

การศึกษาความแห้งแล้งเชิงสเปกตรัมในหลายช่วงคลื่นและหลายช่วงเวลา
ในจังหวัดมหาสารคามด้วยข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

ทิพัลย์ แก้วคุณ
ศิริพิบูลย์ จือพิมาย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์
พฤษภาคม 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

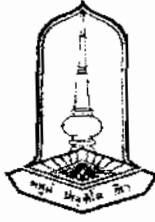
The Study on Spectrum of Drought in Multi-Frequency and Multi-
Temporal on Mahasarakham Province via Terra Modis Satellite
Imagery

Tippawan Kaewkoon
Siripiboon Juepimai

PRESENTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF REQUIREMENTS FOR
BACHELOR OF SCIENCE IN APPLIED PHYSICS

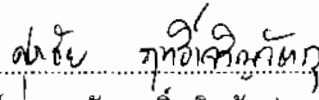
MAY 2014

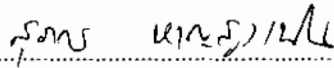
ALL RIGHTS RESERVED BY MAHASARAKHAM UNIVERSITY

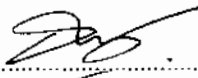


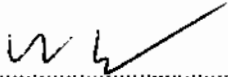
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ของสาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม นางสาวทิพวัลย์ แก้วคุณ และนางสาวศิริพิบูลย์ จือพิมาย แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

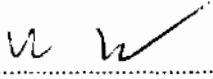

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ศุภชัย ฤทธิเจริญวัฒกุล)

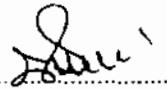

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุภกร หาญสูงเนิน)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.ปรเมษฐ์ จันทรเพ็ง)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ธนิตเดช โรจนกุล)


.....
(อาจารย์ ดร.ปรเมษฐ์ จันทรเพ็ง)
ประธานหลักสูตรสาขาฟิสิกส์ประยุกต์


.....
(อาจารย์ ดร.นิตศักดิ์ ปราสงะ)
หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์
วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ เหล่าสุวรรณ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ปรเมษฐ์ จันทร์เพ็ง และอาจารย์ ธนัทเดช ไรจนกุล กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ศุภชัย ฤทธิ์เจริญวัตถุ ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์ ดร.สุภกร หาญสูงเนิน กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สาธิต แสงประดิษฐ์ คณะวิทยาการสารสนเทศที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่สนับสนุนส่งเสริมด้านการศึกษามาโดยตลอด รวมทั้งให้คำปรึกษาและกำลังใจในการดำเนินงานตลอดมา

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมาจนการทำโครงการนี้สำเร็จ

ทิพวัลย์ แก้วคุณ
ศิริพิบูลย์ จือพิมาย

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความแห้งแล้งเชิงสเปกตรัมในหลายช่วงคลื่นและหลายช่วงเวลาใน จังหวัดมหาสารคามด้วยข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราโมดิส	
ผู้วิจัย	ทิพวัลย์ แก้วคุณ ศิริพิบูลย์ จือพิมาย	
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ เหล่าสุวรรณ	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.ประเมษฐ์ จันทร์เพ็ง อาจารย์ อนุทเดช โรจนกุล	
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์ 2557

บทคัดย่อ

ความแห้งแล้งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีผลกระทบอย่างยิ่งต่อสภาวะพืชพรรณในพื้นที่ ด้วยสาเหตุดังกล่าววัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ การพัฒนาวิธีการตรวจวัดความแห้งแล้งในพื้นที่เชิงสเปกตรัมของพืชพรรณด้วยข้อมูลจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา ของพื้นที่จังหวัดมหาสารคามโดยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 5,558.7984 sqkm การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Differences Vegetation Index: NDVI) ในเชิงสเปกตรัมจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส เพื่อตรวจสอบสภาวะของพืชพรรณ และใช้ดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน (Standardized Vegetation Index: SVI) เพื่อหาพื้นที่ที่มีค่า NDVI ผิดปกติไปจากค่าเฉลี่ยของ NDVI ในช่วงเวลาเดียวกันซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นความแห้งแล้งจากพืชพรรณได้

จากการศึกษาพบว่าใน พ.ศ. 2553 เป็นช่วงที่มีพื้นที่ความแห้งแล้งมากที่สุด รองลงมาใน พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2555 ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้ได้วิธีการในการวิเคราะห์รูปแบบของความแห้งแล้งในเชิงพื้นที่ และเชิงเวลา ซึ่งชี้ให้เห็นว่าข้อมูลจากดาวเทียมหลายช่วงเวลาเทอร์ราโมดิส สามารถระบุรูปแบบของความแห้งแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์ในการจัดทำแผนการป้องกัน และบรรเทาภัยแล้งในพื้นที่สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ : ข้อมูลจากดาวเทียม; ดัชนีผลต่างพืชพรรณ; ดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน; ดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

TITLE The Study on Spectrum of Drought in Multi-Frequency and Multi-Temporal on Mahasarakham Province via Terra Modis Satellite Imagery

AUTHORS Miss Tippawan Kaewkoon
Miss Siripiboon Juepimai

DEGREE Bachelor of Science **MAJOR** Applied Physics

ADVISOR Assistant Professor Dr. Teerawong Laosuwan

CO-ADVISORS Dr. Poramate Chaunpang
Mr. Thanatdech Rochanakusol

UNIVERSITY Mahasarakham University **DATE** 2014

ABSTRACT

Drought, a natural phenomenon, has been found often in Mahasarakham province. It has impact on vegetation in the area. Due to the reason, the objective of the study is to develop a methodology to detect drought in the area using vegetation spectrum in different periods of the satellite passing over the area in Mahasarakham province, approximately 5,558.7984 sqkm. The Normalized Vegetation Index (NDVI) obtained from the Terra Modis satellite has been used in order to detect the vegetation condition in the study area. In addition, the Standardized Vegetation Index (SVI) was used to examine the area with the NDVI difference from the average value of NDVI in the same period. This can reflect the drought through the vegetation index.

However, the study has discovered that in the year 2010, the drought in the area was the most severe. The second and the third most severe droughts occurred in 2008 and 2012 respectively. The study has deployed the analyzing technique and the formation of drought according to spatial and time factors. Different satellite images obtained from the Terra Modis satellite revealed the formation and type of droughts effectively. This will be useful for the preparation of the drought mitigation in the area for concern agencies.

