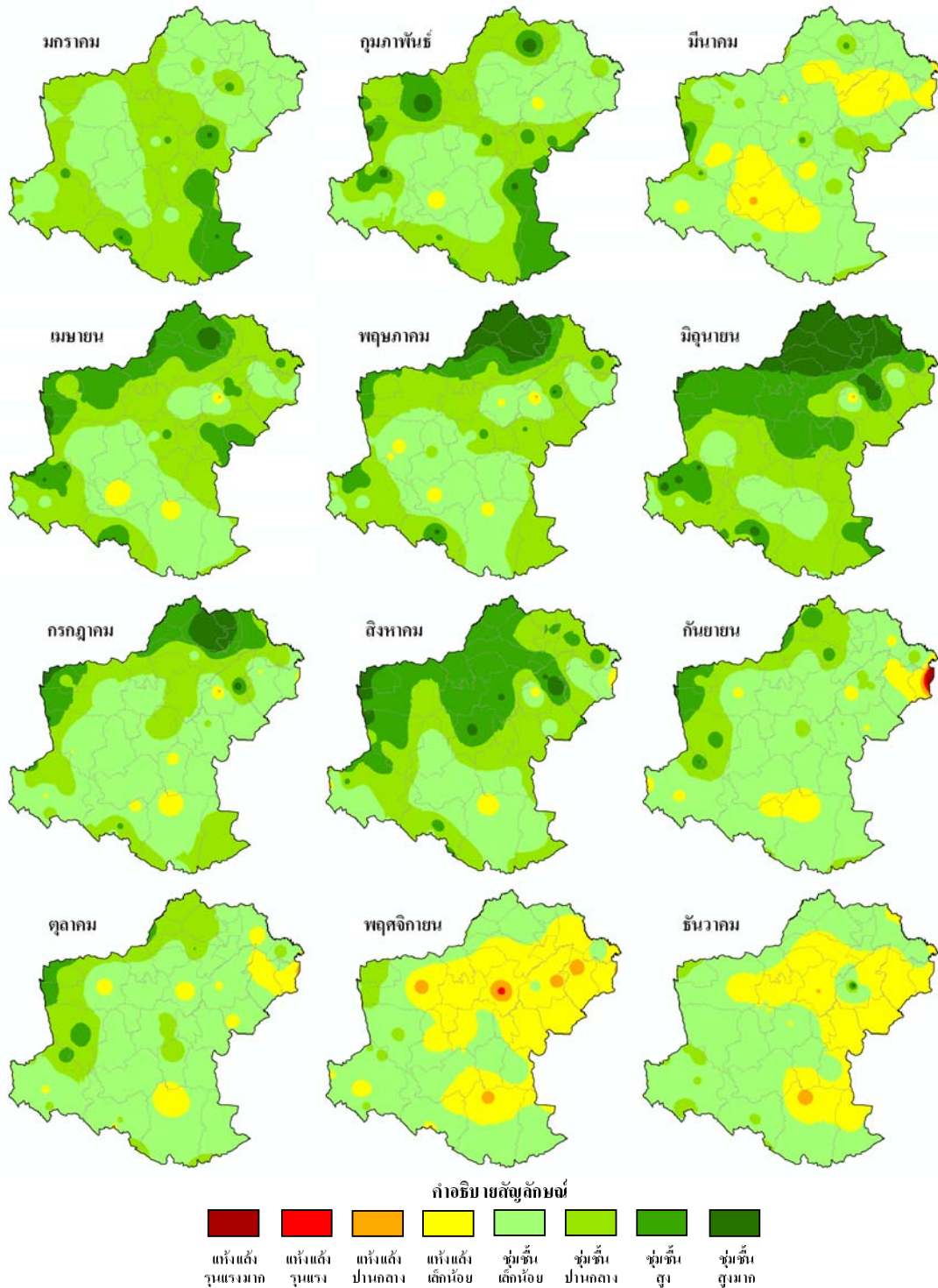
การที่ต้องประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำฝนอย่างรุนแรงตั้งแต่ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-มิถุนายน) และในช่วงปลายฤดูฝน (สิงหาคม-ตุลาคม) ดังกล่าว ส่งผลทำให้การเพาะปลูกพืชพรรณในปี พ.ศ. 2547 มีแนวโน้มที่จะประสบความเสียหายเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกที่อยู่ในเขตแห้งแล้งสูงและสูงมาก เช่น ในอำเภอด่านขุนทด อำเภอสีคิ้ว อำเภอขามทะเลสอ และอำเภอสูงเนิน และทางตอนเหนือของอำเภอครบุรี เป็นต้น

ดัชนีความรุนแรงของความแห้งแล้งเชิงพื้นที่ (ADSI)

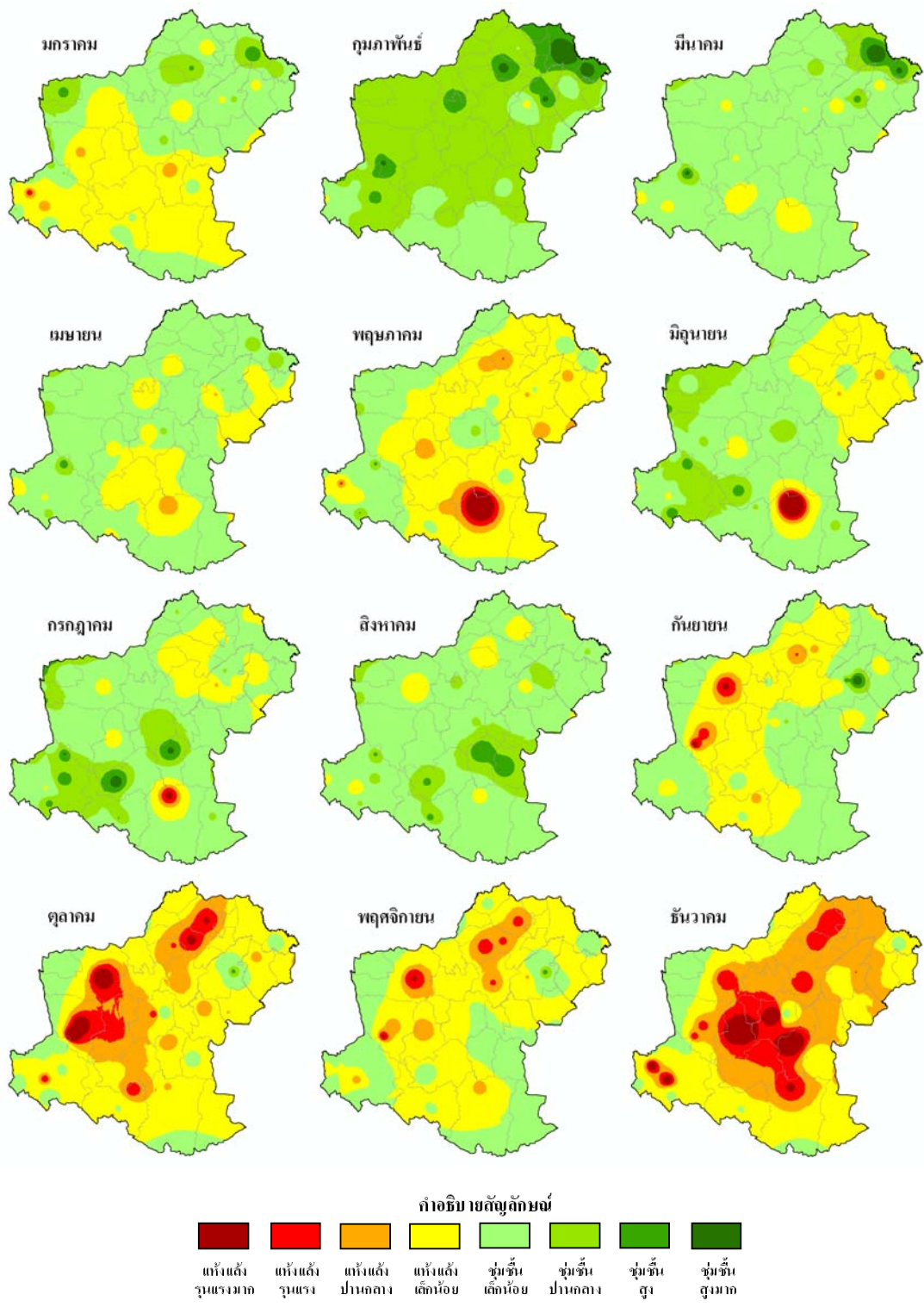
การประเมินระดับความรุนแรงของปัญหาความแห้งแล้งรายเดือน ที่เห็นในภาพที่ 5.4 และ 5.6 อาจทำได้ง่ายขึ้น โดยการใช้ดัชนีตัวใหม่เรียกว่า ดัชนีความรุนแรงของความแห้งแล้งเชิงพื้นที่ (Areal Drought Severity Index: ADSI) คำนวณตามสูตร

$$ADSI = \sum_{i=1}^4 (P_i \times W_i) \quad (5.3)$$

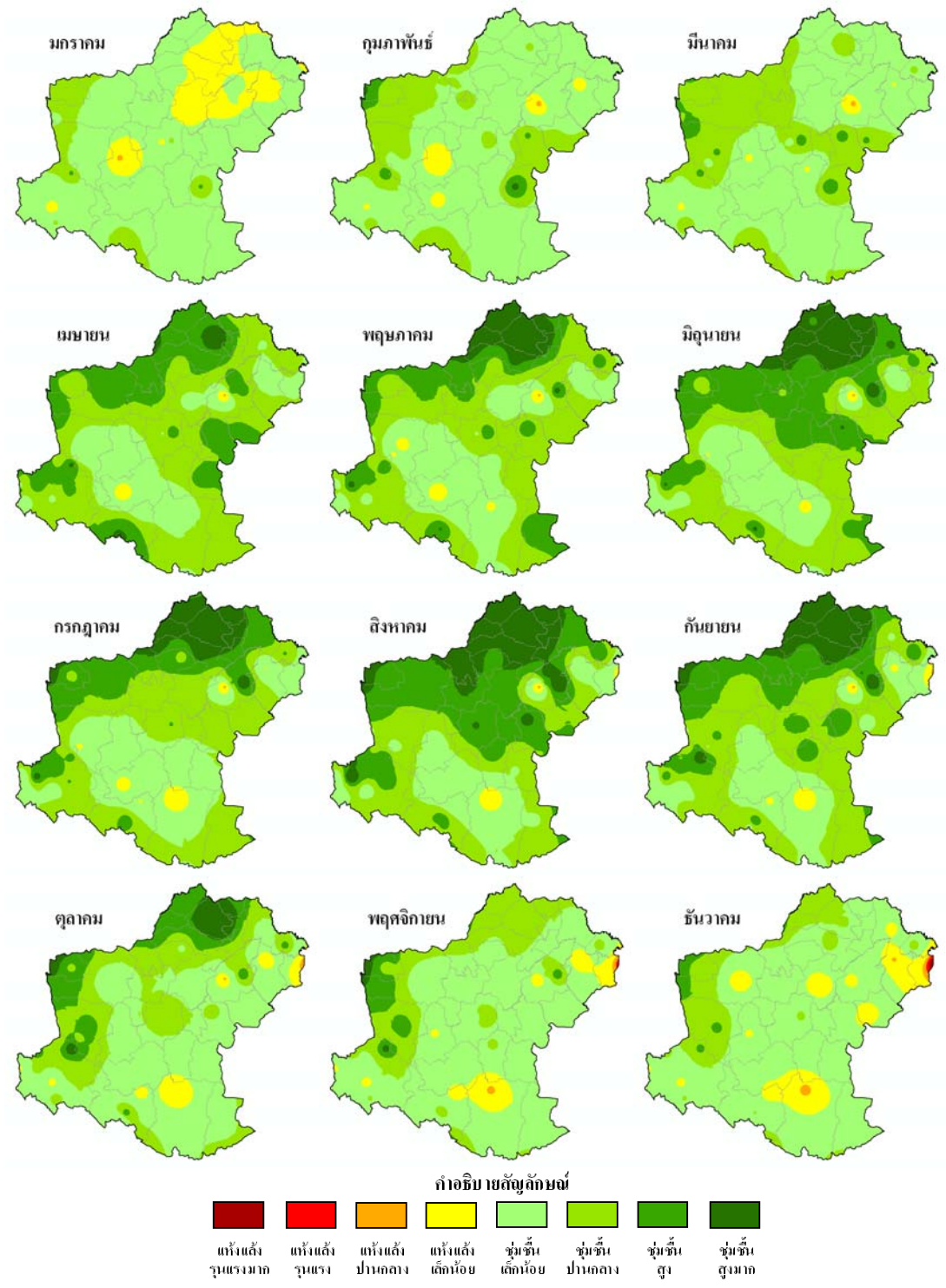
โดยค่า ADSI จะอยู่ระหว่าง 0-4 โดย P_i คือสัดส่วนของพื้นที่แยกตามระดับความแห้งแล้ง และ W_i คือค่าน้ำหนักของแต่ละระดับความแห้งแล้ง มีค่าเท่ากับ 4 3 2 1 0 สำหรับกรณีของความแห้งแล้ง สูงมาก สูง ปานกลาง เล็กน้อย ไม่แห้งแล้ง ตามลำดับ (ดูข้อมูลในตารางที่ 5.1 และ 5.2 เพิ่มเติม)



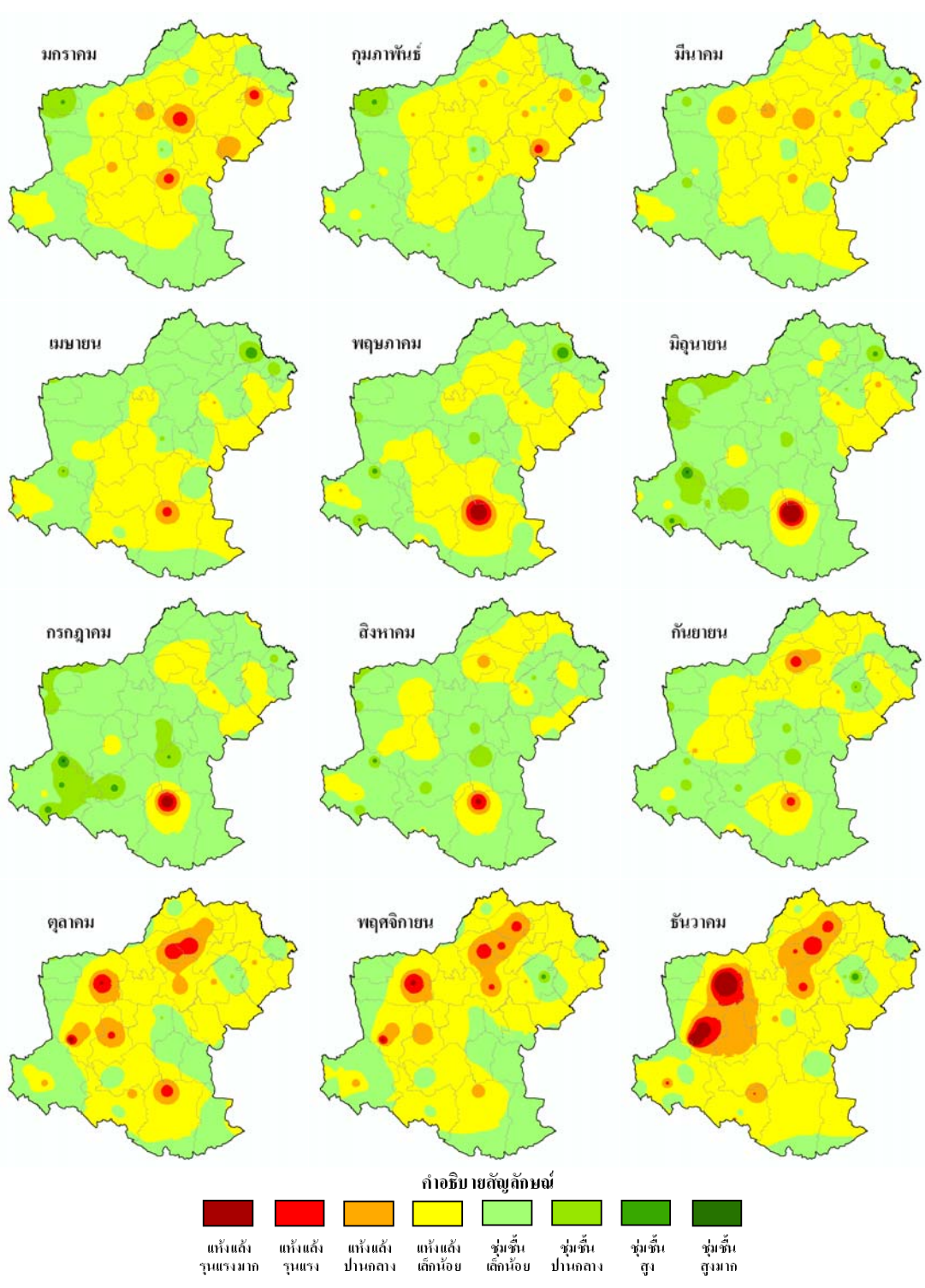
ภาพที่ 5.3 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2543 อิงตามค่า SPI-3M



ภาพที่ 5.4 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2547 อิงตามค่า SPI-3M



ภาพที่ 5.5 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2543 อิงตามค่า SPI-6M



ภาพที่ 5.6 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2547 อิงตามค่า SPI-6M