Key Words : satellite data; Normalized Difference Vegetation Index; Standardized Vegetation Index; Terra Modis satellite

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ปรีทัศน์เอกสารข้อมูล	3
2.1 ปรากฏการณ์ด้านภัยแล้ง	3
2.2 การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมเทอร์ราโมดิส	4
2.3 ระบบพิกัด	8
2.4 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียม	14
2.5 การแทรกข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติ	19
2.6 การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล	19
2.7 การคำนวณค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-score)	20
2.8 การวิเคราะห์ความถดถอยและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา	24
3.2 การรวบรวมข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส	25
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราโมดิสด้วยขั้นตอนการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัลภายใต้เงื่อนไขของดัชนีผลต่างพืชพรรณและดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน	27
3.4 การวิเคราะห์ความถดถอยและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	36
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย	37
4.1 การคำนวณการหาค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ	37
4.2 ผลการคำนวณการหาค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน	41
4.3 ผลการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีพืชพรรณมาตรฐานเชิงพื้นที่	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการจำแนกดัชนีพิษพรรณมาตรฐานเชิงพื้นที่ตามระดับความแห้งแล้งรายปี	50
4.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน	51
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพิษพรรณมาตรฐานและปริมาณน้ำฝน	55
บทที่ 5 บทสรุป	56
5.1 สรุป	56
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	57
5.3 ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก	61
ประวัติย่อผู้เขียน	89

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 ค่า Degree of freedom หรือค่า k	17
ตาราง 2.2 การจำแนกช่วงชั้นข้อมูลของสภาพพืชพรรณ	22
ตาราง 2.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	23
ตาราง 3.1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ดาวเทียมเทอร์ราโมดิส	26
ตาราง 4.1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ในปี พ.ศ. 2550	37
ตาราง 4.2 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ในปี พ.ศ. 2553	38
ตาราง 4.3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ในปี พ.ศ. 2555	40
ตาราง 4.4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SVI ในปี พ.ศ. 2550	41
ตาราง 4.5 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SVI ในปี พ.ศ. 2553	42
ตาราง 4.6 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SVI ในปี พ.ศ. 2555	44

สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์	10
ภาพประกอบ 2.2 เส้นโครงแผนที่แบบ UTM	10
ภาพประกอบ 2.3 เขตในระบบพิกัด UTM	11
ภาพประกอบ 2.4 ระบบพิกัด UTM	12
ภาพประกอบ 2.5 ค่าพิกัด UTM บริเวณเขตข้างเคียง	13
ภาพประกอบ 2.6 พื้นที่เขต 47 และ 48 ของประเทศไทย	13
ภาพประกอบ 2.7 ลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตประเภทต่างๆ	15
ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนวิธีดำเนินงาน	24
ภาพประกอบ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งของจังหวัดมหาสารคาม	25
ภาพประกอบ 3.3 ภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราไมดิส ระยะเวลา h27v07 และ h28v07 ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	27
ภาพประกอบ 3.4 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตด้วยโปรแกรม Envi5.0	28
ภาพประกอบ 3.5 พื้นที่ศึกษาจังหวัดมหาสารคาม	29
ภาพประกอบ 3.6 การตรวจสอบข้อมูลของดัชนีผลต่างพืชพรรณ	30
ภาพประกอบ 3.7 การเขียนสมการดัชนีพืชพรรณมาตรฐานใน Band math	31
ภาพประกอบ 3.8 ผลสถิติ : Mahasarakham	32
ภาพประกอบ 3.9 การเขียนสมการหาค่าความน่าจะเป็นดัชนีพืชพรรณมาตรฐานใน Band math	32
ภาพประกอบ 3.10 การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมตามระดับสภาพพืชพรรณ	33
ภาพประกอบ 3.11 ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง (ก) ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2550 (ข) ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 (ค) ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	34
ภาพประกอบ 3.12 การจำแนกช่วงชั้นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมตามระดับสภาพพืชพรรณ	35
ภาพประกอบ 3.13 ตัวอย่างการจำแนกพื้นที่ประมงภัยแล้ง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	35
ภาพประกอบ 3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝน ฤดูร้อนปี พ.ศ. 2555	36
ภาพประกอบ 4.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ปี พ.ศ. 2555 2553 และ 2555	45

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบ 4.2 SVI ร้อยละเชิงพื้นที่จากการจำแนกตามระดับความแห้งแล้ง	46
ภาพประกอบ 4.3 การจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐานระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง ในปี พ.ศ. 2550	47
ภาพประกอบ 4.4 การจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐานระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง ในปี พ.ศ. 2553	48
ภาพประกอบ 4.5 การจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐานระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง ในปี พ.ศ. 2555	49
ภาพประกอบ 4.6 การซ้อนทับข้อมูลภาพเชิงพื้นที่ (ก) ปี พ.ศ. 2550 (ข) ปี พ.ศ. 2553 (ค) ปี พ.ศ. 2555	50
ภาพประกอบ 4.7 การเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน	51
ภาพประกอบ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝน หลายช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2550 (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูร้อน (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูฝน (ค) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูหนาว	52
ภาพประกอบ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝน หลายช่วงเวลาปี พ.ศ. 2553 (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูร้อน (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูฝน (ค) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูหนาว	53
ภาพประกอบ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝน หลายช่วงเวลาปี พ.ศ. 2555 (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูร้อน (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูฝน (ค) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูหนาว	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