ตารางที่ 5.2 พื้นที่ประสพภัยแล้งแยกตามระดับความรุนแรงของ SPI-3M ในปี พ.ศ. 2547

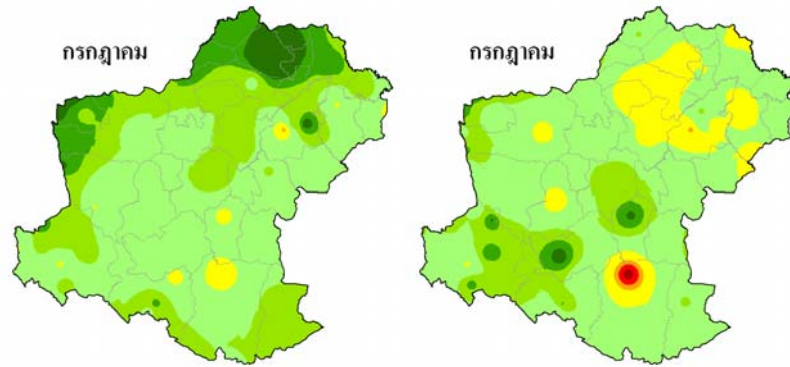
เดือน	SPI-3M (2547)					ความรุนแรง (ADSI)
	ไม่แห้งแล้ง (W=0)	เล็กน้อย (W=1)	ปานกลาง (W=2)	สูง (W=3)	สูงมาก (W=4)	
มกราคม	11190.58	9378.79	195.81	11.66	-	1.02
กุมภาพันธ์	20739.82	37.02	-	-	-	1.00
มีนาคม	19567.30	1208.13	1.42	-	-	1.00
เมษายน	15655.86	4976.28	144.71	-	-	1.03
พฤษภาคม	6170.79	12882.57	1170.33	223.92	329.23	1.18
มิถุนายน	15133.51	5136.07	193.70	100.95	212.61	1.18
กรกฎาคม	17441.32	3138.62	106.28	69.49	21.14	1.09
สิงหาคม	19572.35	1204.49	-	-	-	1.00
กันยายน	11451.91	8482.34	612.43	202.12	28.05	1.12
ตุลาคม	2791.29	12392.42	3819.52	1388.50	385.11	1.43
พฤศจิกายน	6993.55	11758.57	1695.27	313.78	15.66	1.17
ธันวาคม	1745.01	8321.75	7169.73	2667.81	872.54	1.79

ตารางที่ 5.3 พื้นที่ประสพภัยแล้งแยกตามระดับความรุนแรงของ SPI-6M ในปี พ.ศ. 2547

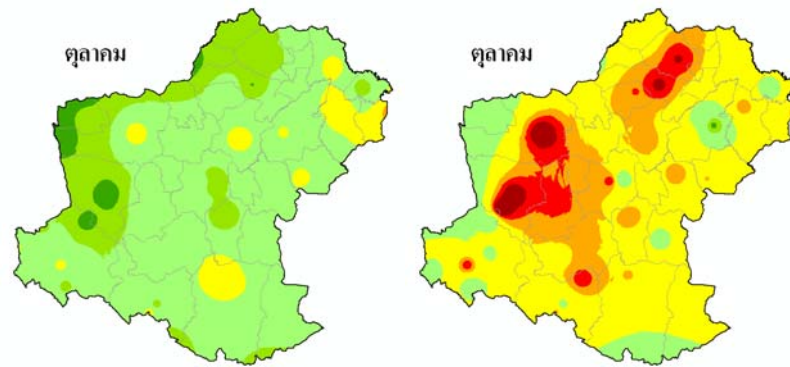
เดือน	SPI-6M (2547)					ความรุนแรง (ADSI)
	ไม่แห้งแล้ง (W=0)	เล็กน้อย (W=1)	ปานกลาง (W=2)	สูง (W=3)	สูงมาก (W=4)	
มกราคม	8024.46	11679.53	922.91	149.95	-	1.10
กุมภาพันธ์	10707.50	9787.88	254.23	27.23	-	1.03
มีนาคม	7730.19	12557.63	487.75	1.28	-	1.04
เมษายน	11994.30	8544.29	203.36	34.90	-	1.03
พฤษภาคม	11957.57	8316.76	258.38	137.10	107.06	1.10
มิถุนายน	17386.50	2994.68	163.34	95.65	136.68	1.23
กรกฎาคม	17423.79	3090.30	127.33	82.51	52.92	1.13
สิงหาคม	15203.06	5290.61	190.80	79.66	12.71	1.07
กันยายน	12788.32	7523.16	394.35	71.01	-	1.07
ตุลาคม	6372.63	12156.69	1777.70	452.36	17.47	1.19
พฤศจิกายน	6993.55	11758.57	1695.27	313.78	15.66	1.17
ธันวาคม	3421.23	13454.54	2840.08	696.72	364.26	1.31

2543

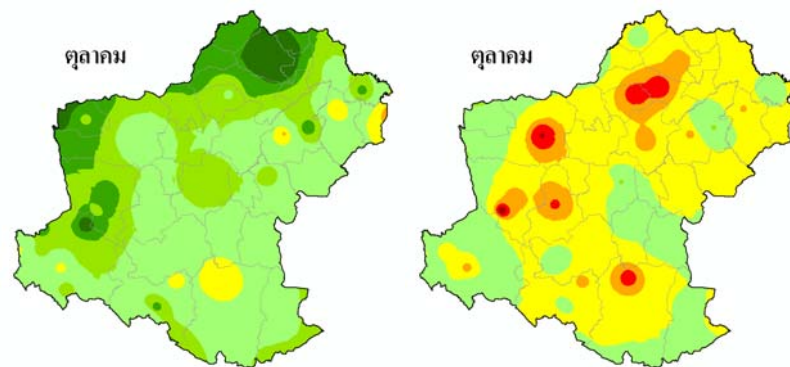
2547



(a) SPI-3M (July)



(b) SPI-3M (October)



(c) SPI-6M (October)

ภาพที่ 5.7 แผนที่ภัยแล้งของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) และ พ.ศ. 2547 (ปีแห้งแล้ง) อิงตามค่า SPI-3M เดือนพฤษภาคมและตุลาคม และ SPI-6M เดือนตุลาคม

5.5.2 การผันแปรของพื้นที่เพาะปลูกระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

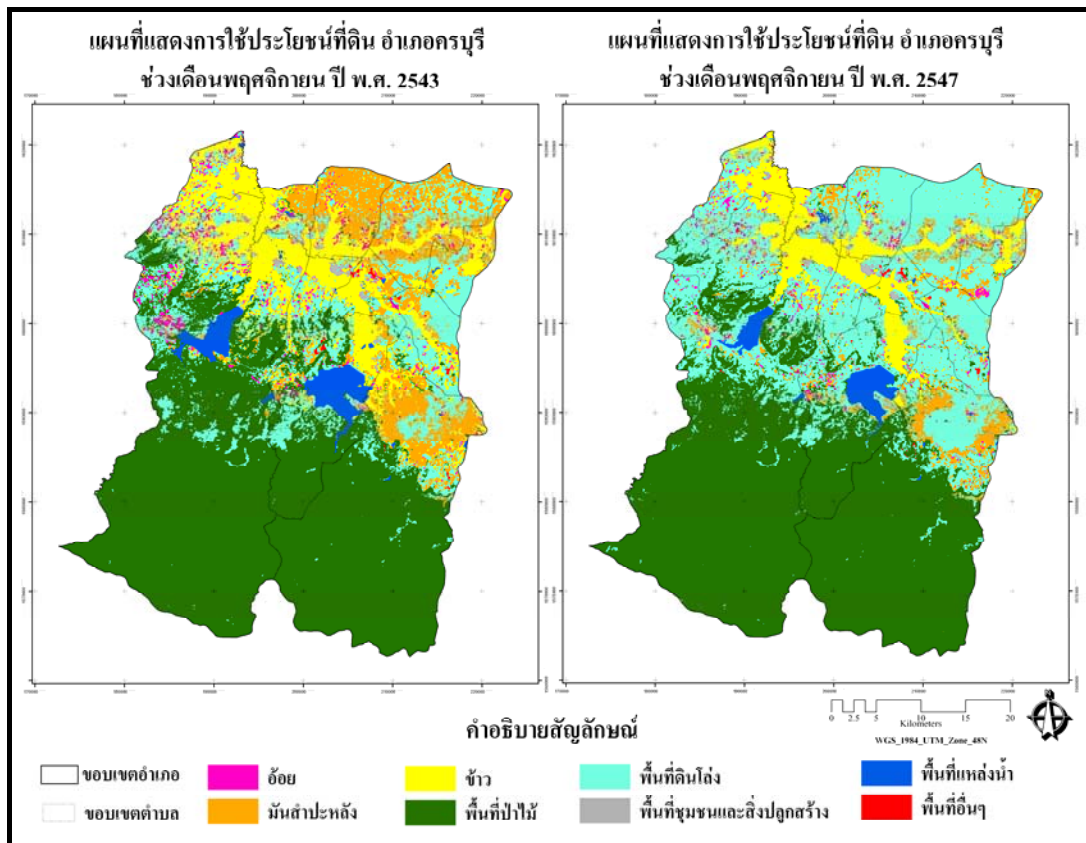
จากผลการศึกษาในบทที่ 3 (อาทิ ภาพที่ 3.14-3.17) จะเห็นว่าปี พ.ศ.2543 เป็นปีที่มีความชุ่มชื้นสูงปีหนึ่งของจังหวัดนครราชสีมา ต่างกับปี พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นปีที่ค่อนข้างแห้งแล้ง โดยเฉพาะในช่วงครึ่งหลังของปี (ภาพที่ 5.4 5.6 และ 5.7) ดังนั้น จึงคาดได้ว่าผลของความแตกต่างด้านสภาพอากาศดังกล่าวจะทำให้การเพาะปลูกภาคเกษตรได้รับผลกระทบมากพอสมควร โดยเฉพาะการปลูกพืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดคือ ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ซึ่งในที่นี่ จะใช้กรณีของอำเภอครบุรีเป็นกรณีศึกษา

อำเภอครบุรีตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขตป่าไม้ (ประมาณ 50%) ที่เหลือเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและเขตที่อยู่อาศัย โดยมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญคือ อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 2.26 11.0 และ 14.84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่อำเภอทั้งหมดในปี พ.ศ. 2543 ตามลำดับ (ภาพที่ 5.8) อย่างไรก็ตามผลกระทบจากความแห้งแล้งในปี พ.ศ. 2547 ทำให้พื้นที่เพาะปลูกพืชดังกล่าวลดลงไปมาก เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปี พ.ศ. 2543 (ภาพที่ 5.8-5.9 และตารางที่ 5.4-5.5) โดยที่พื้นที่ปลูกอ้อย มันสำปะหลัง และ ข้าว ซึ่งถือเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของอำเภอลดลงไปประมาณ 37.06 54.96 และ 42.34 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ปรากฏในปี พ.ศ. 2543 โดยพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบต่ำมักตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำสำคัญ โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงจะเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ดินโล่ง ทำให้ในปี พ.ศ. 2547 มีพื้นที่ดินโล่ง เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 88.51 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พื้นที่แหล่งน้ำก็ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเช่นกัน คือลดลงไปประมาณ 34.93 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ในปี พ.ศ. 2543

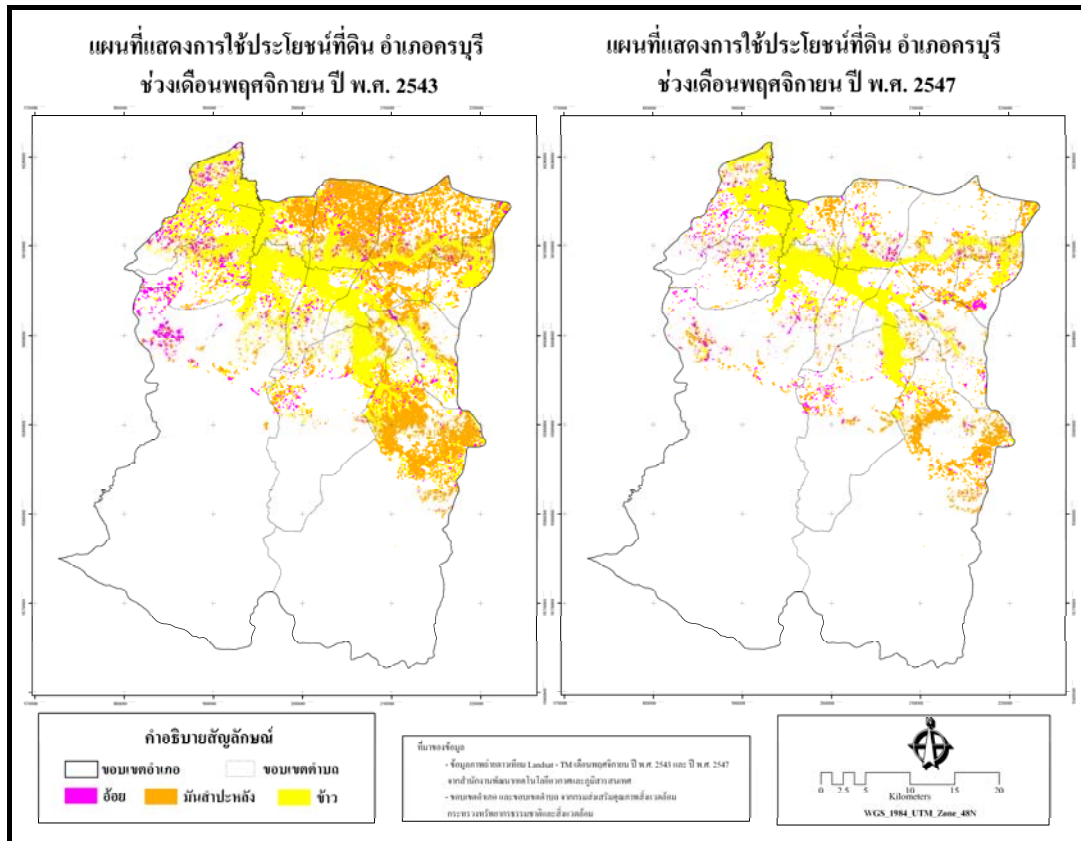
อย่างไรก็ตาม พื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักคือลดลงไปประมาณ 2.45 เปอร์เซ็นต์ สำหรับพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบมากที่สุดส่วนใหญ่จะอยู่ทางตอนเหนือของอำเภอ สอดคล้องกับแผนที่ความแห้งแล้งระดับจังหวัดที่เห็นในรูปที่ 4.3-4.5 สำหรับตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง เป็นรายตำบลของอำเภอครบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547) ซึ่งส่วนใหญ่ในแทบทุกตำบล จะมีพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดดังกล่าวลดลงอย่างเห็นได้ชัด (โดยปกติจะอยู่ระหว่าง 30-50%)

ทั้งนี้ ปัจจัยที่น่าจะทำให้การเพาะปลูกพืชพรรณในอำเภอครบุรี ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากสภาพความแห้งแล้งในปี พ.ศ. 2547 คือช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ขึ้น เพราะว่าในปีดังกล่าวสภาวะความแห้งแล้งเกิดขึ้นรุนแรงที่สุดในช่วงประมาณเดือนสิงหาคม-ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงที่พืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่กำลังเจริญเติบโตและมีความต้องการน้ำมากที่สุด ดังนั้น มันจึงมักอ่อนไหวมากเป็นพิเศษต่อภัยแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว นอกจากนั้น การเพาะปลูกพืชส่วนใหญ่ในอำเภอครบุรียังต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก (Rain-fed agriculture) ดังนั้น การขาดแคลนนํ้าฝนที่มากเพียงพอสำหรับการทำเกษตรกรรมและไม่มีน้ำจากแหล่งน้ำประเภทอื่นมาใช้ทดแทน จึงอาจ

ส่งผลทำให้การเพาะปลูกที่พบในปีดังกล่าวได้รับความเสียหายมากตามที่ปรากฏ อย่างไรก็ตาม การหาข้อสรุปที่ชัดเจนมากขึ้นของผลกระทบของความแห้งแล้งต่อการเพาะปลูกในระดับอำเภอหรือจังหวัด ควรต้องศึกษาอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาหลายปีติดต่อกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5.8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC map) ของอำเภocrบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

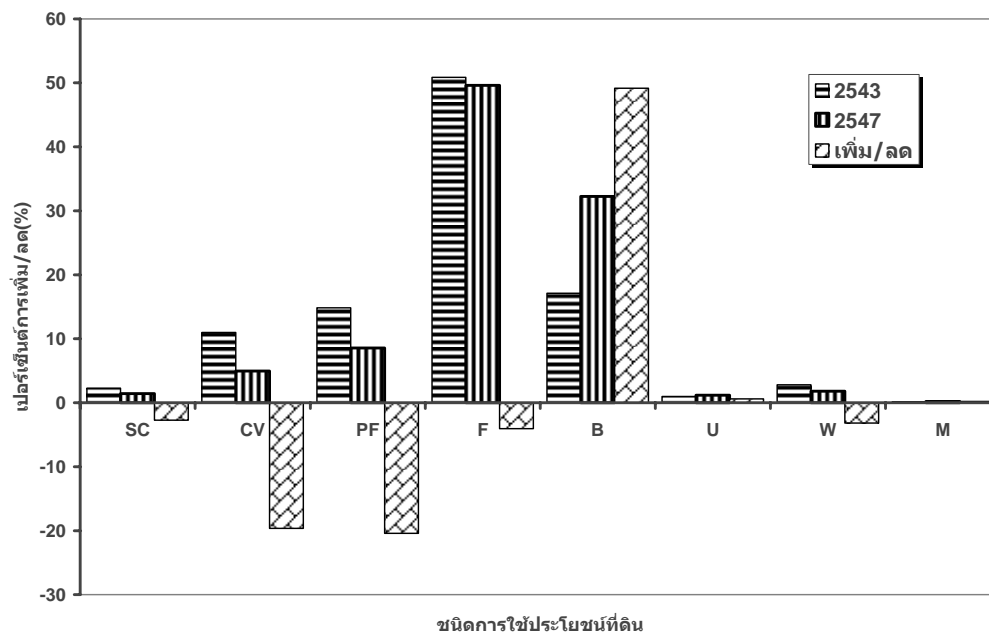


ภาพที่ 5.9 แผนที่เพาะปลูกของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของอำเภอกนครบุรี คือ ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง เปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