ความแห้งแล้งเป็นปัญหาหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย ภัยแล้งที่เกิดขึ้นมีหลายสาเหตุด้วยกัน ทั้งปัญหาปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ และการกระจายของน้ำฝนไม่ทั่วถึง พื้นที่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำเพียงพอ และความสามารถที่จะอุ้มน้ำของดินต่ำ ตลอดจนแหล่งน้ำต่างๆ ที่มีอยู่ตื้นเขิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีดินไม่ใหญ่ หรือป่าไม้ถูกทำลายไปเป็นจำนวนมาก ประชาชนมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากขึ้นทำให้น้ำไหลบ่า หรือน้ำป่าไหลหลากลงสู่ลำน้ำสายหลักต่างๆ และไหลลงทะเล ประกอบกับปริมาณจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นจึงมีส่วนทำให้สภาพแวดล้อมถูกทำลายไป (กรมอุตุฯ วิทยาลัยเกษตร, 2554) อีกทั้งในปัจจุบันสถานการณ์ด้านภัยแล้งทวีความรุนแรง และก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินของประชากรโลกแต่ละปีจำนวนมาก มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดความเสียหายมากยิ่งขึ้น ภัยแล้งส่วนใหญ่ไม่สามารถกำหนดหรือทราบได้ล่วงหน้าว่าเกิดขึ้นที่ใด เมื่อไหร่ มีระดับความรุนแรงมากน้อยเพียงใด การจัดการภัยแล้งในประเทศไทยมีมานาน แต่ไม่มีการจัดระเบียบแบบแผนไว้ล่วงหน้า งานด้านการจัดการภัยแล้งในประเทศไทยได้ดำเนินการจัดตั้งหน่วยงาน และภารกิจต่างๆ เพื่อดำเนินการป้องกันภัยแล้งที่จะเกิดขึ้น โดยมีการวางแผนการจัดการภัยแล้งเพื่อเป็นแนวทางการป้องกันบรรเทา หรือลดอันตรายจากภาวะแห้งแล้งที่อาจจะเกิดขึ้นไว้ล่วงหน้า (สำนักเลขาธิการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน, 2547)

ความแห้งแล้ง คือ ช่วงเวลาที่มีปริมาณของน้ำไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้นๆ ไม่ว่าจะเป็น คน สัตว์ หรือพืชพรรณ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายในทางเศรษฐกิจ ทั้งนี้สภาพความแห้งแล้งจะปรากฏให้เห็นทุกปีโดยเฉพาะฤดูร้อน เริ่มจากเดือนมีนาคม ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นต้นไป ปริมาณฝนจะลดลงตามลำดับ กระทั่งเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคม เมื่อการขาดแคลนน้ำส่งผลกระทบต่อพืชพรรณ ดังนั้น ความแปรปรวนของพืชพรรณภายในพื้นที่ จึงสามารถใช้ในการสะท้อนปริมาณน้ำ และความชื้นผิวดินในพื้นที่ได้เช่นกัน แม้ว่าความแห้งแล้งจะเป็นปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อน แต่สามารถกำหนดได้โดยการใช้การรับรู้จากระยะไกลเพื่อติดตามช่วงที่มีสภาวะอากาศในพื้นที่ที่แห้งผิดปกติ ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ เนื่องจากคุณสมบัติการรับรู้จากระยะไกลที่สามารถติดตามพื้นที่แบบใกล้เคียงเวลาจริงได้ (Near real time) การใช้ดัชนีจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายความถี่ (Multi-frequency) และหลายช่วงเวลา (Multi-temporal) จะทำให้

สามารถเห็นกระบวนการของความแห้งแล้งได้ ด้วยสาเหตุดังกล่าว การศึกษาในครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาความแห้งแล้งเชิงสเปกตรัม จากภาพถ่ายดาวเทียมในหลายช่วงคลื่น และหลายช่วงเวลา โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส (Terra Modis) ซึ่งมีข้อมูลช่วงเวลาการบันทึกภาพทุก 16 วัน ทำให้สามารถแสดงรายละเอียดจากการบันทึกภาพซ้ำได้อย่างต่อเนื่อง (High temporal resolution) และครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษาจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ (ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และคณะ, 2550) ร่วมกับกระบวนการทางการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ศึกษาความแปรปรวนของสภาวะความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในจังหวัดมหาสารคามในเชิงพื้นที่และเชิงเวลาจากดัชนีพืชพรรณมาตรฐานของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิส หลายช่วงเวลา โดยแบ่งเป็นช่วง ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว

1.2.2 ศึกษาวิธีการทางการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล

1.2.3 วิเคราะห์ภัยแล้งด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิส โดยใช้ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน (SVI)

1.2.4 ศึกษาภาวะภัยแล้งเฉพาะในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิส เดือนมกราคม – ธันวาคม ระหว่าง ปี พ.ศ 2550 2553 และ 2555

1.3.2 เปรียบเทียบความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นระหว่าง ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ร่วมกับกระบวนการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล เพื่อวิเคราะห์ความแห้งแล้งของจังหวัดมหาสารคาม

บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

2.1 ปรากฏการณ์ด้านภัยแล้ง

ภัยแล้ง หมายถึง ความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ อันเกิดจากการที่มีฝนน้อยกว่าปกติ หรือฝนไม่ตกตามฤดูกาลเป็นระยะเวลาานานกว่าปกติ และครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้างทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ พืชพันธุ์ไม้ ขาดน้ำ ทำให้ไม่เจริญเติบโตตามปกติ เกิดความเสียหาย และความอดอยาก โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพราะเป็นบริเวณที่ลมตะวันออกเฉียงใต้เข้าไม่ถึง ทำให้เกิดความอดอยากแร้นแค้น ซึ่งหากปีใดที่ไม่มีพายุเคลื่อนผ่านจะก่อให้เกิดความแห้งแล้งรุนแรงมากขึ้น อันเนื่องมาจากฝนทิ้งช่วงยาวนาน โดยภัยแล้งที่เกิดขึ้นทุกปี อยู่ระหว่าง กลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ในช่วงดังกล่าวพืชไร่ที่เพาะปลูกจะขาดน้ำ และได้รับความเสียหาย มนุษย์ และสัตว์ขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ ส่งผลกระทบต่อการค้าวิชาชีพ รวมถึงเศรษฐกิจ และสังคม ทั้งนี้ความรุนแรงจะมาก หรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง และขนาดของพื้นที่ที่มีความรุนแรง เป็นต้น

ภัยแล้งสามารถเกิดขึ้นทุกพื้นที่ โดยจะมีความรุนแรงมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางนิเวศวิทยา และปัจจัยด้านกิจกรรมของมนุษย์

2.1.1 สาเหตุของภัยแล้ง

ภัยแล้งในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม นอกจากปริมาณน้ำฝนแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ระบบการหมุนเวียนของบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของบรรยากาศ และการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศกับน้ำ ดังนั้น การเกิดภัยแล้งจึงไม่ได้เกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงอย่างเดียว โดยสามารถประมวลปัจจัยของการเกิดภัยแล้งได้ดังนี้

1. เนื่องจากสภาวะอากาศในฤดูร้อนที่ร้อนมากกว่าปกติ
2. เนื่องจากการพัดพาของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
3. เนื่องจากความผิดปกติของตำแหน่งร่องมรสุมทำให้ฝนตกในพื้นที่ไม่ต่อเนื่อง
4. เนื่องจากความผิดปกติของพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยน้อยกว่าปกติ
5. เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสมดุลของพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ เช่น การเผาพลาสติก น้ำมัน และ ถ่านหิน ทำให้เกิดคูโหวในชั้นโอโซน

6. เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า เพราะป่าไม่มีอิทธิพลต่อกระแสลม ความชุ่มชื้น ฝน การระเหย น้ำ และน้ำผิวดิน เมื่อต้นไม้ถูกทำลายไป ทำให้ขาดพืชดูดซับน้ำ และดินไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน และในช่วงฤดูแล้งเมื่อไม่มีฝนตกจะเกิดความแห้งแล้งขึ้น

7. เนื่องจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

2.1.2 ผลกระทบของภัยแล้ง

2.1.2.1 ด้านเศรษฐกิจ

- 1) ปัญหาผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ
- 2) ปัญหาระบบอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำได้รับผลกระทบ
- 3) ปัญหาผลกระทบด้านการท่องเที่ยว

2.1.2.2 ด้านสังคม

- 1) ปัญหาขาดแคลนน้ำสะอาดเพื่ออุปโภค บริโภค
- 2) ปัญหาอนามัย และโรคระบาด
- 3) ปัญหาการแย่งชิงน้ำ
- 4) ปัญหาภาวะว่างงานภาคเกษตร และอุตสาหกรรม
- 5) ปัญหาการเคลื่อนย้ายเข้าสู่เมือง เป็นปัญหาสังคมเมือง

2.1.2.3 ด้านสิ่งแวดล้อม

- 1) ปัญหาป่าไม้ ต้นน้ำลำธารเสื่อมโทรม และเกิดไฟป่า
- 2) ปัญหาพื้นดินขาดความชุ่มชื้น และเสื่อมสภาพ
- 3) ปัญหาสัตว์ป่าขาดแคลนน้ำ และอาหาร

2.2 การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

ปัจจุบันมนุษย์สามารถได้ข้อมูลทางด้านทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ เช่น ปริมาณสัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การจัดทำแผนที่ทางธรณีวิทยา การสำรวจทางสมุทรศาสตร์ หรืออุบัติกัม โดยที่ไม่ต้องสำรวจพื้นที่จริง เนื่องจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) คือ การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ที่อาศัยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพาหะในการสื่อสาร

ระบบที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล ได้แก่ระบบ Aster และ Modis

- Aster : Advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer เป็น

ระบบบันทึกข้อมูลเชิงแสงมี 14 แบนด์ ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นจนถึงย่านความร้อน (Thermal emission) มีความละเอียดภาพ 15, 30 และ 90 m แนวนบันทึกข้อมูลกว้าง 60 m สามารถปรับมุมสำหรับบันทึกข้อมูลได้ ซึ่งเอื้อประโยชน์ในการทำภาพสามมิติเพื่อการสำรวจทรัพยากร

- Modis : Moderate resolution imaging spectroradiometer ได้รับการพัฒนามาจากระบบ Avhrr (Advanced very high resolution radiometer) ที่ติดตั้งบนดาวเทียม NOAA Modis บันทึกข้อมูลทุกตารางนิ้วบนพื้นโลกทุก 1-2 วัน มีแนวถ่ายภาพกว้าง 2330 km สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่างกัน 36 ช่วงคลื่น (ระหว่าง 0.4-1.4 μm) มีความละเอียดภาพตั้งแต่ 250 ถึง 1000 m ระบบ Modis สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบนบก และในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมโลก รายละเอียดด้านคุณลักษณะของดาวเทียมเทอร์ราโมดิสแสดงดังตาราง ผ.1 และ ผ.2

2.2.1 การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล

การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล คือ การศึกษาพื้นผิวโลกด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากอวกาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลข่าวสารพื้นผิวโลก ด้วยอุปกรณ์บันทึกข้อมูลบนดาวเทียม การสำรวจข้อมูลระยะไกล อาศัยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพาหะในการสื่อสาร การบันทึกข้อมูลด้วยภาพถ่าย หรือ เทปบันทึกแถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อได้ข้อมูล 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น รูปร่างสัญญาณ และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของสิ่งต่างๆ บนผิวโลก นำไปวิเคราะห์ด้วยสายตา หรือคอมพิวเตอร์ จะได้ข้อมูลในลักษณะที่แท้จริงของทรัพยากรในพื้นที่ หรือบริเวณที่ศึกษา สำหรับองค์ประกอบที่สำคัญของการสำรวจระยะไกล ทั้งทางธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น คือ คลื่นพลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์ตั้งแต่ช่วงความยาวคลื่นสั้นที่สุด คือ รังสีเหนือม่วง ถึงความยาวคลื่นยาวที่สุด คือ รังสีใต้แดง และรังสีความร้อน เมื่อพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์มาถึงผิวโลกจะเกิดอันตรกิริยา (Interaction) 3 ลักษณะ คือ การสะท้อนพลังงาน การดูดกลืนพลังงาน และการส่งผ่านพลังงาน อุปกรณ์บันทึกข้อมูลบนดาวเทียมจะส่งภาพถ่ายสีขาวดำ ที่ถูกบันทึกไว้มายังสถานีภาคพื้นดินด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

กระบวนการของการรับรู้ระยะไกลแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก

2.2.1.1 การรับข้อมูล (Data acquisition) เป็นกระบวนการได้มาซึ่งข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

- แหล่งพลังงาน (Source) ที่ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยต้นกำเนิดของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ามาจาก 2 แหล่ง คือ พลังงานธรรมชาติ ได้แก่พลังงานจากดวงอาทิตย์ และการแผ่พลังงานความร้อนจากโลก และพลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้น

- อันตรกิริยา ของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ากับชั้นบรรยากาศ และพื้นผิวโลก ทำให้การสะท้อนพลังงานของวัตถุแต่ละชนิดกับความยาวคลื่นมีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ซึ่งสามารถนำมาตีความ และจำแนกวัตถุ โดยสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลก แบ่งออกได้เป็นกลุ่มใหญ่ 3 ประเภท คือ กลุ่มน้ำ กลุ่มพืช และกลุ่มดิน - แร่ธาตุ

- เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ (Sensor) เป็นเครื่องมือตรวจวัดพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนจากพื้นผิวของวัตถุ หลังจากมีอันตรกิริยากับผิวโลก และชั้นของบรรยากาศ

2.2.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) ประกอบด้วยการแปลภาพด้วยสายตา และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเริ่มทำการศึกษาจากแหล่งข้อมูลอ้างอิง เช่น แผนที่ภาคพื้นดิน สถิติของการปลูกพืช หรือข้อมูลจากภาคสนาม โดยจะทำการรวบรวมข้อมูล และจัดทำในรูปแบบของแผนที่ ตาราง หรือไฟล์ข้อมูลในคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งกระบวนการออกเป็น 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

- การปรับแก้ภาพ (Image correction) เป็นวิธีการปรับปรุงข้อมูลให้มีความเหมาะสม ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป เช่น การปรับแก้เชิงรังสี การปรับแก้เชิงเรขาคณิต เป็นต้น

- การเน้นภาพ (Image enhancement) เป็นวิธีการเน้นรายละเอียดของภาพ เพื่อให้สามารถประมวลผลด้วยสายตาได้ดีขึ้น เป็นการเน้นในเชิงคุณภาพ โดยไม่เน้นการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ หรือการจำแนกประเภท วิธีการเน้นภาพมีหลายวิธี เช่น การยืด หรือกระจายข้อมูลภาพ การกรองข้อมูลภาพ การทำภาพสีผสม การคำนวณระหว่างช่วงคลื่น และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

- การจำแนกประเภทข้อมูล (Image classification) คือ วิธีการแบ่งจุดภาพที่มีคุณสมบัติของการสะท้อนคล้ายกันออกเป็นกลุ่ม หรือประเภท เพื่อแบ่งแยกวัตถุต่างๆ ในภาพออกจากกัน

2.2.2 ภาพถ่ายจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

2.2.2.1 การผลิตภาพ

ภาพที่ได้รับจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร มีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพธรรมดา กล่าวคือ ข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นตัวเลข และสามารถนำมาผลิตภาพขาวดำ รวมถึงภาพสีผสม ซึ่งจะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้มีความถูกต้องมากขึ้น และสามารถบันทึกภาพได้หลายคลื่นทั้งที่สายตามนุษย์มองเห็น และมองไม่เห็น ทำให้แยกวัตถุต่างๆ บนผิวโลกได้อย่างชัดเจน

2.2.2.2 การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรได้รวดเร็วทันเหตุการณ์

ภาพถ่ายที่ส่งจากดาวเทียมบันทึก ณ ตำแหน่งบริเวณเดิม ทำให้สามารถเปรียบเทียบ ติดตามการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรได้เป็นอย่างดี เช่น การศึกษาการบุกรุกป่า ศึกษาสภาพแหล่งน้ำขนาดเล็ก ศึกษาการคมนาคม ศึกษาการเกิดไฟฟ้าป่า เป็นต้น

2.2.2.3 ภาพที่ได้จากดาวเทียม

ภาพถ่ายจากดาวเทียม มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง บันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น ทั้งช่วงคลื่นที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า และช่วงคลื่นนอกเหนือสายตามนุษย์ ทำให้แยกวัตถุบนผิวโลกได้อย่างชัดเจน ภาพถ่ายดาวเทียมให้ได้รายละเอียดหลายระดับ มีผลดีในการใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย

2.2.3 วิธีการโคจร

การโคจรของดาวเทียม (Orbit) ที่ลอยอยู่เหนือพื้นดินนอกโลก อาจจะมีโคจรแบบรอบเส้นศูนย์สูตรของโลก (Equator line) หรือขึ้นลงในแนวเหนือใต้ของขั้วโลกขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ของดาวเทียม ดังนั้น จึงสามารถแบ่งลักษณะการโคจรออกได้เป็น 2 แบบ คือ

2.2.3.1 แบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun synchronous orbit) การโคจรแบบนี้ดาวเทียมจะโคจรในแนวเหนือและใต้ของขั้วโลก โดยอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 830 km ส่วนใหญ่เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

2.2.3.2 แบบสัมพันธ์กับพื้นดิน (Geostationary orbit) การโคจรลักษณะนี้ดาวเทียมจะโคจรรอบเส้นศูนย์สูตร และหมุนรอบโลกเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเอง ดังนั้น จึงเสมือนดาวเทียมอยู่ประจำที่ โดยอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,800 km โดยทั่วไปจะเป็นดาวเทียมสื่อสาร หรือดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

2.2.4 ประโยชน์ของภาพถ่ายดาวเทียม

2.2.4.1 ป่าไม้ ศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้โดยเฉพาะป่าต้นน้ำลำธาร สำรวจพื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์ และป่าเสื่อมโทรม ศึกษาไฟป่า หาพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก สร้างสวนป่าแทนบริเวณที่ถูกบุกรุก

2.2.4.2 การเกษตร ศึกษาหาพื้นที่เพาะปลูกของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น สวนยางพารา อ้อย สับปะรด ข้าวโพด ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงบริเวณเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ตลอดจนการกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพทางการเกษตร

2.2.4.3 การใช้ที่ดิน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินว่าเป็นไปในรูปแบบใด เช่น การเกษตร เหมือนแร่ การก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัย การสร้างสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ จัดทำแผนที่แสดงขอบเขตการใช้ที่ดินแต่ละประเภทซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วตามฤดูกาล สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

2.2.4.4 ธรณีวิทยาการ จัดทำแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา และธรณีโครงสร้างของประเทศซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนในการพัฒนาประเทศด้านอื่นๆ เช่น การหาแหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ แหล่งน้ำบาดาล การสร้างเขื่อน เป็นต้น

2.2.4.5 อุทกวิทยาศึกษาแหล่งน้ำ บนดิน และได้ผิวดิน ซึ่งรวมไปถึงแหล่งปริมาณคุณภาพการไหล การหมุนเวียนตลอดจนองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับน้ำ การติดตามประเมินผลการบำรุงรักษา ระบบการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทาน

2.2.4.6 การประมงสำรวจทรัพยากรน้ำ และปริมาณทรัพยากรที่อยู่ในน้ำ รวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับการไหลเวียนของน้ำในแม่น้ำ ตะกอนในแม่น้ำ และคุณภาพของน้ำ