ตารางที่ 5.4 การผันแปรเชิงพื้นที่ของ LULC ในอำเภอบรรพตพิสัยเปรียบเทียบระหว่างปีพ.ศ. 2543 และปีแห่งแล้ง (2547) จำนวน 8 กลุ่มข้อมูล

ประเภท LULC	ตัวย่อ	พื้นที่ พ.ศ. 2543		พื้นที่ พ.ศ. 2547		เพิ่ม/ลด (+/-)		
		ตร.กม.	%	ตร.กม.	%	ตร.กม.	%	% (1)
อ้อย	SC	42.85	2.26	26.97	1.42	-15.88	-0.84	-37.06
มันสำปะหลัง	CV	208.43	11.00	93.88	4.95	-114.55	-6.05	-54.96
ข้าว	PF	281.24	14.84	162.17	8.56	-119.08	-6.28	-42.34
ป่าไม้	F	963.78	50.86	940.15	49.62	-23.63	-1.25	-2.45
พื้นที่ดินโล่ง	B	324.13	17.11	611.01	32.25	286.88	15.14	88.51
ชุมชน/สิ่งก่อสร้าง	U	18.49	0.98	22.07	1.16	3.58	0.19	19.36
พื้นที่แหล่งน้ำ	W	53.29	2.81	34.68	1.83	-18.61	-0.98	-34.93
พื้นที่อื่นๆ	M	2.63	0.14	3.91	0.21	1.28	0.07	48.81
ผลรวมทั้งหมด		1894.83	100.00	1894.83	100.00	-	-	-

(1) Relative change (%) = [(Year2547-Year2543)/Year2543] x 100%



ภาพที่ 5.10 การผันแปรเชิงพื้นที่ตามประเภท LULC ระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 (จากตารางที่ 5.3)

ตารางที่ 5.5 การค้นแปรของประเภท LULC ระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 (LULC Change Matrix)

	ประเภทของ LULC ปี พ.ศ. 2547 (แห่ง/ไร่)									Total 2543
	LULC	SC	CV	PF	F	B	U	W	M	
ประเภทของ LULC ปี พ.ศ. 2543 (ไร่/แห่ง)	SC	4.97	4.98	5.18	1.36	25.11	0.93	0.12	0.19	42.85
	CV	2.03	54.05	1.80	4.58	143.30	2.34	-	0.33	208.43
	PF	12.83	10.67	148.78	16.70	88.32	3.15	0.43	0.37	281.24
	F	0.50	2.38	0.45	886.10	73.89	0.23	0.02	0.21	963.78
	B	5.51	20.03	2.87	29.03	260.65	4.80	0.15	1.09	324.13
	U	0.55	0.69	0.81	0.33	5.71	10.01	0.15	0.22	18.49
	W	0.49	0.94	2.22	1.99	13.22	0.49	33.79	0.16	53.29
	M	0.09	0.14	0.06	0.05	0.81	0.12	0.02	1.34	2.63
Total 2547	26.97	93.88	162.17	940.15	611.01	22.07	34.68	3.91	1894.83	

ตารางที่ 5.6 พื้นที่เพาะปลูก ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง เป็นรายตำบลของอำเภอครบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีพุ่มขึ้น (2543) และปีแห่งแล้ง (2547)

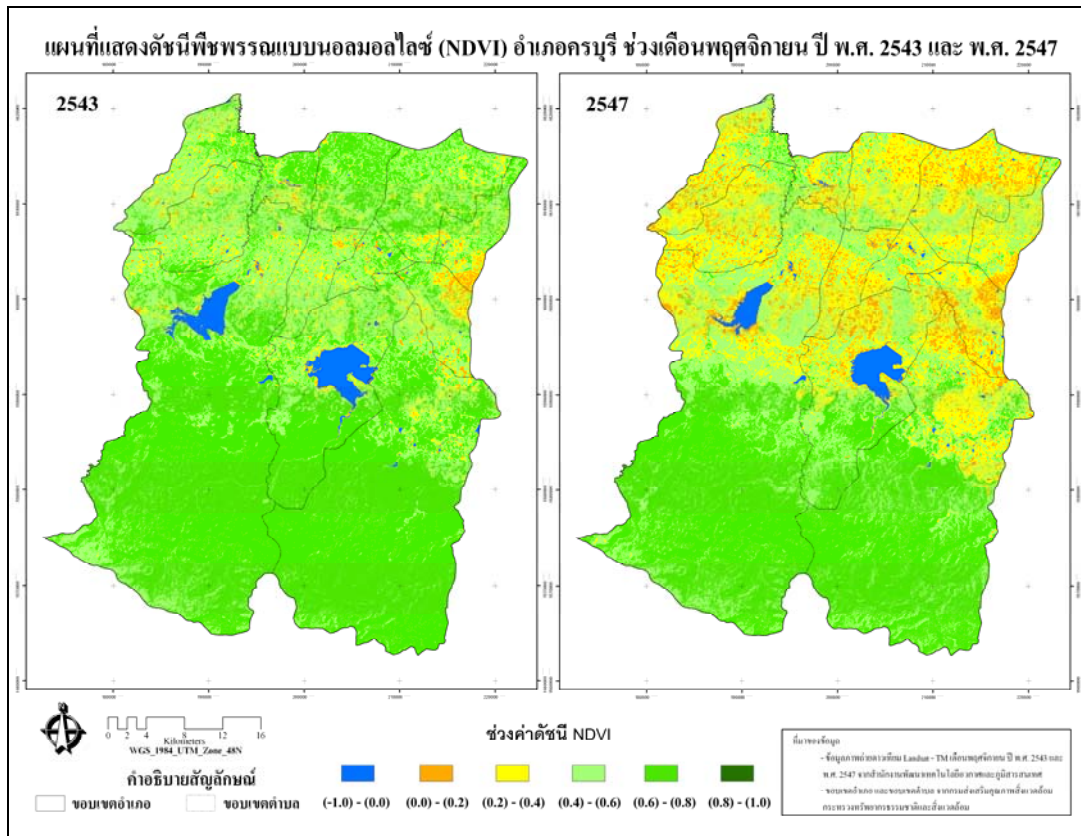
ตำบล	อ้อย			มันสำปะหลัง			ข้าว		
	2543	2547	(%)	2543	2547	%	2543	2547	(%)
ครบุรี	7.32	4.15	-43.24	0.45	3.11	589.51	40.14	25.41	-36.69
ครบุรีใต้	8.03	3.88	-51.67	2.75	3.78	37.23	36.08	18.23	-49.48
โคกกระชาย	2.29	2.76	20.53	13.30	8.76	-34.12	30.82	15.48	-49.77
จระเข้หิน	8.48	4.50	-46.88	6.72	6.28	-6.46	42.24	27.55	-34.77
เฉลิียง	0.71	0.49	-30.91	5.47	1.35	-75.31	15.11	10.68	-29.30
แชะ	3.68	2.72	-26.14	39.14	5.02	-87.19	19.53	12.92	-33.84
ตะแบกบาน	1.41	1.13	-20.37	8.31	4.32	-47.99	11.66	2.70	-76.89
บ้านใหม่	1.86	1.00	-46.13	2.41	1.20	-50.14	20.06	11.97	-40.32
มาบตะโกเอน	3.21	1.59	-50.57	48.66	11.44	-76.49	16.77	10.96	-34.60
ลำเพ็ยก	2.60	1.60	-38.54	58.82	35.16	-40.22	19.17	3.96	-79.36
สระวานพระยา	1.59	2.45	54.25	12.98	8.37	-35.55	14.00	10.31	-26.33
อรพิมพ์	1.68	0.71	-57.84	9.43	5.09	-45.96	15.68	11.99	-23.50
ผลรวมทั้งหมด	42.85	26.97	-37.06	208.43	93.88	-54.96	281.24	162.17	-42.34

5.5.3 การผันแปรของค่า NDVI และ NDWI ระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

การวิเคราะห์ผลกระทบของภัยแล้ง ต่อการเพาะปลูกพืชพรรณในภาคเกษตร นอกจากนี้ จะดูถึงพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงโดยตรงแล้ว ยังอาจดูได้จากการลดลงของระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณที่ปรากฏในปีแห้งแล้งเมื่อเทียบกับปีชุ่มชื้น นอกจากนั้น ยังดูได้จากปริมาณของความชื้นในดินที่ลดลงไปซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณที่ปลูก โดยในการศึกษารุ่นนี้ ใช้การผันแปรของดัชนี NDVI ในอำเภอครบุรี ระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547) สำหรับวิเคราะห์ผลของภัยแล้งที่มีต่อความสมบูรณ์ของพืชพรรณโดยรวม และใช้ดัชนี NDWI สำหรับศึกษาผลกระทบของมันต่อระดับความชื้นในดินหรือในตัวพืชพรรณตามลำดับ

การผันแปรของดัชนี NDVI

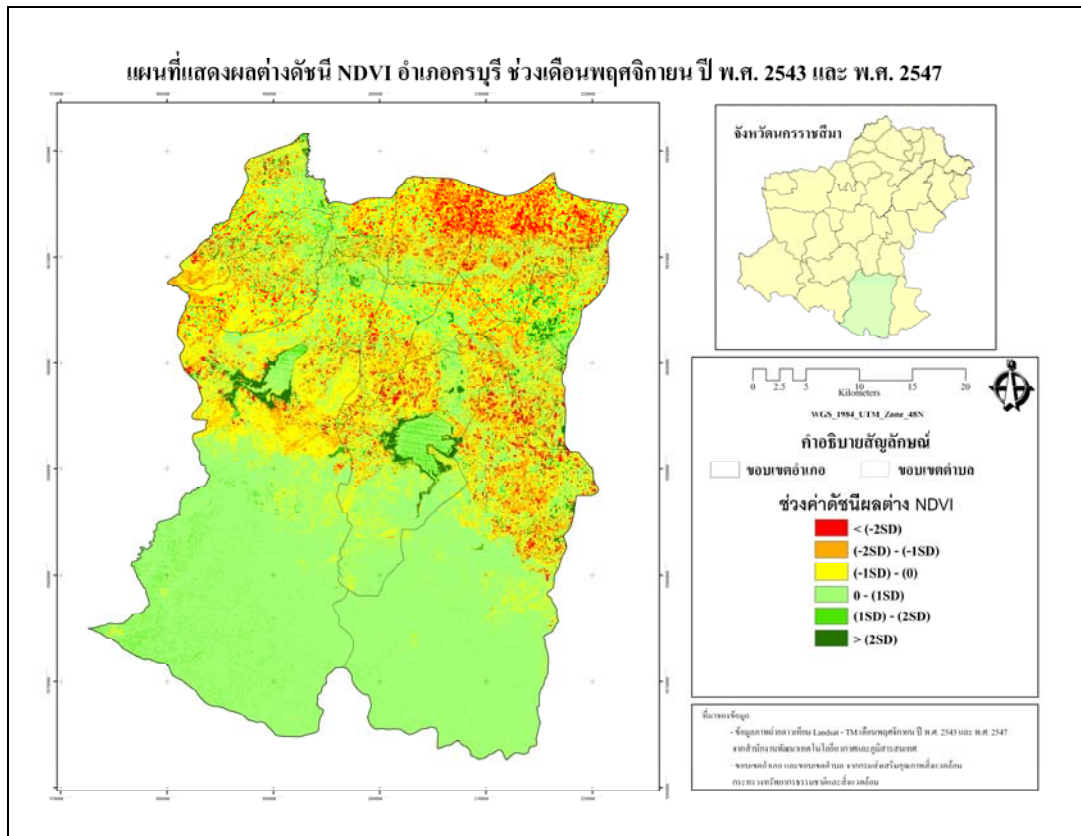
แผนที่ NDVI ของอำเภอครบุรีระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547) (คำนวณตามสมการที่ 4.1) แสดงไว้ในภาพที่ 5.11 ส่วนผลต่างของดัชนี NDVI แสดงไว้ในภาพที่ 5.12 ในรูปของค่าการผันแปรเทียบตามค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลผลต่างทั้งหมด ส่วนข้อมูลประกอบของแผนที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.7 และ 5.8 ตามลำดับ ซึ่งจากผลทั้งหมดดังกล่าว อาจพอสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ย NDVI ของอำเภอลดลงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเขตพืชพรรณสมบูรณ์ของปี พ.ศ. 2543 เช่น เขตที่มี NDVI > 0.6 ถึง 0.8 ซึ่งลดลงถึงประมาณ 35.72 เฮกตาร์ จากพื้นที่ 1112.77 ตารางกิโลเมตรในปี พ.ศ. 2543 เหลือเพียง 715.22 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2547 ขณะที่พื้นที่ซึ่งมีค่า NDVI ค่อนข้างต่ำ เช่น เขตที่มี NDVI ระหว่าง 0.0-0.4 ปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 300 เฮกตาร์ จากพื้นที่ประมาณ 135.59 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2543 เป็น 559.73 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2547 โดยการลดลงมากที่สุดจะเกิดบริเวณทางตอนเหนือสุดของจังหวัดก่อนไปทางทิศตะวันออก ทั้งนี้ถ้าพิจารณาแยกตามประเภทของ LULC จะพบว่าค่า NDVI เฉลี่ยลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะในกลุ่มพืชเศรษฐกิจสองประเภท คือ อ้อย มันสำปะหลัง และของดินโล่ง แต่สำหรับข้าว และป่าไม่มีค่าลดลงไม่มากนัก แสดงให้เห็นถึงระดับความสมบูรณ์เชิงโครงสร้างของพืชที่ลดลงไป



ภาพที่ 5.11 แผนที่ NDVI ของอำเภอกนครบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

ตารางที่ 5.7 ข้อมูลสัดส่วนพื้นที่ที่แยกตามระดับของดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547

ช่วงค่า NDVI	พื้นที่แยกตามช่วงค่า NDVI (ตร.กม. และ %)				เพิ่ม/ลด	
	2543		2547		ตร.กม.	%
(-1.0) - (0.0)	47.87	2.53	36.99	1.95	-10.88	-22.73
(0.0) - (0.2)	27.28	1.44	138.93	7.33	111.65	409.27
(0.2) - (0.4)	108.31	5.72	420.80	22.21	312.49	288.51
(0.4) - (0.6)	598.57	31.59	582.88	30.76	-15.68	-2.62
(0.6) - (0.8)	1,112.77	58.73	715.22	37.75	-397.56	-35.72
(0.8) - (1.0)	0.03	0.002	0.02	0.001	-0.01	-33.33
รวม	1,894.83	100	1,894.83	100	-	-



ภาพที่ 5.12 แผนที่ผลต่างดัชนี NDVI (Δ NDVI) ของอำเภอครบุรี คิดเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

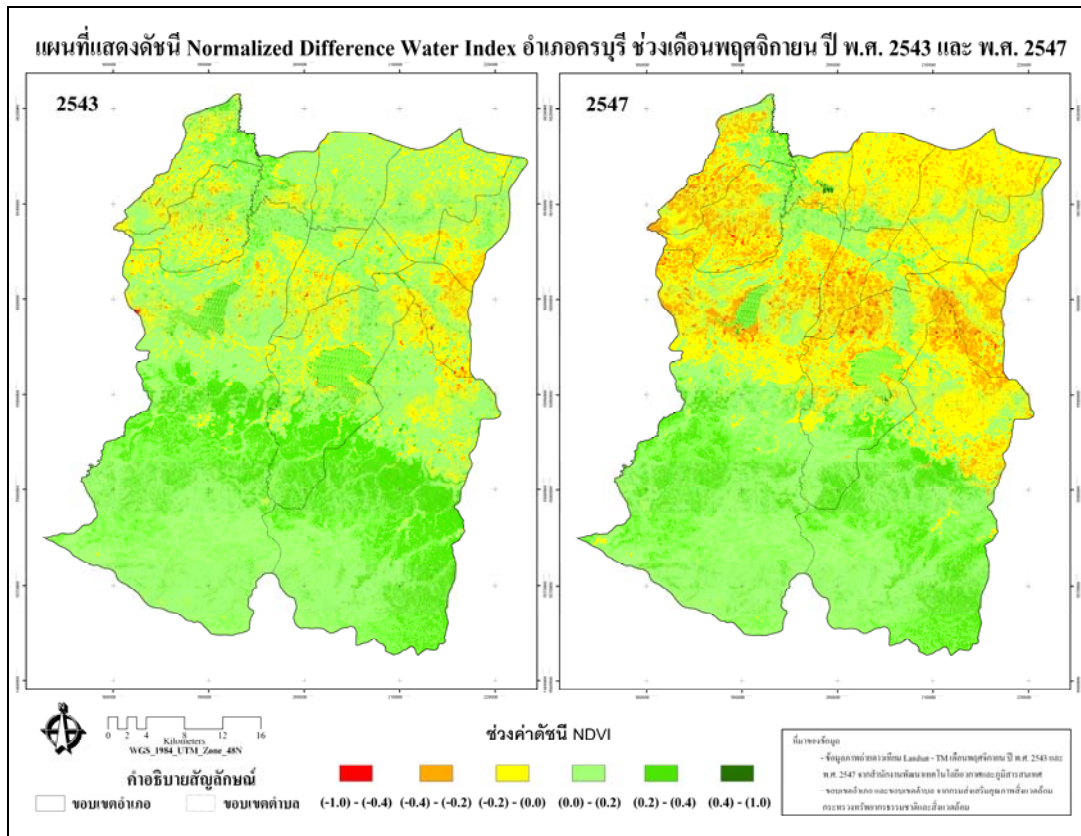
ตารางที่ 5.8 สัดส่วนพื้นที่ที่แยกตามระดับการผันแปรของค่า NDVI อิงตามช่วงของค่า SD

ระดับการผันแปร	ค่า SD	ช่วงค่า Δ NDVI	Δ NDVI		รวมพื้นที่ (เพิ่ม/ลด)	
			ตร.กม.	%	ตร.กม.	%
ลดมาก	< -2SD	-1.462 ถึง -0.385	72.82	3.84	280.34	14.80
ลดปานกลาง	-2SD ถึง -1SD	-0.385 ถึง -0.242	207.52	10.95		
ลดน้อย	-1SD ถึง 0	-0.242 ถึง -0.098	430.52	22.72	1493.18	78.80
เพิ่มน้อย	0 ถึง 1SD	-0.098 ถึง 0.045	1062.66	56.08		
เพิ่มปานกลาง	1SD ถึง 2SD	0.045 ถึง 0.189	90.76	4.79	121.31	6.40
เพิ่มมาก	> 2SD	0.189 ถึง 1.390	30.55	1.61		
รวมพื้นที่			1894.83	1894.83	1894.83	100.00

การผันแปรของดัชนี NDWI

แผนที่ NDWI ของอำเภอครบรีระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547) (คำนวณตามสมการที่ 5.2) แสดงไว้ในภาพที่ 5.13 ส่วนผลต่างแสดงไว้ในภาพที่ 5.14 ในรูปค่าการผันแปรเทียบตามค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลทั้งหมด ส่วนข้อมูลประกอบของแผนที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.9 และ 5.10 ตามลำดับ ซึ่งจากผลทั้งหมดดังกล่าว อาจพอสรุปได้ว่าการผันแปรของดัชนี NDWI มีลักษณะคล้ายกับของดัชนี NDVI คือลดลงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเขตพืชพรรณสมบูรณ์ของปี พ.ศ. 2543 เช่น เขตที่มี NDWI 0.2-0.4 ซึ่งลดลงถึงประมาณ 30.79 เปอร์เซ็นต์ จาก 373.18 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2543 เหลือเพียง 258.27 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2547

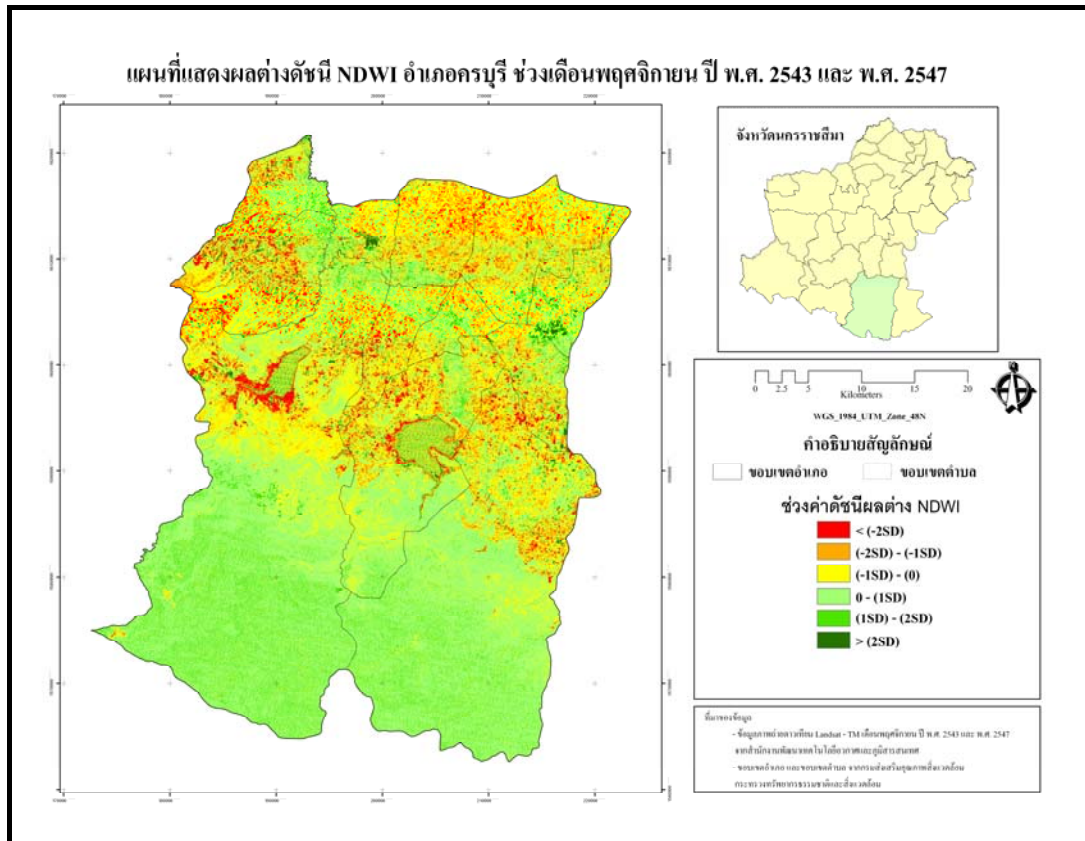
ขณะที่พื้นที่ซึ่งมีค่า NDWI ก่อนข้างต่ำ เช่น เขตที่มี NDWI < 0 มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 133 เปอร์เซ็นต์ จากพื้นที่ประมาณ 332.44 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2543 เป็น 775.13 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2547 ทั้งนี้ถ้าพิจารณาแยกตามประเภทของ LULC จะพบว่าค่า NDVI เฉลี่ยลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะในกลุ่มพืชเศรษฐกิจสองประเภทคือ อ้อย มันสำปะหลัง และกลุ่มดิน โลงและเขตที่อยู่อาศัย แต่สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวและป่าไม้มีค่าลดลงเล็กน้อย แสดงให้เห็นถึงระดับความชุ่มชื้นที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทั้งในดินและในพืชพรรณโดยรวม



ภาพที่ 5.13 แผนที่ NDWI ของอำเภอครบุรีเปรียบเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

ตารางที่ 5.9 ข้อมูลสัดส่วนพื้นที่แยกตามระดับของดัชนี NDWI ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547

ช่วงค่า NDWI	พื้นที่แยกตามช่วงค่า NDWI (ตร.กม. และ %)				เพิ่ม/ลด	
	2543		2547		ตร.กม.	%
(-1.0) - (-0.4)	1.17	0.06	5.40	0.28	4.23	361.54
(-0.4) - (-0.2)	37.31	1.97	202.66	10.70	165.36	443.18
(-0.2) - (0.0)	293.96	15.51	567.07	29.93	273.11	92.91
(0.0) - (0.2)	1187.30	62.66	859.49	45.36	-327.81	-27.61
(0.2) - (0.4)	373.18	19.69	258.27	13.63	-114.91	-30.79
(0.4) - (1.0)	1.91	0.10	1.94	0.10	0.03	1.57
รวม	1894.83	100	1894.83	100	-	-



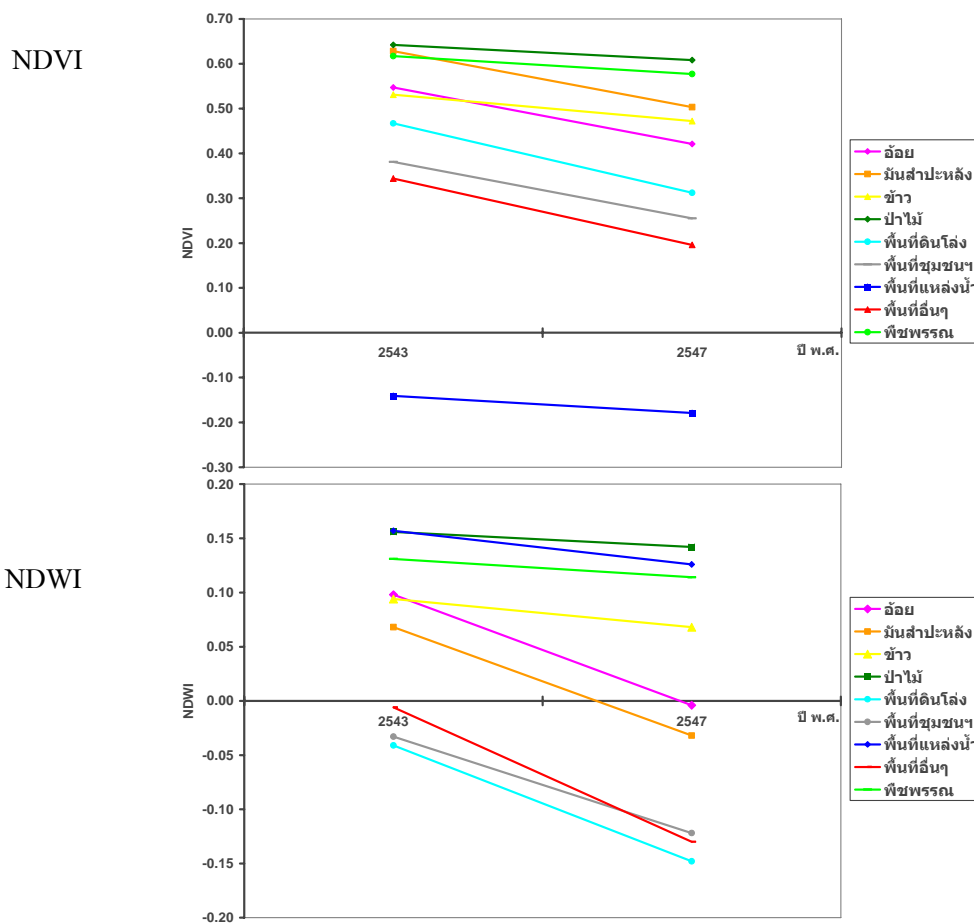
ภาพที่ 5.14 แผนที่ดัชนีผลต่าง NDWI (Δ NDWI) ของอำเภอกรบุรี คิดเทียบระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และปีแห้งแล้ง (2547)

ตารางที่ 5.10 สัดส่วนพื้นที่ที่แยกตามระดับการผันแปรของค่า NDWI อิงตามช่วงของค่า SD

ระดับการผันแปร	ค่า SD	ช่วงค่า Δ NDWI	Δ NDWI		รวมพื้นที่ (เพิ่ม/ลด)	
			ตร.กม.	%	ตร.กม.	%
ลดมาก	< -2SD	-1.671 ถึง -0.313	68.17	3.60		
ลดปานกลาง	-2SD ถึง -1SD	-0.313 ถึง -0.196	202.14	10.67	270.31	14.27
	-1SD ถึง 0	-0.196 ถึง -0.079	487.59	25.73	1387.52	73.23
เพิ่มน้อย	0 ถึง 1SD	-0.079 ถึง 0.038	899.93	47.49		
เพิ่มปานกลาง	1SD ถึง 2SD	0.038 ถึง 0.156	217.98	11.50	237.00	12.51
เพิ่มมาก	> 2SD	0.156 ถึง 1.636	19.02	1.00		
	รวมพื้นที่		1894.83	100.00	1894.83	100.00

ตารางที่ 5.11 การผันแปรของค่า Δ NDVI และ Δ NDWI เฉลี่ยของปีชุ่มชื้น (2543) และ ปีแห้งแล้ง (2547) แยกตามประเภท LULC

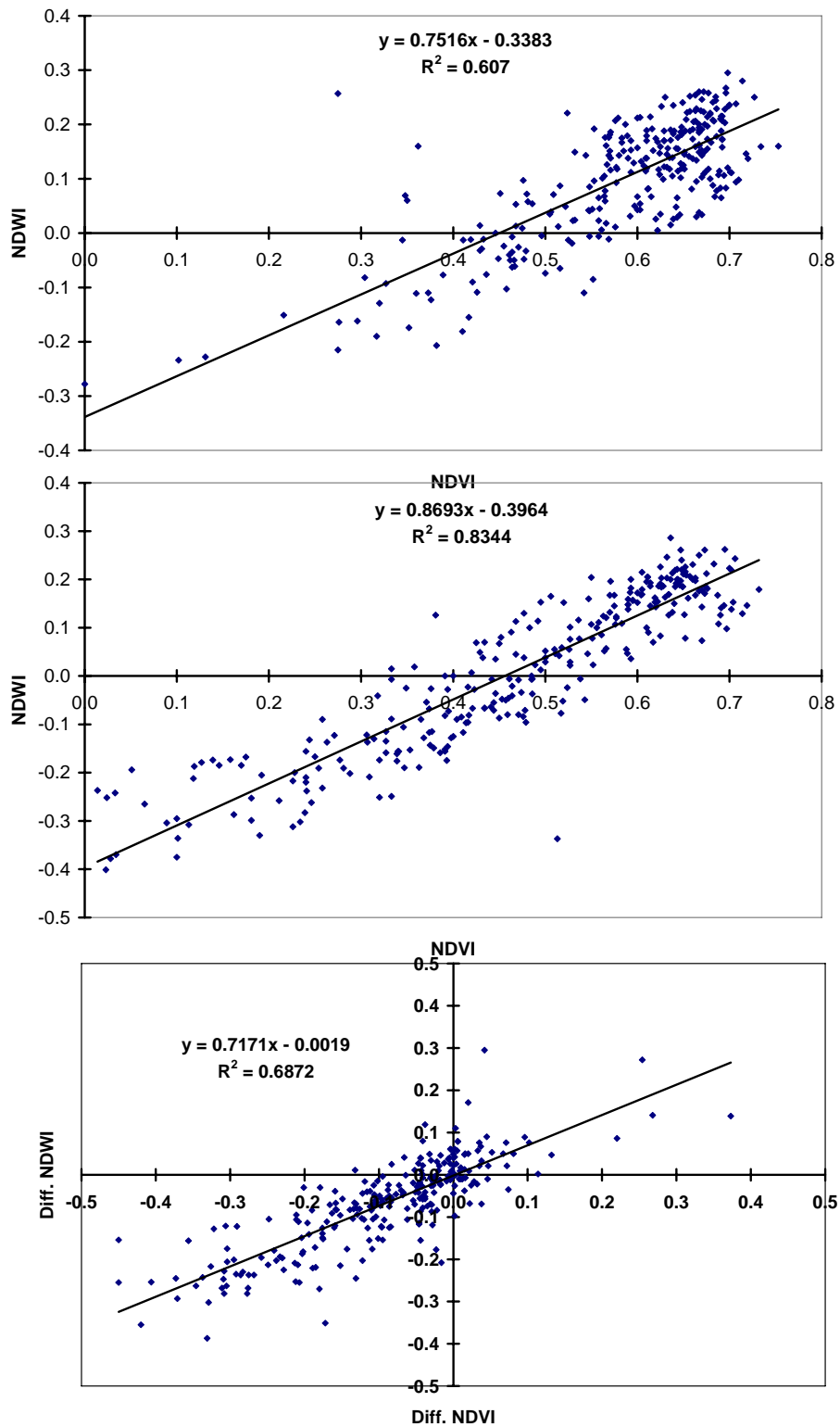
ดัชนี	ปี พ.ศ.	ค่าเฉลี่ยดัชนีแยกตามประเภท LULC								
		SC	CV	PF	F	B	U	W	M	พืชพรรณ
Δ NDVI	2543	0.55	0.63	0.53	0.64	0.47	0.38	-0.14	0.34	0.62
	2547	0.42	0.50	0.47	0.61	0.31	0.26	-0.18	0.20	0.58
	เพิ่ม/ลด	-0.13	-0.13	-0.06	-0.03	-0.16	-0.13	-0.04	-0.15	-0.04
Δ NDWI	2543	0.10	0.07	0.09	0.16	-0.04	-0.03	0.16	-0.01	0.13
	2547	0.00	-0.03	0.07	0.14	-0.15	-0.12	0.13	-0.13	0.11
	เพิ่ม/ลด	-0.10	0.10	-0.03	-0.01	-0.11	-0.09	-0.03	-0.12	-0.02



ภาพที่ 5.15 การผันแปรของค่า NDVI และ NDWI เฉลี่ย แยกตามประเภทของ LULC ระหว่างปีชุ่มชื้น (2543) และ ปีแห้งแล้ง (2547)

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี NDVI และดัชนี NDWI

จากผลการศึกษาในเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าการผันแปรของค่า NDVI และ NDWI โดยเฉลี่ยซึ่งมีการผันแปรไปในแนวทางเดียวกันค่อนข้างมาก ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นชัดเจนขึ้นในภาพที่ 5.16 โดยในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) ดัชนีทั้งสองประเภทมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงโดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.61 ส่วนในปี พ.ศ. 2547 (ปีแห้งแล้ง) เท่ากับ 0.83 แสดงให้เห็นว่าในปีแห้งแล้งความสัมพันธ์ของดัชนีทั้งสองประเภทปรากฏให้เห็นชัดเจนกว่าในปีชุ่มชื้นมาก เช่นเดียวกัน การผันแปรของดัชนีทั้งสองตัวระหว่างทั้งสองปีดังกล่าว ก็เป็นไปในทางเดียวกัน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.69 สอดคล้องกับความรู้พื้นฐานและผลการศึกษาทั่วไป ที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณของความชื้นในดินมีผลโดยตรงต่อระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 5.16 ความสัมพันธ์ของค่า NDVI และ NDWI และค่า Δ NDVI และ Δ NDWI เฉลี่ยของปีชุ่มชื้น (2543) และ ปีแห้งแล้ง (2547)