2.2.4.7 ภาพอุตุนิยมวิทยาจากดาวเทียม ช่วยในการติดตาม และประเมินผลเสียหายเบื้องต้นเกี่ยวกับอุบัติเหตุ ทำให้ทราบขอบเขตบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถใช้ในการวางแผนการช่วยเหลือ และฟื้นฟูต่อไป

2.2.4.8 การทำแผนที่ภาพจากดาวเทียม เป็นภาพที่ทันสมัยสามารถนำไปแก้ไขแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนใหญ่ 1:50,000 ได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้องเป็นที่ยอมรับ ทำให้ทราบลักษณะภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลงไป ตลอดจนเส้นทางคมนาคม หรือสิ่งก่อสร้างขึ้นใหม่ ทำให้ได้แผนที่ที่ทันสมัย ทำให้การวางแผนที่รวดเร็ว และถูกต้องยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ดาวเทียมช่วยหาพิกัด ภูมิศาสตร์ ละติจูด และลองจิจูดบนผิวโลก

2.3 ระบบพิกัด (Zone)

เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง หรือบอกตำแหน่งพื้นโลกจากแผนที่ มีลักษณะเป็นตารางโครงข่ายที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงสองชุดที่ถูกกำหนดให้วางตัวในแนวเหนือ - ใต้ และ แนวตะวันออก - ตะวันตก ตามแนวของจุดศูนย์กำเนิด (Origin) ที่กำหนดขึ้น ค่าพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่ง จะใช้ค่าของหน่วยที่นับออกจากจุดศูนย์กำเนิดเป็นระยะเชิงมุม (Degree) หรือเป็นระยะทาง (Distance) ไปทางเหนือ หรือใต้ และตะวันออก หรือตะวันตก ตามตำแหน่งที่ต้องการหาค่าพิกัดที่กำหนดตำแหน่ง โดยถูกอ้างอิงเป็นตัวเลขในแนวตั้ง และแนวนอนตามหน่วยวัด

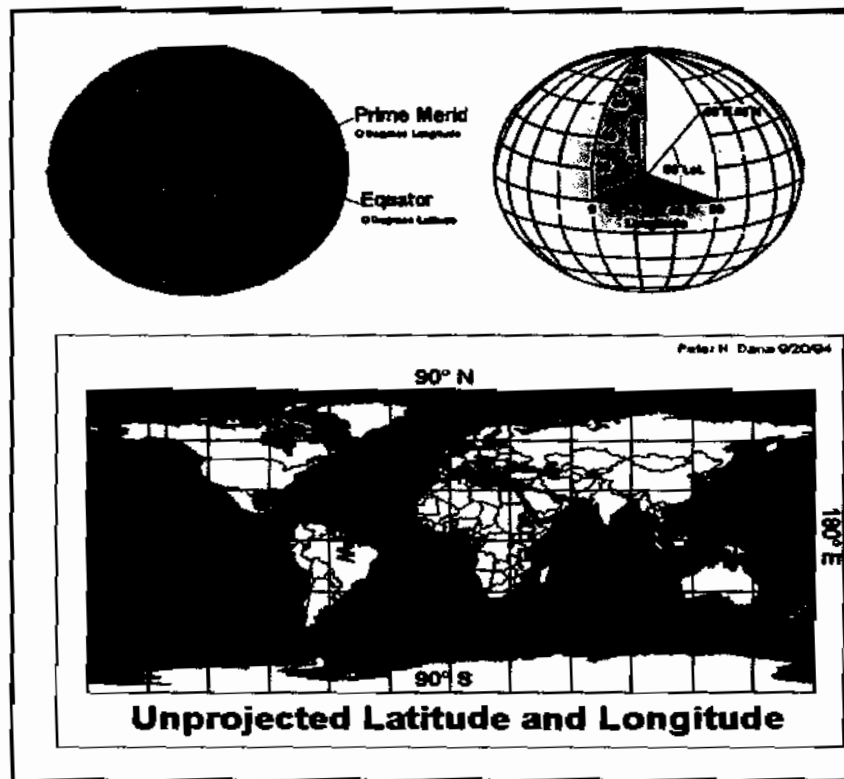
ระยะ สำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ที่นิยมใช้กับแผนที่ในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ

2.3.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system)

เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลกด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด และลองจิจูด ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิดของละติจูด และลองจิจูดที่กำหนดขึ้น สำหรับศูนย์กำเนิดของละติจูด (Origin of latitude) กำหนดขึ้นจากแนวระดับที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลก และตั้งฉากกับแกนหมุน เรียกแนวระนาบศูนย์กำเนิดว่า เส้นศูนย์สูตร ซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือ และซีกโลกใต้ การใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่ง โดยกำหนดเรียกค่าวัดเป็น องศา ลิปดาฟิลิปดา และบอกซีกโลกเหนือ หรือใต้กำกับไว้ ส่วนศูนย์กำเนิดของลองจิจูด (Origin of longitude) นั้น กำหนดขึ้นจากแนวระนาบทางตั้งที่ผ่านแกนหมุนของโลก ตรงบริเวณตำแหน่งบนพื้นโลก ที่ผ่านหอสังเกตการณ์ดาราศาสตร์เมืองกรีนิชประเทศอังกฤษ เรียกเส้นศูนย์กำเนิดนี้ว่า เส้นเมริเดียนแรก (Prime meridian) เป็นเส้นที่แบ่งโลกออกเป็นซีกโลกตะวันตก และซีกโลกตะวันออก ค่าระยะเชิงมุมของลองจิจูดเป็นค่าที่วัดมุมออกไปทางตะวันตก และตะวันออกของเส้นเมริเดียนแรก วัดจากศูนย์กลางของโลก ตามแนวระนาบที่มีเส้นเมริเดียนแรกเป็นฐานกำเนิดมุม ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่เส้นเมริเดียนตรงข้ามกับ เส้นเมริเดียนแรก ซึ่งแบ่งมุมแต่ละซีกโลกออกเป็น 180 องศา การใช้ค่าอ้างอิงบอกตำแหน่ง ใช้เรียกกำหนดเช่นเดียวกับละติจูด แตกต่างกันที่ต้องบอกเป็นซีกโลกตะวันตก หรือซีกโลกตะวันออก เช่น ลองจิจูดที่ 90 องศา 20 ลิปดา 45 ฟิลิปดาตะวันตก ดังภาพประกอบ 2.1