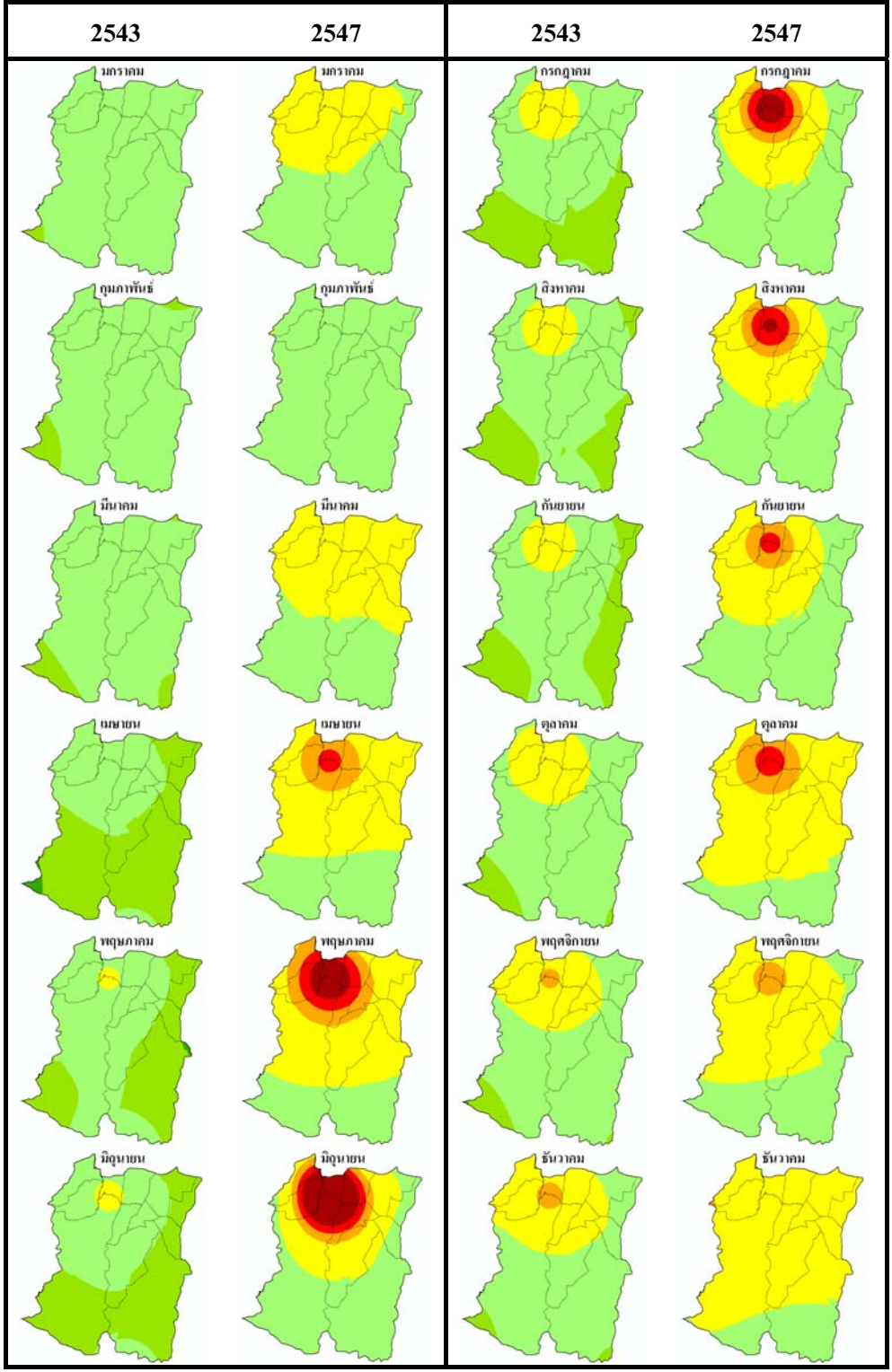
5.5.4 ความสัมพันธ์ของแผนที่ภัยแล้ง พื้นที่เพาะปลูก ดัชนี NDVI และ ดัชนี NDWI

หากพิจารณาถึงระดับความแห้งแล้งรายเดือนอิงตามดัชนี SPI ระยะ 6 เดือน ของพื้นที่อำเภอครบุรี (ภาพที่ 5.17) จะเห็นว่าเหตุการณ์ภัยแล้งรุนแรงได้ปรากฏให้เห็นชัดเจนตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือนตุลาคม ส่งผลทำให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากต่อการปลูกพืชไร่ของอำเภอตามที่ได้เคยกล่าวถึงไปแล้ว ทั้งนี้ หากพิจารณาการผันแปรของพื้นที่เพาะปลูก ดัชนี NDVI และ ดัชนี NDWI ระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 แยกตามระดับภัยแล้งของอำเภอบนแผนที่ SPI-6M (October) ในปี พ.ศ. 2547 (ภาพที่ 5.18) พบว่าในทุกพื้นที่ซึ่งถูกจัดเป็นเขตประสพภัยแล้งของปี พ.ศ. 2547 มีการลดลงเป็นอย่างมากของสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูก ค่า NDVI และ NDWI เฉลี่ย ขณะที่พื้นที่ซึ่งจัดอยู่ในเขตไม่ประสพปัญหา(เขตชุ่มชื้น) ไม่พบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญในตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรดังกล่าว

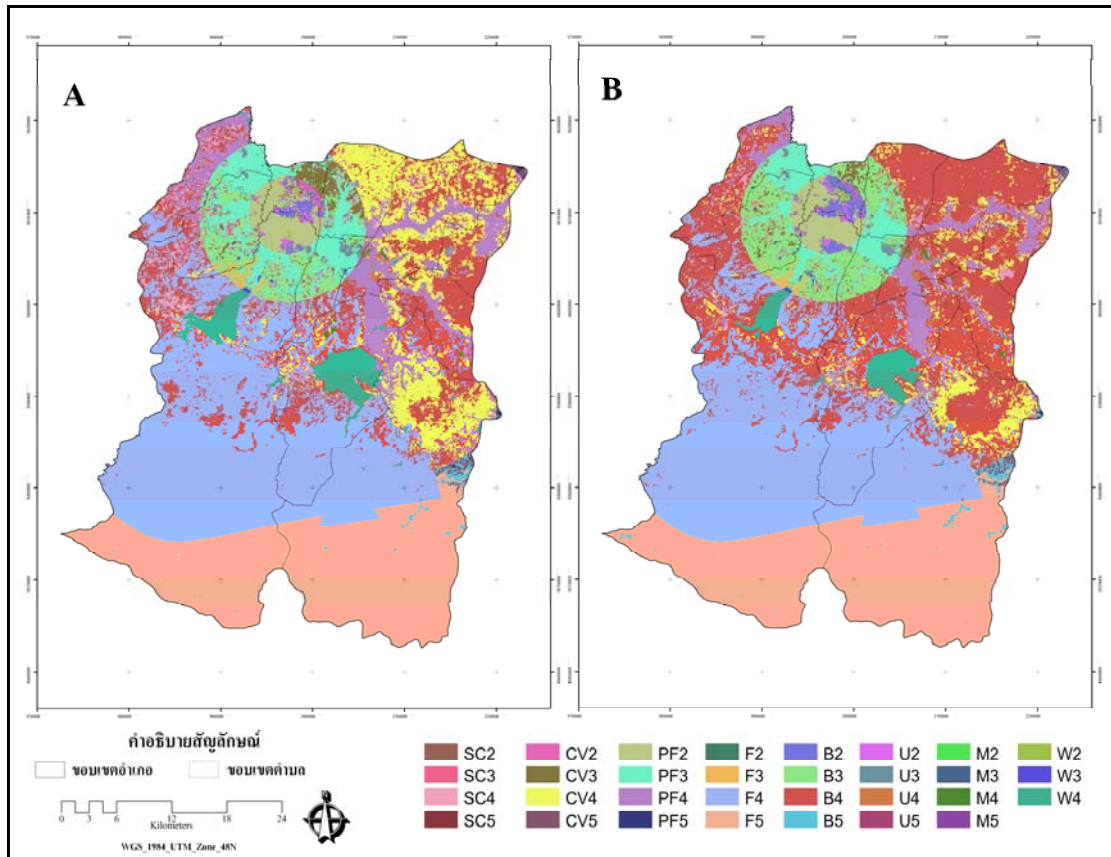
อย่างไรก็ตาม ระดับการลดลงของตัวแปรทั้งสามตัวดังกล่าว ไม่ได้มีลักษณะที่สอดคล้องกันกับระดับความรุนแรงของภัยแล้งที่กำหนดไว้บนแผนที่ เช่น หากพิจารณาถึงสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูก พบว่าในเขตแห้งแล้งสูงจะมีการลดลงประมาณ 13.74 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เขตแห้งแล้งปานกลางและแห้งแล้งต่ำ จะมีการลดลงประมาณ 37.52 และ 52.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5.12)

ตารางที่ 5.12 สัดส่วนของพื้นที่เพาะปลูก ดัชนี NDVI และ ดัชนี NDWI ในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 แยกตามระดับความแห้งแล้งบนแผนที่ SPI-6M (October) ของปี พ.ศ. 2547

ระดับ	พื้นที่พืชพรรณ (ตร.กม.)			NDVI เฉลี่ย			NDWI เฉลี่ย		
	2543	2547	เพิ่ม/ลด	2543	2547	เพิ่ม/ลด	2543	2547	เพิ่ม/ลด
แล้งรุนแรง	42.42	36.59	-5.83	0.516	0.426	-0.09	0.093	0.037	-0.056
แล้งปานกลาง	122.33	76.43	-45.90	0.510	0.378	-0.13	0.045	-0.07	-0.115
แล้งเล็กน้อย	348.49	165.65	-182.84	0.554	0.444	-0.11	0.094	0.005	-0.089
ชุ่มชื้น	4.85	4.35	-0.50	0.648	0.628	-0.02	0.157	0.154	-0.003
รวมทั้งหมด	518.09	283.02	-235.07	-	-	-	-	-	-



ภาพที่ 5.17 แผนที่ภัยแล้งรายเดือนของอำเภอครบรู้อิงตามดัชนี SPI-6M ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2547



ภาพที่ 5.18 การซ้อนทับระหว่างแผนที่ภัยแล้งเดือนตุลาคมของอำเภอครบุรี ในปี พ.ศ. 2547 กับแผนที่ LULC ในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 โดยที่ SC=อ้อย CV=มันสำปะหลัง PF=ข้าว F=ป่าไม้ B=พื้นที่ดินโล่ง U=พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง W=แหล่งน้ำ และ M=พื้นที่อื่นๆ ส่วน 1 คือ แห้งแล้งรุนแรงมากที่สุด 2 คือ ความแห้งแล้งปานกลาง 3 คือ ฝนใกล้เคียงค่าปกติ 4 คือ ชุ่มชื้นปานกลาง และ 5 คือ ชุ่มชื้นมากที่สุด

5.5.5 ความสัมพันธ์ของการผันแปรการใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย ข้าว และมันสำปะหลัง) กับดัชนี SPI แบบ 3 6 และ 12 เดือน ช่วงปี พ.ศ. 2547

เป็นการวิเคราะห์การผันแปรการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 ของ อ้อย ข้าว และมันสำปะหลัง เพื่อเปรียบเทียบกับแผนที่ภัยแล้งที่ได้จากดัชนี SPI แบบ 3 6 และ 12 เดือน ช่วงปี พ.ศ. 2547 ดังแสดงในตารางที่ 5.13-5.16 พบว่า พื้นที่ปลูกอ้อย มันสำปะหลัง และข้าว มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตแห้งแล้งเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับแผนที่ดัชนี SPI ทั้ง 3 แบบ

ตารางที่ 5.13 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม)

ระดับความแห้งแล้ง/ชุ่มชื้น	การใช้ประโยชน์ที่ดิน			ผลรวมทั้งหมด
	อ้อย	มันสำปะหลัง	ข้าว	
แห้งแล้งรุนแรงมาก	0.22	0.12	1.59	1.92
แห้งแล้งรุนแรง	1.45	6.16	7.62	15.22
แห้งแล้งปานกลาง	3.89	6.70	17.69	28.28
แห้งแล้งเล็กน้อย	14.27	57.53	48.79	120.59
ชุ่มชื้นเล็กน้อย	7.89	80.05	33.29	121.23
ผลรวมทั้งหมด	27.71	150.55	108.97	287.23

ตารางที่ 5.14 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม)

ระดับความแห้งแล้ง/ชุ่มชื้น	การใช้ประโยชน์ที่ดิน			ผลรวมทั้งหมด
	อ้อย	มันสำปะหลัง	ข้าว	
แห้งแล้งปานกลาง	5.90	0.63	8.42	14.95
แห้งแล้งเล็กน้อย	21.81	149.89	100.55	272.25
ชุ่มชื้นเล็กน้อย	-	0.03	-	0.03
ผลรวมทั้งหมด	27.71	150.55	108.97	287.23

ตารางที่ 5.15 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 6 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม)

ระดับความแห้งแล้ง/ชุ่มชื้น	การใช้ประโยชน์ที่ดิน			ผลรวมทั้งหมด
	อ้อย	มันสำปะหลัง	ข้าว	
แห้งแล้งรุนแรง	0.95	2.14	4.51	7.59
แห้งแล้งปานกลาง	7.24	13.09	31.56	51.89
แห้งแล้งเล็กน้อย	19.43	133.59	72.57	225.59
ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.09	1.74	0.34	2.16
ผลรวมทั้งหมด	27.71	150.55	108.97	287.23

ตารางที่ 5.16 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ในแต่ละระดับความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นของดัชนี SPI แบบ 12 เดือน (เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม)

ระดับความแห้งแล้ง/ชุ่มชื้น	การใช้ประโยชน์ที่ดิน			ผลรวมทั้งหมด
	อ้อย	มันสำปะหลัง	ข้าว	
แห้งแล้งรุนแรงมาก	0.20	0.11	1.55	1.87
แห้งแล้งรุนแรง	3.28	9.37	16.32	28.97
แห้งแล้งปานกลาง	8.04	18.15	34.41	60.60
แห้งแล้งเล็กน้อย	16.19	122.61	56.67	195.47
ชุ่มชื้นเล็กน้อย	0.01	0.30	0.01	0.32
ผลรวมทั้งหมด	27.71	150.55	108.97	287.23

5.5.6 ความสัมพันธ์ของการผันแปรการใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย ข้าว และมันสำปะหลัง) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$ และ $\Delta NDWI$

เป็นการวิเคราะห์การผันแปรการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 ของ อ้อย ข้าว และมันสำปะหลัง เพื่อเปรียบเทียบกับแผนที่การผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$ และ $\Delta NDWI$ ดังแสดงในตารางที่ 5.17-5.18 ซึ่งพบว่า พื้นที่ปลูกอ้อย มันสำปะหลัง และข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับค่าดัชนี $\Delta NDVI$ และค่าดัชนี $\Delta NDWI$ ส่วนใหญ่เป็นการผันแปรแบบลดลง

ตารางที่ 5.17 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว) ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$

ระดับการผันแปร	อ้อย	มันสำปะหลัง	ข้าว	รวมทั้งหมด
ลดมาก	4.98	35.22	8.01	48.20
ลดปานกลาง	9.48	69.50	25.19	104.17
ลดน้อย	10.32	41.29	48.60	100.21
เพิ่มน้อย	2.65	4.22	23.88	30.75
เพิ่มปานกลาง	0.25	0.26	2.78	3.29
เพิ่มมาก	0.05	0.05	0.05	0.15
ผลรวมทั้งหมด	27.72	150.55	108.97	287.24

ตารางที่ 5.18 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว) ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDWI$

ระดับการผันแปร	อ้อย	มันสำปะหลัง	ข้าว	รวมทั้งหมด
ลดมาก	10.09	13.33	17.23	40.64
ลดปานกลาง	10.21	59.42	33.51	103.14
ลดน้อย	5.79	67.85	38.91	112.54
เพิ่มน้อย	1.34	9.40	16.12	26.86
เพิ่มปานกลาง	0.21	0.51	2.35	3.07
เพิ่มมาก	0.09	0.05	0.77	0.91
ผลรวมทั้งหมด	27.72	150.55	108.97	287.24

5.5.7 ความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 6 และ 12 เดือน ช่วงปี พ.ศ. 2547 กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$ และ $\Delta NDWI$

เป็นการวิเคราะห์แผนที่ภัยแล้งที่ได้จากดัชนี SPI แบบ 3 6 และ 12 เดือน ช่วงปี พ.ศ. 2547 เพื่อเปรียบเทียบกับแผนที่การผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$ และ $\Delta NDWI$ ดังแสดงในตารางที่ 5.19-5.26

ตารางที่ 5.19 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$

ระดับการผันแปร ดัชนี $\Delta NDVI$	SPI-3M(July) (ตร.กม.)			รวมทั้งหมด
	แห้งแล้งปาน กลาง	แห้งแล้ง เล็กน้อย	ชุ่มชื้น เล็กน้อย	
ลดมาก	3.915	68.841	0.064	72.82
ลดปานกลาง	17.663	189.743	0.114	207.52
ลดน้อย	31.822	391.092	7.606	430.52
เพิ่มน้อย	18.719	656.381	387.56	1062.66
เพิ่มปานกลาง	4.475	80.049	6.236	90.76
เพิ่มมาก	1.499	29.051	0	30.55
ผลรวมทั้งหมด	78.093	1415.157	401.58	1894.83

ตารางที่ 5.20 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี $\Delta NDVI$

ระดับการผันแปร ดัชนี $\Delta NDVI$	SPI-3M(Oct) (ตร.กม.)					รวม ทั้งหมด
	แห้งแล้ง รุนแรงมาก	แห้งแล้ง รุนแรง	แห้งแล้ง ปานกลาง	แห้งแล้ง เล็กน้อย	ชุ่มชื้น เล็กน้อย	
ลดมาก	0.532	3.032	4.323	28.38	36.553	72.82
ลดปานกลาง	1.993	9.104	14.394	78.149	103.88	207.52
ลดน้อย	5.706	22.507	33.004	155.339	213.964	430.52
เพิ่มน้อย	9.435	28.963	32.653	90.409	901.2	1062.66
เพิ่มปานกลาง	2.579	4.917	5.991	28.359	48.914	90.76
เพิ่มมาก	0.892	0.913	1.208	10.984	16.553	30.55
ผลรวมทั้งหมด	21.137	69.436	91.573	391.62	1321.064	1894.83

ตารางที่ 5.21 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 6 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี Δ NDVI

ระดับการผันแปร ดัชนี Δ NDVI	SPI-6M(Oct) (ตร.กม.)				รวมทั้งหมด
	แห้งแล้ง	แห้งแล้งปาน	แห้งแล้ง	ชุ่มชื้น	
	รุนแรง	กลาง	เล็กน้อย	เล็กน้อย	
ลดมาก	1.71	8.888	61.15	1.072	72.82
ลดปานกลาง	5.862	28.528	170.78	2.355	207.52
ลดน้อย	15.885	66.208	337.45	10.982	430.52
เพิ่มน้อย	24.824	65.253	603.07	369.517	1062.66
เพิ่มปานกลาง	5.399	11.39	63.87	10.103	90.76
เพิ่มมาก	1.427	2.444	26.48	0.198	30.55
ผลรวมทั้งหมด	55.107	182.711	1262.785	394.227	1894.83

ตารางที่ 5.22 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 12 เดือน (เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี Δ NDVI

ระดับการผันแปร ดัชนี Δ NDVI	SPI-12M(Dec) (ตร.กม.)			รวมทั้งหมด
	แห้งแล้ง	แห้งแล้ง	แห้งแล้งปาน	
	รุนแรงมาก	รุนแรง	กลาง	
ลดมาก	5.57	11.07	56.18	72.82
ลดปานกลาง	18.61	36.61	152.30	207.52
ลดน้อย	46.33	83.14	301.05	430.52
เพิ่มน้อย	56.63	61.50	944.53	1062.66
เพิ่มปานกลาง	10.83	11.14	68.79	90.76
เพิ่มมาก	2.57	2.77	25.21	30.55
ผลรวมทั้งหมด	140.55	206.22	1548.06	1894.83

ตารางที่ 5.23 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี Δ NDWI

ระดับการผันแปร ดัชนี Δ NDWI	SPI-3M (July) (ตร.กม.)					รวม ทั้งหมด
	แห้งแล้ง	แห้งแล้ง	แห้งแล้ง	แห้งแล้ง	ชุ่มชื้น	
	รุนแรงมาก	รุนแรง	ปานกลาง	เล็กน้อย	เล็กน้อย	
ลดมาก	0.428	2.467	6.67	31.84	26.767	68.17
ลดปานกลาง	1.655	9.252	16.57	79.914	94.745	202.14
ลดน้อย	5.119	22.724	30.11	156.724	272.911	487.59
เพิ่มน้อย	9.505	27.016	28.73	68.932	765.75	899.93
เพิ่มปานกลาง	3.318	6.93	8.09	48.295	151.346	217.98
เพิ่มมาก	1.113	1.048	1.41	5.935	9.512	19.02
ผลรวมทั้งหมด	21.138	69.437	91.588	391.636	1321.031	1894.83

ตารางที่ 5.24 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 3 เดือน (เดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี Δ NDWI

ระดับการผันแปร ดัชนี Δ NDWI	SPI-3M (Oct) (ตร.กม.)			รวมทั้งหมด
	แห้งแล้งปานกลาง	แห้งแล้งเล็กน้อย	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	
ลดมาก	7.11	59.795	1.269	68.17
ลดปานกลาง	16.29	182.899	2.954	202.14
ลดน้อย	28.66	434.926	24.006	487.59
เพิ่มน้อย	18.93	601.454	279.549	899.93
เพิ่มปานกลาง	5.42	119.548	93.01	217.98
เพิ่มมาก	1.71	16.407	0.906	19.02
ผลรวมทั้งหมด	78.11	1415.03	401.69	1894.83

ตารางที่ 5.25 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 6 เดือน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี Δ NDWI

ระดับการผันแปร ดัชนี Δ NDWI	SPI-6M (Oct) (ตร.กม.)				รวมทั้งหมด
	แห้งแล้ง	แห้งแล้งปาน	แห้งแล้ง	ชุ่มชื้น	
	รุนแรง	กลาง	เล็กน้อย	เล็กน้อย	
ลดมาก	1.29	14.12	51.85	0.91	68.17
ลดปานกลาง	5.41	35.31	158.32	3.10	202.14
ลดน้อย	15.28	63.03	385.37	23.92	487.59
เพิ่มน้อย	24.05	25.60	553.13	297.15	899.93
เพิ่มปานกลาง	7.25	41.86	100.52	68.35	217.98
เพิ่มมาก	1.83	2.96	13.47	0.77	19.02
ผลรวมทั้งหมด	55.11	182.87	1262.67	394.19	1894.83

ตารางที่ 5.26 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนี SPI แบบ 12 เดือน (เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม) กับการผันแปรของค่าดัชนี Δ NDWI

ระดับการผันแปร ดัชนี Δ NDWI	SPI-12M (Dec) (ตร.กม.)					รวม ทั้งหมด
	แห้งแล้ง	แห้งแล้ง	แห้งแล้ง	แห้งแล้ง	ชุ่มชื้น	
	รุนแรงมาก	รุนแรง	ปานกลาง	เล็กน้อย	เล็กน้อย	
ลดมาก	0.426	5.849	15.06	46.446	0.389	68.17
ลดปานกลาง	1.652	18.262	39.72	141.368	1.137	202.14
ลดน้อย	5.118	39.072	75.73	347.838	19.836	487.59
เพิ่มน้อย	9.595	42.875	58.69	497.7	291.066	899.93
เพิ่มปานกลาง	3.327	11.414	13.95	121.837	67.451	217.98
เพิ่มมาก	1.096	1.858	3.09	12.387	0.594	19.02
ผลรวมทั้งหมด	21.214	119.33	206.237	1167.576	380.473	1894.83

5.6 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ต้องการจะวิเคราะห์ผลกระทบของภัยแล้ง ที่มีต่อการเพาะปลูกพืชพรรณของอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา อิงตามระดับการผันแปรของพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจสำคัญ คือ อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว และการผันแปรของดัชนีความสมบูรณ์ของพืชพรรณ NDVI รวมถึงดัชนีความชุ่มชื้นของดินและพืชพรรณ NDWI ระหว่างปี พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นปีชุ่มชื้น (wet year) และปี พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นปีแห้งแล้ง (dry year) ของจังหวัด

ผลการศึกษาสรุปได้ว่าในปี พ.ศ. 2547 ได้เกิดภาวะแห้งแล้งอย่างรุนแรงขึ้นในหลายพื้นที่ของอำเภอ โดยเฉพาะทางตอนเหนือสุด ตั้งแต่ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม (ภาพที่ 5.4-5.6 และ 5.18) ส่งผลทำให้พื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจทั้งสามตัวดังกล่าว ลดลงเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 (ภาพที่ 5.8-5.10 และตารางที่ 5.4) โดยพื้นที่เพาะปลูก อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว ในเดือนพฤศจิกายนของปี พ.ศ. 2547 ลดลงประมาณ 37.06 55.96 และ 42.34 เปอร์เซ็นต์ของค่าในช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2543 ขณะที่พื้นที่ดิน โลงมีเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 88.51 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงจะอยู่ทางตอนเหนือของอำเภอ (ภาพที่ 5.9) สอดคล้องกับพื้นที่ประสบความแห้งแล้งที่ปรากฏในปีดังกล่าว โดยส่วนใหญ่จะเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ดิน โลง (ตารางที่ 5.5)

สำหรับค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI ก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 โดยเฉพาะเขตพืชพรรณสมบูรณ์ เช่น เขตที่มี NDVI > 0.6 ซึ่งลดลงถึงประมาณ 35.73 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พื้นที่ซึ่งมีค่า NDVI ก่อนข้างต่ำ เช่น ค่าระหว่าง 0.0-0.4 มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 300 เปอร์เซ็นต์ โดยการลดลงมากที่สุดจะเกิดบริเวณตอนเหนือสุดของจังหวัดก่อนไปทางทิศตะวันออก (ภาพที่ 5.11 และ 5.12 และตารางที่ 5.7 และ 5.8) ทั้งนี้ถ้าแยกดูตามประเภทของ LULC จะพบว่าค่า NDVI เฉลี่ยลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะในพืชเศรษฐกิจสองประเภทคือ อ้อยและมันสำปะหลัง และของดิน โลง แต่สำหรับข้าวและป่าไม้มีค่าลดลงไม่มากนัก (ตารางที่ 5.11) แสดงให้เห็นถึงระดับความสมบูรณ์เชิงโครงสร้างของพืชที่ลดลงไป

สำหรับการผันแปรของดัชนี NDWI สรุปได้ว่าการผันแปรของดัชนี NDWI มีลักษณะคล้ายกับของดัชนี NDVI คือลดลงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเขตพืชพรรณสมบูรณ์ เช่น เขตที่มี NDWI 0.2-0.4 ซึ่งลดลงถึงประมาณ 30.79 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เขตที่มีค่า NDWI ก่อนข้างต่ำ เช่น เขตที่มี NDWI ระหว่าง < 0 มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 133 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 5.13 และ 5.14 และตารางที่ 5.9 และ 5.10) ทั้งนี้ถ้าพิจารณาแยกตามประเภทของ LULC จะพบว่าค่า NDWI เฉลี่ยลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะในกลุ่มพืชเศรษฐกิจสองประเภทคือ อ้อย มันสำปะหลัง และกลุ่มดิน โลงและเขตที่อยู่

อาศัย แต่สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวและป่าไม้มีค่าลดลงเล็กน้อย (ตารางที่ 5.11) แสดงให้เห็นถึงระดับของความชุ่มชื้นที่ลดลงไปอย่างมีนัยสำคัญทั้งในพื้นที่ดินและในพืชพรรณโดยรวม

จากผลการศึกษาในเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าการผันแปรของค่า NDVI และ NDWI โดยเฉลี่ย ซึ่งมีการผันแปรไปในแนวทางเดียวกันค่อนข้างมาก (ภาพที่ 5.16) โดยในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) ดัชนีทั้งสองประเภทมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงโดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.61 ส่วนในปี พ.ศ. 2547 (ปีแห้งแล้ง) เท่ากับ 0.83 แสดงให้เห็นว่าในปีแห้งแล้งความสัมพันธ์ของดัชนีทั้งสองประเภทปรากฏให้เห็นชัดเจนกว่าในปีชุ่มชื้นมาก เช่นเดียวกัน การผันแปรของดัชนีทั้งสองตัวระหว่างทั้งสองปีดังกล่าว ก็เป็นไปในทางเดียวกัน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.69 สอดคล้องกับความรู้พื้นฐานและผลการศึกษาทั่วไป ที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณของความชื้นในดินมีผลโดยตรงต่อระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณเป็นอย่างมาก

5.7 รายการอ้างอิง

- Al-Kaisi, M.M. and Broner, I. (2009). Irrigation crop water use and growth stages [On-line]. Available: <http://www.cde.state.co.us/artemis/ucsu20/ucsu2062247152005internet.pdf>
- Bajgian, P.R., Darvishsefat, A.A., Khalili, A. and Makhdoum, M.F. (2008). Using AVHRR-based vegetation indices for drought monitoring in the Northwest of Iran. **Journal of Arid Environment**. 72: 1086-1096.
- Chen, X., Zhao, H., Li, P. and Yin, Z. (2007). Remote sensing image-based analysis of relationship between urban heat island and land use/cover changes. **Remote Sensing of Environment**. 104: 133-146.
- Crow, W. and Zhan, X. (2007). Continental-scale evaluation of remotely sensed soil moisture products. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**. 4: 451-455.
- Curran, P.J. (1989). Remote sensing of foliar chemistry. **Remote Sensing of Environment**. 30: 217-278.
- Draper, C.S., Walker, J.P., Steinle, P.J., de Jeu, R.A.M. and Holmes, T.R.H. (2009). An evaluation of AMSR-E derived soil moisture over Australia. **Remote Sensing of Environment**. 113: 703-710.

- Herrmann, S.M., Anyamba, A. and Tucker, C.T. (2005). Recent trends in vegetation dynamics in the African Sahel and their relationship to climate. **Global Environmental Change**. 15: 394-404.
- Jackson, T.J. (2004). Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. **Remote Sensing of Environment**. 92: 475-482.
- Ji, L. and Peters, A.J. (2003). Assessing vegetation response to drought in the Northern Great Plains using vegetation and drought indices. **Remote Sensing of Environment**. 87: 85-98.
- Lotsch, A., Friedl, M.A., Anderson, B.T. and Tucker, C.J. (2003). Coupled vegetation-precipitation variability observed from satellite and climate records. **Geophysical Research Letters**. 30(14): 1774.
- Njoku, E.G. and Entekhabi, D. (1996). Passive microwave remote sensing of soil moisture. **Journal of Hydrology**. 184: 101-129.
- Peters, A.J. *et al.* (2002). Drought monitoring with NDVI-based standardized vegetation index. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. 68: 71-75.
- Pu, R., Ge, S., Kelly, N.M. and Gong, P. (2003). Spectral absorption feature as indicator of water status in coast live oak (*Quercus agrifolia*) leaves. **International Journal of Remote Sensing**. 24(9): 1799-1810.
- Rasmussen, M.S. (1998). Developing simple, operational, consistent NDVI-vegetation models by applying environmental and climatic information: PART I. Assessment of net primary production. **International Journal of Remote Sensing**. 19: 97-117.
- Rouse, J., Haas, R., Schell, J. and Deering, D. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. **Third ERTS Symposium** (pp 309-317). Washington, D.C.: NASA.

- Su, Z. (2003). Assessing relative soil moisture with remote sensing data: theory, experimental validation, and application to drought monitoring over the North China Plain. **Physics and Chemistry of the Earth**. 28: 89-101.
- Salter, P.J. and Goode, J.E. (1967). **Crop responses to water at different stages of growth**. Buckinghamshire England: Commonwealth Agricultural.
- Verstraeten, W.W., Veroustraete, F. and Feyen, J. (2008). Assessment of Evapotranspiration and Soil Moisture Content Across Defferent Scale of Observation. **Sensors**. 8(1): 70-117.
- Volcani, A., Karnieli, A. and Svoray, T. (2005). The use of remote sensing and GIS for spatio-temporal analysis of the physiological state of a semi-arid forest with respect to drought years. **Forest Ecology and Management**. 215: 239-250.
- Yilmaz, M.T., Hunt, E.R. and Jackson, T.J. (2008). Remote Sensing of vegetation water content from equivalent water thickness using satellite imagery. **Remote Sensing of Environment**. 112: 2514-2522.
- Wang, J, Rich, P.M. and Price, K.P. (2003). Temporal response of NDVI to precipitation and temperature in the central Gret Plains, USA. **International Journal of Remote Sensing**. 24(11): 2345-2364
- Wagner, W., Naeimi, V., Scipal, K., de Jeu, R. and Martinez-Fernandez,J. (2007). Soil moisture from operational meteorological satellites. **Hydrogeology Journal**. 15: 121-131.
- Zhang, T. (2009). Soil moisture mapping over the Chinese Loess Plateau using ENVISAT/ASAR data. **Advances in Space Research**. 43: 1111-1117.