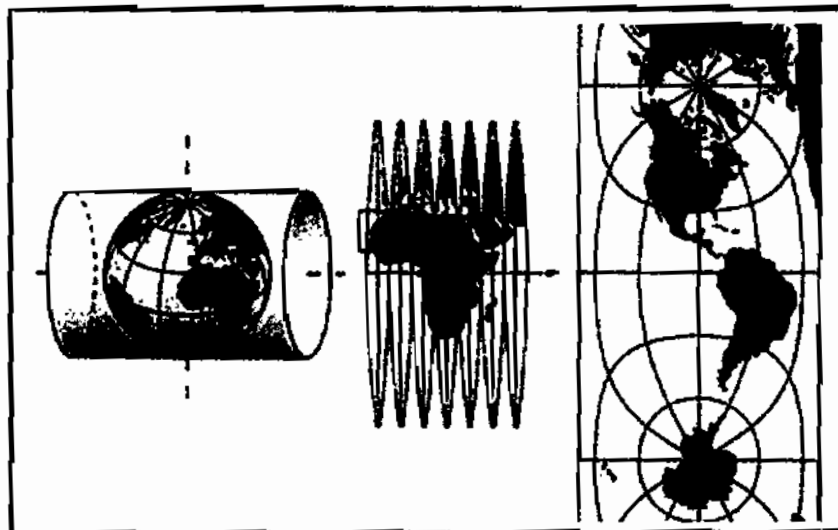
2.3.2 ระบบพิกัดแบบ UTM

เป็นระบบที่ปรับมาจากระบบเส้นโครงแผนที่ระบบพิกัดแบบ UTM ดังภาพประกอบ 2.2 เพื่อเป็นการรักษารูปร่าง โดยใช้ทรงกระบอกตัดลูกโลกระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ – 80 องศาใต้ โดยมีรัศมีทรงกระบอกสั้นกว่ารัศมีลูกโลก ผิวทรงกระบอกจะผ่านเข้าไปตามแนวเมริเดียนของเขต 2 แนว คือ ตัดเข้า ตัดออก เรียกลักษณะนี้ว่า เส้นตัด (Secant) ทำให้ความถูกต้องมีมากขึ้นโดยเฉพาะบริเวณสองข้างเมริเดียนกลาง ระบบพิกัดชนิดนี้กองทัพของสหรัฐอเมริกาได้นำมาใช้ในปี ค.ศ. 1946 เพื่อให้ได้แผนที่ที่มีความละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้น ระบบนี้ได้มาจากการฉายแผนที่แบบคงทิศทาง รักษารูปร่าง และมีข้อกำหนดในรายละเอียดต่างๆ ให้ถือเป็นเกณฑ์มาตรฐานเพื่อใช้งานครอบคลุมได้ทั่วโลก กำหนดให้ใช้หน่วยวัดระยะทางเป็นเมตร



ภาพประกอบ 2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์

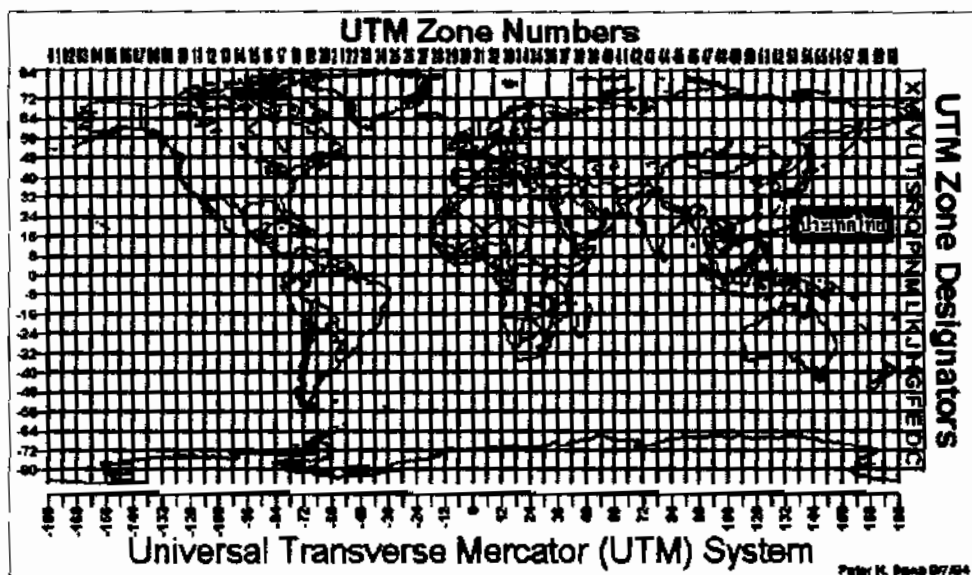
ที่มา: <http://narisorngeo29.blogspot.com/2012/06/geographic-coordinate-system.html>



ภาพประกอบ 2.2 เส้นโครงแผนที่ระบบพิกัดแบบ UTM

ที่มา: <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/en/home/topics/survey/sys/refsys/projections.html>