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 3 ประการคือ (1) เพื่อวิเคราะห์ความรุนแรงของปัญหาภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548 ทั้งเชิงเวลาและเชิงสถานที่ โดยใช้ดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) สามแบบ คือ SPI ระยะ 3 6 และ 12 เดือน (2) ประเมินผลกระทบของปัญหาภัยแล้งต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของอำเภอครบุรี พ.ศ. 2547 (ปีแห้งแล้ง) โดยใช้ข้อมูลการเพาะปลูกของปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) เป็นตัวอ้างอิงในการวิเคราะห์ และ (3) สร้างแผนที่เสี่ยงต่อภัยแล้งรายปีของจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2548 โดยอิงตามข้อมูลของตัวแปร 4 กลุ่ม ได้แก่ น้ำฝน (ในรูปแบบแผนที่ SPI) ตัวแปรเชิงอุทกวิทยา (เขตชลประทานและน้ำใต้ดิน) ตัวแปรเชิงกายภาพ (ความลาดชันและความสามารถในการระบายน้ำของดิน) และตัวแปรเชิงสภาพแวดล้อม (รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน) ซึ่งผลการศึกษาทั้งหมดดังกล่าวพอสรุปได้ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ระดับภัยแล้งอิงตามดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เน้นที่การนำดัชนีน้ำฟ้ามาตรฐาน (SPI) มาใช้สำหรับวิเคราะห์ปรากฏการณ์ภัยแล้งที่เกิดในจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2548 อิงตามการผันแปรของปริมาณน้ำฝนระดับจังหวัดทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งผลการศึกษาระดับภัยแล้งรายปี โดยใช้ดัชนีเดไซล์และ SPI-12M (December) พบว่ามีปัญหาภัยแล้งค่อนข้างรุนแรงเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2520 2522 2524 2529 2532 2535 2540 และ 2544 และยังพบว่าค่าดัชนี SPI-12M (December) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีเดไซล์รายปี และปริมาณน้ำท่ารายปีของสถานีวัดเขื่อนลำพระเพลิงและเขื่อนลำตะคองรวมกัน ($R^2 = 0.97$ และ 0.73 ตามลำดับ)

สำหรับผลการวิเคราะห์การผันแปรรายเดือนของค่า SPI ระยะ 3 6 12 เดือนระหว่างปี พ.ศ. 2519-2548 พบว่าค่า SPI ระยะ 3 เดือนอาจจะผันแปรไปได้อย่างมากในช่วงเวลาอันสั้น (เช่น ในระยะ 2-3 เดือน) แสดงถึงความอ่อนไหวของตัวดัชนี กับการผันแปรของน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลาสั้นๆ ขณะที่ดัชนี SPI ระยะ 6 และ 12 เดือนจะมีการผันแปรของข้อมูลที่ช้ากว่าโดยเฉลี่ย แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองที่ช้ากว่าของดัชนีทั้งสองตัว ต่อการผันแปรปริมาณน้ำฝนในระยะสั้น แต่ว่ามันจะเป็นตัวบ่งบอกถึงการผันแปรของปริมาณน้ำฝนในระดับฤดูกาลหรือระดับปีได้ดี

นอกจากนี้ยังพบว่าคาบการผันแปรของค่า SPI ระยะ 12 เดือนช่วงที่เกิดความแห้งแล้งรุนแรง มีความสอดคล้องเป็นอย่างมากกับช่วงของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) ในเขต มหาสมุทรแปซิฟิก แสดงให้เห็นว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีอิทธิพลเป็นอย่างสูงต่อการผันแปรของ ปริมาณน้ำฝน ระยะยาวของจังหวัดนครราชสีมา และในงานวิจัยนี้ยังได้เสนอดัชนีตัวใหม่ สำหรับ ใช้ประมาณระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งรายปีหรือรายเหตุการณ์ เรียกว่า ดัชนีขนาดภัยแล้ง (DMI) นิยามตามสมการ 3.1 และตัวอย่างการประยุกต์ใช้แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 และ 3.6

สำหรับการวิเคราะห์การผันแปรของระดับภัยแล้งเชิงพื้นที่ ในที่นี้เน้นไปที่การศึกษาภัยแล้งที่ เกิดในช่วงฤดูเพาะปลูกของจังหวัด (พฤษภาคม-ตุลาคม) ดังนั้นจึงใช้ดัชนี SPI แบบ 3M (July and October) 6M (October) และ 12M (December) เป็นตัวแทนเพื่อกำหนดระดับภัยแล้งของแต่ละ พื้นที่ ระหว่างปี พ.ศ. 2539-3548 ซึ่งพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าว พื้นที่ส่วนใหญ่มักจะประสบภัยแล้ง อยู่เสมอ โดยจุดซึ่งเกิดปัญหามาก มักตั้งอยู่บริเวณตอนกลางก่อนไปทางฝั่งตะวันตกและทางตอนใต้ ของพื้นที่ และเขตด้านเหนือของอำเภอครบุรี (ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด) ซึ่งอาจถือเป็น เขตแห้งแล้งซ้ำซากของจังหวัดได้ อย่างไรก็ตาม แผนที่ที่ได้จากดัชนีแต่ละตัวในแต่ละปี มักมี รายละเอียดแตกต่างกันอยู่พอควร ดังนั้น การแปลความหมายและคาดการณ์ถึงผลกระทบที่เกิด ตามมา ควรทำด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องมากที่สุด

6.2 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง

สำหรับการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง หากพิจารณาเฉพาะปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว พบว่า ค่าความเสี่ยงต่อภัยแล้งจะผันแปรผันเชิงพื้นที่เป็นอย่างมาก โดยเขตที่มีความเสี่ยงสูงสุดมักจะ กระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางของจังหวัดก่อนไปทางทิศตะวันตกและทิศใต้ ส่วนเขตที่มีความเสี่ยง ต่ำที่สุด มักจะตั้งอยู่บริเวณขอบรอบนอกของตัวจังหวัด โดยเฉพาะขอบทางทิศตะวันตกและทิศใต้

อย่างไรก็ตาม หากรวมปัจจัยทางอุทกวิทยาและปัจจัยทางกายภาพ เข้าไปในการประเมินด้วย พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด (ประมาณ 90%) จะถูกจัดอยู่ในเขตเสี่ยงระดับปานกลางถึง ระดับสูงแทบทุกปี ยกเว้นบางปีซึ่งอาจมีพื้นที่เสี่ยงสูงหรือสูงมาก เพิ่มขึ้นผิดปกติ ซึ่งถือว่าเป็นปีที่ เกิดภัยแล้งรุนแรงขึ้น อาทิ สำหรับแผนที่ที่สร้างอิงตาม SPI-3M (July) คือปี พ.ศ. 2540 2545 และ 2548 สำหรับแผนที่ที่สร้างขึ้นโดยอิง SPI-3M (October) คือปี พ.ศ. 2540 2546 และ 2547 ส่วน ของแผนที่ซึ่งอิง SPI-6M (October) คือปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2547 สำหรับของ SPI-12M (December) คือปี พ.ศ. 2540 2544 และ 2547 โดยพื้นที่ซึ่งประสบปัญหามากที่สุด มักกระจุกตัวอยู่ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ก่อนไปทางตอนเหนือของเขตจังหวัด บริเวณอำเภอโนนสูง อำเภอขาม สะแกแสง อำเภอดง อำเภอโนนไทย อำเภอบัวใหญ่และกิ่งอำเภอเมืองยาง ส่วนพื้นที่ซึ่งประสบ ปัญหาน้อยสุดมักจะกระจายตัวกันอยู่บริเวณส่วนล่างและทางขอบด้านทิศตะวันตกทางส่วนบนของ

จังหวัด โดยทั่วไป พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงมากจะมีปริมาณลดลงโดยเฉลี่ย ตามระยะเวลาของค่า SPI ที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น ของ SPI-3M จะอยู่ระหว่าง 0-6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ศึกษา ส่วนของ SPI-12M จะอยู่ระหว่าง 0-2 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น สอดคล้องกับแนวโน้มความรุนแรงที่ปรากฏตามการผันแปรของค่า SPI

ทั้งนี้ แผนที่มีความเสี่ยงที่ได้ในแต่ละปีจะมีการผันแปรของรายละเอียดมากพอควร ขึ้นอยู่กับรูปแบบของปริมาณน้ำฝนที่ผันแปรไปในปีต่อปี (หรือเดือนต่อเดือน) แสดงในแผนที่ SPI รายเดือน ทำให้สามารถใช้แผนที่ดังกล่าว ในการตรวจสอบความรุนแรงของปัญหาภัยแล้งของจังหวัดได้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับสภาพเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริง ต่างไปจากงานวิจัยอื่นที่พิจารณาเฉพาะแผนที่ความเสี่ยงที่ไม่ผันแปรไปตามเวลา ทำให้มีข้อจำกัดในการอธิบายปรากฏการณ์ภัยแล้ง ซึ่งมีลักษณะของความเป็นพลวัตสูง เป็นที่น่าสังเกตว่า พื้นที่ซึ่งมีปริมาณฝนโดยเฉลี่ยต่ำของจังหวัด (arid zone) มักไม่ใช่เขตซึ่งมีความเสี่ยงจากภัยแล้งสูงหรือสูงมากตามไปด้วย

อย่างไรก็ตาม หากนำปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม คือรูปแบบ LULC เข้ามามีความสัมพันธ์ จะทำให้ได้แผนที่ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมมาก ขึ้นอยู่กับลักษณะของ LULC ที่ปรากฏในแต่ละส่วนของพื้นที่ศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ เขตเพาะปลูกพืชไร่ถูกกำหนดเป็นเขตที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด จึงมักถูกจัดให้เป็นเขตที่มีความเสี่ยงสูงสุด ส่วนเขตพื้นที่น้ำและพื้นที่เมืองจัดเป็นเขตที่มีความอ่อนไหวต่อเหตุการณ์ดังกล่าวน้อยที่สุด จึงมีความเสี่ยงต่ำที่สุดตามไปด้วย

6.3 ผลกระทบของภัยแล้งต่อการเพาะปลูกภาคเกษตร

ผลการศึกษาพอสรุปได้ว่าในปี พ.ศ. 2547 ได้เกิดภาวะแห้งแล้งอย่างรุนแรงขึ้นในหลายพื้นที่ของอำเภอครบุรี โดยเฉพาะทางตอนเหนือสุดตั้งแต่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม ส่งผลทำให้พื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจทั้งสามตัวดังกล่าว ลดลงไปเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 โดยพื้นที่เพาะปลูก อ้อย มันสำปะหลัง และข้าว ในเดือนพฤศจิกายนของปี พ.ศ. 2547 ลดลงประมาณ 37.06 55.96 และ 42.34 เปอร์เซ็นต์ของค่าในช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2543 ขณะที่เขตพื้นที่ดินโล่งมีเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 88.51 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนใหญ่ของพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงอยู่ทางตอนเหนือของอำเภอสอดคล้องกับพื้นที่ประสบภัยแล้งรุนแรงที่เกิดในปีดังกล่าว ทั้งนี้ ส่วนใหญ่ของพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงดังกล่าวจะอยู่ไกลจากแหล่งน้ำผิวดินสำคัญ เช่น แม่น้ำ และมักเปลี่ยนไปเป็นเขตพื้นที่ดินโล่ง แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของระบบชลประทานหรือแหล่งน้ำผิวดินในการบรรเทาปัญหาภัยแล้ง

สำหรับค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI ก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 โดยเฉพาะเขตพืชพรรณผสม เช่นเขตที่มี NDVI > 0.6 ซึ่งลดลงถึงประมาณ 35.73 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พื้นที่ซึ่งมีค่า NDVI ก่อนข้างต่ำ เช่น ค่าระหว่าง 0.0-0.4 มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 300

เปอร์เซ็นต์ โดยการลดลงมากที่สุดจะเกิดบริเวณตอนเหนือสุดของจังหวัดก่อนไปทางทิศตะวันออก ทั้งนี้ถ้าแยกดูตามประเภทของ LULC จะพบว่าค่า NDVI เฉลี่ยลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะในพืชเศรษฐกิจสองประเภทคือ อ้อย และมันสำปะหลัง และของดินโล่ง แต่สำหรับข้าวและป่าไม่มีค่าลดลงไม่มากนัก แสดงให้เห็นถึงระดับความสมบูรณ์เชิงโครงสร้างของพืชที่ลดลงไป

สำหรับการผันแปรของดัชนี NDWI สรุปได้ว่าการผันแปรของดัชนี NDWI มีลักษณะคล้ายกับของดัชนี NDVI คือลดลงเป็นอย่างมากโดยเฉพาะเขตพืชพรรณสมบูรณ์ เช่นเขตที่มี NDWI 0.2-0.4 ซึ่งลดลงถึงประมาณ 30.79 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เขตที่มีค่า NDWI ก่อนข้างต่ำ เช่นเขตที่มี NDWI ระหว่าง < 0 มีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่า 133 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ ถ้าพิจารณาแยกตามประเภทของ LULC จะพบว่าค่า NDWI เฉลี่ยลดลงในทุกกลุ่มข้อมูล โดยเฉพาะในกลุ่มพืชเศรษฐกิจสองประเภทคือ อ้อย มันสำปะหลัง และกลุ่มดินโล่งและเขตที่อยู่อาศัย แต่สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวและป่าไม่มีค่าลดลงเล็กน้อย แสดงให้เห็นถึงระดับของความชุ่มชื้นที่ลดลงไปอย่างมีนัยสำคัญทั้งในพื้นที่ดินและในพืชพรรณโดยรวม

จากผลการศึกษาในเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าการผันแปรของค่า NDVI และ NDWI โดยเฉลี่ยมีการผันแปรไปในแนวทางเดียวกันค่อนข้างมาก โดยในปี พ.ศ. 2543 (ปีชุ่มชื้น) ดัชนีทั้งสองประเภทมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงโดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.61 ส่วนปี พ.ศ. 2547 (ปีแห้งแล้ง) เท่ากับ 0.83 แสดงให้เห็นว่าในปีแห้งแล้งความสัมพันธ์ของดัชนีทั้งสองประเภทปรากฏให้เห็นชัดเจนกว่าในปีชุ่มชื้นมาก เช่นเดียวกัน การผันแปรของดัชนีทั้งสองตัวในทั้งสองปีดังกล่าว ก็เป็นไปในทางเดียวกัน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.69 สอดคล้องกับความรู้พื้นฐานและผลการศึกษาทั่วไป ที่แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นในดิน มีผลโดยตรงต่อระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณเป็นอย่างมาก

6.4 ข้อเสนอแนะ

แม้การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะได้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างน่าพอใจ แต่ยังคงมีสิ่งน่าสนใจในการศึกษาเพิ่มเติมอีกหลายประเด็น อาทิ การนำรูปแบบการผันแปรของค่า SPI ตามเวลา มาใช้วิเคราะห์แนวโน้มการเกิดภัยแล้งในอนาคต หรือการนำภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ในการศึกษาก্ষแล้งทั้งจังหวัด เพื่อประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้น หรือการนำแผนที่ SPI แผนที่ LULC และแผนที่ประชากรของจังหวัด มาวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของภัยแล้งต่อปัจจัยการเกิดปัญหาทางสังคม-เศรษฐกิจระดับจังหวัด เป็นต้น

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ภัยแล้งอิงตามปริมาณน้ำฝน

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลค่า SPI รายเดือนที่แสดงในรูปที่ 3.10-3.12

ปี พ.ศ.	เดือน	SPI			ปี พ.ศ.	เดือน	SPI		
		3M	6M	12M			3M	6M	12M
2518	1	-	-	-	2522	1	-0.76	-0.05	0.44
	2	-	-	-		2	-1.43	0.11	0.37
	3	1.03	-	-		3	-2.73	-2.36	0.16
	4	-0.03	-	-		4	-0.73	-1.00	0.31
	5	-0.32	-	-		5	0.13	-0.19	0.02
	6	-0.12	0.29	-		6	1.28	0.53	0.63
	7	0.46	0.25	-		7	0.80	0.14	0.02
	8	-0.59	-0.67	-		8	-0.39	-0.22	-0.12
	9	-0.49	-0.48	-		9	-0.53	0.58	-0.77
	10	-0.32	-0.04	-		10	-1.22	-0.57	-0.95
	11	0.40	-0.06	-		11	-1.03	-1.23	-1.12
	12	0.32	-0.20	-0.02		12	-2.81	-1.86	-1.15
2519	1	0.12	-0.32	-0.15	2523	1	-1.83	-1.49	-1.16
	2	0.10	0.40	-0.28		2	0.10	-1.00	-0.99
	3	0.62	0.50	-0.15		3	0.36	-1.89	-0.57
	4	0.33	0.25	0.02		4	-0.01	-0.56	-0.85
	5	-0.04	-0.08	-0.13		5	-0.17	-0.20	-1.09
	6	-0.66	-0.35	-0.40		6	0.90	0.85	-0.74
	7	-0.66	-0.30	-0.45		7	1.21	0.79	-0.46
	8	0.78	0.48	0.52		8	1.18	0.69	-0.18
	9	1.08	0.31	0.53		9	0.36	0.87	-0.30
	10	1.90	1.41	1.20		10	0.77	1.41	0.85
	11	1.28	1.62	1.23		11	0.75	1.38	0.97
	12	1.32	1.74	1.26		12	0.45	0.50	1.00
2520	1	0.07	1.74	1.24	2524	1	-0.76	0.54	0.98
	2	-1.28	1.10	1.14		2	0.10	0.74	1.01
	3	-1.01	1.00	0.88		3	-0.29	0.27	0.84
	4	-0.73	-0.69	0.84		4	0.26	-0.06	1.12
	5	-0.35	-0.64	0.93		5	-0.49	-0.50	0.81
	6	-0.75	-1.05	0.75		6	-0.35	-0.47	0.07
	7	-1.14	-1.27	0.55		7	-0.12	0.02	0.37
	8	-0.18	-0.41	0.44		8	-0.76	-0.91	-0.12
	9	0.50	-0.19	0.49		9	-1.35	-1.25	-1.01
	10	0.26	-0.49	-0.76		10	-2.34	-2.12	-1.76
	11	-0.47	-0.60	-0.88		11	-0.65	-1.15	-1.24
	12	-0.54	-0.09	-0.87		12	0.07	-1.01	-1.27
2521	1	0.25	0.24	-0.80	2525	1	1.73	-1.49	-1.26
	2	0.21	-0.43	-0.73		2	-0.55	-0.76	-1.36
	3	-0.36	-0.73	-0.71		3	0.44	0.19	-1.03
	4	-0.36	-0.30	-0.66		4	0.09	0.81	-1.36
	5	0.76	0.68	-0.10		5	-0.49	-0.66	-1.28
	6	0.47	0.23	0.05		6	-1.30	-0.96	-1.39
	7	1.34	0.71	0.60		7	-1.43	-0.97	-1.71
	8	-0.02	0.48	0.01		8	-0.86	-0.98	-1.19
	9	1.70	1.51	0.86		9	1.05	-0.11	-0.07
	10	0.14	0.94	0.57		10	0.78	-0.13	0.27
	11	0.31	0.20	0.51		11	0.92	0.28	-0.16
	12	-1.36	0.43	0.48		12	-0.03	0.64	-0.14

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลค่า SPI รายเดือนที่แสดงในรูปที่ 3.10-3.12 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	เดือน	SPI			ปี พ.ศ.	เดือน	SPI		
		3M	6M	12M			3M	6M	12M
2526	1	0.59	0.81	-0.08	2530	1	-1.25	-0.09	-1.05
	2	-0.19	0.86	-0.12		2	0.49	-0.22	-0.82
	3	-1.99	-0.72	-0.64		3	-0.29	0.47	-0.69
	4	-3.19	-2.06	-1.03		4	-0.40	-0.81	-1.01
	5	-1.99	-1.96	-0.74		5	-1.44	-1.22	-1.15
	6	-1.25	-1.76	-0.52		6	-0.90	-0.95	-0.63
	7	0.15	-1.17	-0.14		7	-1.70	-1.46	-1.00
	8	1.57	-0.02	0.51		8	-1.46	-2.05	-1.50
	9	1.70	0.44	-0.15		9	0.11	-0.59	-0.28
	10	2.11	2.04	0.93		10	0.40	-0.65	-0.94
	11	1.56	2.38	1.07		11	1.39	0.44	-0.30
	12	1.58	2.39	1.09		12	0.56	0.41	-0.35
2527	1	0.89	2.10	1.03	2531	1	1.89	0.90	-0.32
	2	0.62	1.65	1.23		2	1.28	1.64	-0.13
	3	0.00	1.54	1.42		3	0.49	0.66	-0.11
	4	0.21	0.46	1.92		4	1.06	1.64	0.40
	5	-0.18	-0.06	1.82		5	0.70	0.97	0.85
	6	0.38	0.28	1.99		6	0.90	0.90	0.86
	7	0.37	0.32	1.72		7	0.81	1.15	1.35
	8	0.21	-0.02	1.07		8	-0.18	0.33	1.28
	9	-0.39	-0.03	1.08		9	-0.70	0.16	0.52
	10	-0.46	-0.22	0.01		10	0.07	0.53	1.27
	11	-0.36	-0.24	-0.26		11	0.37	0.16	0.66
	12	-0.17	-0.51	-0.29		12	0.79	0.06	0.68
2528	1	0.72	-0.28	-0.06	2532	1	-1.16	-0.17	0.70
	2	1.08	-0.08	-0.16		2	-0.81	0.23	0.34
	3	0.03	-0.22	-0.27		3	0.33	0.83	0.63
	4	0.59	0.71	0.14		4	-0.55	-0.94	-0.04
	5	0.47	0.69	0.18		5	0.02	-0.22	-0.02
	6	0.22	0.14	-0.32		6	-0.48	-0.34	-0.19
	7	-0.18	0.19	-0.10		7	0.27	-0.17	-0.26
	8	-1.55	-0.72	-0.57		8	-0.19	-0.16	-0.01
	9	0.15	0.21	-0.05		9	-1.41	-1.39	-0.66
	10	0.30	0.11	0.40		10	-0.96	-0.72	-1.05
	11	1.15	0.14	0.47		11	-0.99	-1.06	-1.01
	12	0.64	0.51	0.48		12	0.31	-0.85	-1.03
2529	1	-0.07	0.21	0.24	2533	1	0.25	-0.88	-0.93
	2	-2.54	0.93	0.12		2	0.31	-0.91	-0.88
	3	-2.41	-0.01	0.08		3	1.05	0.69	-0.76
	4	-0.51	-0.56	-0.25		4	0.10	0.10	-0.65
	5	-0.61	-0.97	-0.42		5	0.29	0.27	-0.68
	6	-0.81	-1.42	-0.45		6	-0.55	-0.05	-0.69
	7	-1.22	-1.19	-0.61		7	-0.86	-0.58	-1.03
	8	-0.40	-0.74	0.11		8	-1.72	-0.97	-1.27
	9	-0.66	-1.09	-1.08		9	-1.69	-1.63	-0.99
	10	0.16	-0.62	-0.81		10	0.34	-0.25	-0.20
	11	-0.32	-0.62	-1.07		11	0.81	-0.31	-0.13
	12	0.64	-0.04	-1.06		12	1.31	-0.04	-0.13

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลค่า SPI รายเดือนที่แสดงในรูปที่ 3.10-3.12 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	เดือน	SPI			ปี พ.ศ.	เดือน	SPI		
		3M	6M	12M			3M	6M	12M
2534	1	0.16	0.30	-0.26	2538	1	-0.83	-1.24	-0.16
	2	-1.28	0.63	-0.31		2	0.26	-1.54	-0.26
	3	0.03	1.26	-0.45		3	0.30	-0.87	-0.45
	4	-0.62	-0.56	-0.57		4	0.21	-0.13	-0.24
	5	-0.09	-0.39	-0.48		5	0.38	0.34	-0.80
	6	-0.13	-0.16	-0.16		6	0.04	0.10	-1.43
	7	-0.07	-0.44	-0.10		7	0.94	0.72	-0.36
	8	0.72	0.41	0.63		8	1.32	1.14	-0.14
	9	0.61	0.30	1.12		9	2.17	1.58	0.85
	10	0.71	0.57	0.16		10	1.18	1.61	1.20
	11	-0.17	0.27	-0.03		11	0.68	1.41	1.28
	12	-0.13	0.25	0.04		12	-0.09	1.45	1.28
2535	1	0.20	0.66	0.15	2539	1	-0.76	0.93	1.25
	2	0.45	-0.08	0.17		2	0.36	0.72	1.34
	3	-1.30	-0.66	-0.23		3	0.36	0.00	1.30
	4	-2.42	-1.92	-0.34		4	0.72	0.37	1.51
	5	-2.65	-2.28	-0.87		5	1.14	1.07	1.63
	6	-1.27	-1.61	-0.77		6	1.39	1.28	1.87
	7	-0.51	-1.50	-0.45		7	1.00	1.06	1.31
	8	0.65	-1.09	-0.81		8	0.66	1.22	1.21
	9	-0.46	-1.25	1.67		9	0.85	1.57	1.33
	10	-0.27	-0.61	-1.30		10	1.09	1.56	1.38
	11	-0.83	-0.33	-1.44		11	1.62	1.88	2.06
	12	0.21	-0.27	-1.39		12	1.16	1.44	2.11
2536	1	-0.32	-0.36	-1.51	2540	1	2.08	1.57	2.06
	2	0.21	-0.79	-1.52		2	-1.02	1.47	1.98
	3	0.38	0.29	-0.95		3	0.52	1.27	2.15
	4	0.61	0.37	-0.40		4	0.38	1.23	1.94
	5	0.32	0.27	-0.14		5	0.39	0.10	1.49
	6	0.29	0.34	-0.01		6	-1.06	-0.72	0.67
	7	0.33	0.54	0.08		7	-0.69	-0.29	0.96
	8	0.49	0.51	-0.18		8	-0.62	-0.19	0.84
	9	0.22	0.32	0.39		9	-0.44	-1.10	-0.03
	10	-0.16	0.02	0.15		10	-1.02	-1.41	-0.44
	11	-0.27	0.02	0.13		11	-1.32	-1.64	-1.26
	12	-0.33	-0.18	0.04		12	-0.55	-0.82	-1.29
2537	1	-1.25	-0.40	0.02	2541	1	-0.99	-1.19	-1.27
	2	0.75	-0.10	0.24		2	-0.01	-1.31	-1.17
	3	1.07	0.15	0.28		3	-0.26	-0.70	-1.51
	4	0.38	-0.05	-0.09		4	-0.57	-0.92	-1.76
	5	1.32	1.35	0.77		5	-1.18	-1.16	-1.92
	6	1.61	1.75	1.04		6	-1.22	-1.20	-1.39
	7	1.32	1.08	0.43		7	-0.76	-0.91	-1.46
	8	0.20	1.05	0.59		8	0.68	-0.30	-1.05
	9	-1.64	0.19	0.17		9	0.37	-0.59	-1.09
	10	-1.11	-0.11	-0.16		10	-0.22	-0.72	-1.04
	11	-1.63	-1.29	-0.17		11	-0.53	-0.06	-0.70
	12	-1.08	-2.05	-0.20		12	0.05	0.20	-0.70

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลค่า SPI รายเดือนที่แสดงในรูปที่ 3.10-3.12 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	เดือน	SPI			ปี พ.ศ.	เดือน	SPI		
		3M	6M	12M			3M	6M	12M
2542	1	1.39	0.16	-0.63	2546	1	0.92	1.17	-0.05
	2	-0.32	-0.60	-0.76		2	1.95	1.18	0.16
	3	0.67	0.27	-0.41		3	1.86	0.96	0.59
	4	2.12	2.30	0.84		4	1.32	1.42	0.56
	5	2.56	2.27	1.31		5	0.55	1.15	0.59
	6	2.27	2.17	1.60		6	-0.23	0.65	0.80
	7	1.08	2.08	1.49		7	0.24	0.96	1.41
	8	0.04	1.94	0.93		8	0.03	0.37	0.97
	9	-0.73	1.30	1.26		9	-0.27	-0.41	0.27
	10	-0.06	0.59	1.75		10	-1.00	-0.77	0.15
	11	0.53	0.45	1.72		11	-0.99	-0.90	-0.03
	12	0.87	0.11	1.75		12	-0.83	-0.86	-0.28
2543	1	1.09	0.20	1.76	2547	1	-0.56	-1.09	-0.15
	2	1.40	0.86	2.06		2	1.80	-0.38	-0.08
	3	0.27	0.89	1.63		3	0.75	-0.42	-0.72
	4	1.68	1.81	1.51		4	0.35	0.07	-0.71
	5	1.78	1.98	1.47		5	-0.66	0.06	-0.69
	6	2.34	2.10	1.49		6	0.64	0.79	-0.11
	7	1.76	2.19	1.59		7	1.10	0.90	-0.13
	8	2.61	3.00	2.51		8	1.22	0.42	-0.01
	9	1.22	2.57	2.82		9	-0.34	0.20	-0.20
	10	0.74	1.73	2.28		10	-2.04	-0.98	-0.80
	11	-0.69	1.24	2.11		11	-2.33	-0.99	-0.79
	12	-0.10	0.72	2.16		12	-2.81	-1.70	-0.81
2544	1	-0.76	0.52	2.09	2548	1	-0.91	-2.13	-0.92
	2	-0.72	-0.82	1.85		2	-1.43	-2.56	-1.40
	3	0.89	0.25	2.32		3	-0.70	-2.69	-1.22
	4	0.09	-0.23	1.33		4	-0.44	-0.77	-1.31
	5	0.24	0.00	0.93		5	-0.07	-0.39	-1.01
	6	-0.48	-0.07	0.47		6	-0.42	-0.67	-1.72
	7	-0.81	-0.56	-0.01		7	-0.74	-0.83	-2.02
	8	-0.79	-0.41	-0.84		8	-1.66	-1.21	-2.39
	9	-1.54	-1.48	-1.22		9	-0.22	-0.51	-1.96
	10	-0.78	-1.27	-1.18		10	-0.09	-0.59	-0.88
	11	-0.94	-1.42	-1.16		11	1.11	0.04	-0.22
	12	-0.07	-1.27	-1.18		12	0.77	0.37	-0.20
2545	1	-0.32	-0.85	-1.22					
	2	0.26	-0.88	-1.05					
	3	0.15	-0.08	-1.42					
	4	0.19	-0.02	-1.18					
	5	-0.33	-0.31	-1.29					
	6	-0.78	-0.66	-1.39					
	7	-2.29	-1.45	-1.56					
	8	-1.00	-0.97	-1.25					
	9	0.77	0.00	-0.16					
	10	1.08	-0.26	-0.27					
	11	0.67	-0.05	-0.25					
	12	0.14	0.56	-0.02					

ตารางที่ ก-2 แสดงสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน จำนวน 74 สถานี

WEATHER_ID	PROVINCE	WSTA_NAM_T
440014	สระแก้ว	บ้านห้วยชัน อ.วัฒนานคร
440017	สระแก้ว	โครงการทับทิมสยาม 03 อ.ตาพระยา
440018	สระแก้ว	อุทยานแห่งชาติปางสีดา
414013	สระบุรี	ศูนย์เพาะชำกล้าไม้ นครราชสีมา อ.มวกเหล็ก
414016	สระบุรี	โรงเรียนบ้านพลู
414017	สระบุรี	โรงเรียนบ้านซับน้อยเหนือ
414019	สระบุรี	โรงเรียนบ้านหนองตอตะเคียน
414022	สระบุรี	โรงเรียนวัดสวนทองรวมมิตร
414024	สระบุรี	โรงเรียนบ้านหลังเขา
414015	สระบุรี	องค์การส่งเสริมกิจการโคนม อ.มวกเหล็ก
414005	สระบุรี	ที่ว่าการอำเภอมวกเหล็ก
430007	ปราจีนบุรี	นาดี
430023	ปราจีนบุรี	บ้านทับลาน อ.นาดี
417001	นครนายก	นครนายก
417003	นครนายก	ปากพลี
431201	นครราชสีมา	สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศนครราชสีมา
431301	นครราชสีมา	สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง
431401	นครราชสีมา	สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศโชคชัย
431001	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนพิมาย
431002	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนบัวใหญ่
431003	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนด่านขุนทด
431004	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนสูงเนิน
431005	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนปักธงชัย
431006	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนนครบุรี
431007	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนจักราช
431008	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนคง
431009	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนห้วยแถลง
431010	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนชุมพวง
431011	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนประทาย
431012	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนขามสะแกแสง
431013	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนเสิงสาง
431014	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน ปท.โนนไทย

ตารางที่ ก-2 แสดงสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน จำนวน 74 สถานี (ต่อ)

WEATHER_ID	PROVINCE	WSTA_NAM_T
431015	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน ปท.สีแก้ว
431016	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน สำนักงานเกษตรอำเภอปากช่อง
431017	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน โนนสูง
431018	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน สถานีทดลองพืชไร่บ้านใหม่ ตำโโรง อำเภอสีแก้ว
431019	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน สถานีทดลองข้าวพิมาย
431020	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน สวนป่ากลางดง อำเภอปากช่อง สถานีวัดปริมาณน้ำฝน โรงเรียนบ้านท่าหลวง
431021	นครราชสีมา	อำเภอพิมาย
431023	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน นิคมสร้างตนเองพิมาย
431026	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนหนองบุนนาก
431027	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนแก่งสนามนาง
431028	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนศูนย์พัฒนาหมู่บ้านชนบทชัยใต้ ตำบลพญาเย็น
431029	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน สถานีวิจัยผลผลิตของป่า อำเภอปากช่อง
431030	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนวังน้ำเขียว
431031	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
431032	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน ศูนย์เทคโนโลยีราชมงคล
431033	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนกิ่งอำเภอเมืองยาง
431034	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนกิ่งอำเภอเทพารักษ์
431036	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนสถานีวิจัยพืชล้มลุก สถานีวัดปริมาณน้ำฝน หน่วยป้องกันรักษาป่าที่ นม.3
431024	นครราชสีมา	อำเภอปักธงชัย
431025	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน โรงเรียนบ้านศาลเจ้าพ่อ
431035	นครราชสีมา	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน โรงเรียนบ้านหนองไข่น้ำ
426016	ลพบุรี	โรงเรียนบ้านวังทอง
426018	ลพบุรี	ที่ว่าการอำเภอลำสนธิ
426021	ลพบุรี	โรงเรียนบ้านด่านไทยล้อม
426025	ลพบุรี	หน่วยเลี้ยงสัตว์ปางหูลือ
381002	ขอนแก่น	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนพล
381009	ขอนแก่น	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนหนองสองห้อง

ตารางที่ ก-2 แสดงสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน จำนวน 74 สถานี (ต่อ)

WEATHER_ID	PROVINCE	WSTA_NAM_T
403201	ชัยภูมิ	สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศชัยภูมิ
403001	ชัยภูมิ	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนจัตุรัส
403007	ชัยภูมิ	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนบำเหน็จณรงค์
403008	ชัยภูมิ	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนคอนสวรรค์
403009	ชัยภูมิ	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน สถานีทดลองหม่อนไหมชัยภูมิ
403015	ชัยภูมิ	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนเทพสถิต
403017	ชัยภูมิ	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนเนินสง่า
436401	บุรีรัมย์	สอท.นางรอง
436003	บุรีรัมย์	ลำปลายมาศ
436007	บุรีรัมย์	คูเมือง
436008	บุรีรัมย์	หนองกี่
436010	บุรีรัมย์	ปะคำ
436011	บุรีรัมย์	นาโพธิ์
436012	บุรีรัมย์	หนองหงส์
436013	บุรีรัมย์	สถานีทดลองไหมพุด ไชยสง

ภาคผนวก ข

รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

ทรงกต ทศานนท์ และ คชา เศรษฐบุตร (2007). การประเมินผลกระทบของความแห้งแล้งต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมาโดยใช้ข้อมูลสภาพดาวเทียม. การประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2550 (หน้า B 1-1). โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

ทรงกต ทศานนท์ และ คชา เศรษฐบุตร (2007). การประเมินระดับความแห้งแล้งโดยใช้ดัชนีที่อิงตามปริมาณน้ำฝน: กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3 (หน้า 71). จังหวัดมหาสารคาม ประเทศไทย.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นายคชา เขษฐบุตร

เกิด

วันที่ 29 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2522

สถานที่เกิด

152 หมู่ 10 ตำบลโนนฆ้อง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2535 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย อำเภอมือ จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2538 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย อำเภอมือ จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2541 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์)

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์