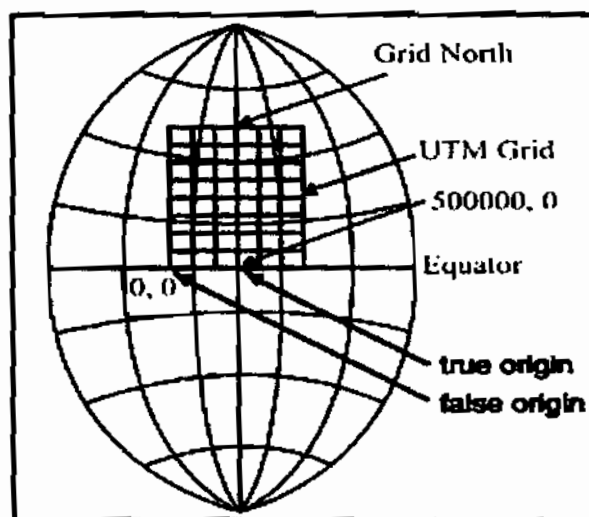
ระบบพิกัด UTM ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายทั้งในกิจการทหาร และกิจการพลเรือน สำหรับประเทศไทย รัฐบาลไทย และรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ตกลงทำแผนที่ภายในประเทศ เมื่อ ปี พ.ศ. 2493 โดยใช้ระบบเส้นโครงแผนที่ระบบพิกัดแบบ UTM พื้นที่ของโลกระหว่างละติจูด 80 องศาใต้ ถึงละติจูด 84 องศาเหนือ พื้นผิวโลกในระบบพิกัดแบบ UTM ถูกแบ่งออกเป็นเขต เขตละ 6 องศา รวมเป็น 60 เขต ตามแนวลองจิจูด โดยมีหมายเลขกำกับเขต ตั้งแต่ 1 ถึง 60 ตามลำดับ โดยเขตที่ 1 อยู่ระหว่างลองจิจูด 180 องศาตะวันตก ถึง 174 องศาตะวันตก เขตที่ 2 อยู่ถัดไปทางด้านตะวันออก ตามลำดับ จนถึงเขตที่ 60 ซึ่งอยู่ระหว่างลองจิจูด 174 องศาตะวันออก ถึง 180 องศาตะวันออก และประชิดกับเขตที่ 1 ในแต่ละเขตจะมีเมอริเดียนกลาง (Central meridian) พื้นที่ในแต่ละเขตจะถูกแบ่งย่อยให้เป็นขอบเขตสี่เหลี่ยม โดยแนวเส้นขนานละติจูดช่วงละ 8 องศา เริ่มจากเส้นขนานละติจูด 80 องศาใต้ ผ่านเส้นระนาบศูนย์สูตรไปจนถึงเส้นขนานละติจูด 72 องศาเหนือ และจากเส้นขนานละติจูด 72 - 84 องศาเหนือ แบ่งออกเป็นช่องละ 12 องศา รวมทั้งหมดแบ่งได้ 20 ช่อง พื้นที่สี่เหลี่ยมเหล่านี้เรียกว่าเขตกริด ซึ่งมีทั้งหมด 1,200 เขต การแบ่งวิธีนี้ทำให้เกิดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเขตกริดขนาด 6 องศา x 8 องศา ยกเว้นช่วงระหว่างเส้นขนานละติจูด 72 - 84 องศาเหนือ มีขนาดเขตกริดเท่ากับ 6 องศา x 12 องศา เมื่อแบ่งเสร็จกำหนดอักษรโรมันกำกับไว้ตั้งแต่ C ถึง X (ยกเว้น I กับ O) โดยเริ่มกำหนดอักษร C ตั้งแต่เขตของละติจูด 80 องศาใต้



ภาพประกอบ 2.3 เขตในระบบพิกัด UTM

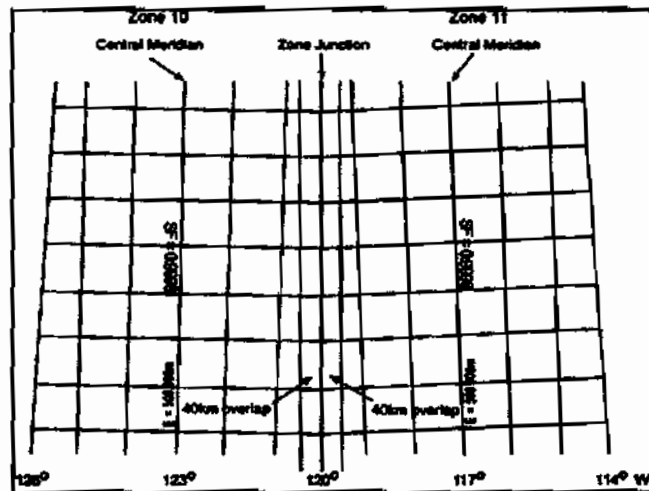
ที่มา: <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/coordsys/gif/utmzones.gif>

การแบ่งตารางเขตกริดเหล่านี้จะมีเลขอักษรประจำเขตของกริด (UTM Grid zone destination) โดยการอ่านหมายเลขไปทางขวาอ่านขึ้น เช่น "47Q" หมายถึง เลขกำกับเขตในแนวตั้งที่ 47 และอักษรกำกับเขตในแนวนอนที่ Q สำหรับอักษร A, B และ Y, Z ใช้สำหรับกำกับในยูนิเวอร์ซัลโพลาร์สเตอริโอกราฟิก (Universal polar stereographic: UPS) บริเวณขั้วโลกทั้งสองข้าง ประเทศไทยอยู่ในเขตที่ 47 (96 °E- 102 °E) และ 48 (102 °E-108 °E) มีอักษรประจำเขตเป็น 47N, 47P, 47Q, 48N, 48P และ 48Q ดังภาพประกอบ 2.3 ระบบพิกัด UTM ใช้หน่วยระยะทางเป็นเมตร โดยในแต่ละเขตเส้นเมริเดียนกลางตัดกับเส้นระนาบศูนย์สูตรเป็นมุมฉาก ณ จุดตัดนี้เรียกว่า จุดกำเนิดเขตของระบบพิกัด UTM ทิศทางที่ขนานกับแนวเมริเดียนกลาง และชี้ขึ้นไปทางทิศเหนือ เรียกว่า ทิศเหนือกริด มีการกำหนดค่าพิกัดตะวันออกให้เส้นเมริเดียนกลางเป็น 500,000 m (Easting 500,000 m) ห่างจากจุดกำเนิดสมมติ (False origin) และกำหนดให้พิกัดเหนือสำหรับเส้นระนาบศูนย์สูตรไว้เป็น 2 กรณีสําหรับซีกโลกเหนือให้มีค่าเป็น 0 (Northing 0 m) ห่างจากเส้นระนาบศูนย์สูตร ส่วนบริเวณใต้เส้นระนาบศูนย์สูตรมีค่าเป็น 10,000,000 m (Northing 10,000,000 m) ห่างจากจุดกำเนิดสมมติ ดังนั้นจุดศูนย์กำเนิดเขตของระบบพิกัด UTM จึงมีค่าพิกัดเป็น E 500,000 m; N 0 m สำหรับการใช้งานในซีกโลกเหนือ และ E 500,000 m; N 10,000,000 m สำหรับซีกโลกใต้ ดังภาพประกอบ 2.4 นอกจากนี้ขอบเขตการใช้ค่าพิกัด UTM สามารถเหลื่อมเข้าไปในเขตข้างเคียงได้เป็นระยะทางกว้าง 40 km เพื่อความสะดวกในการใช้งานบริเวณขอบเขต ดังภาพประกอบ 2.5



ภาพประกอบ 2.4 ระบบพิกัด UTM

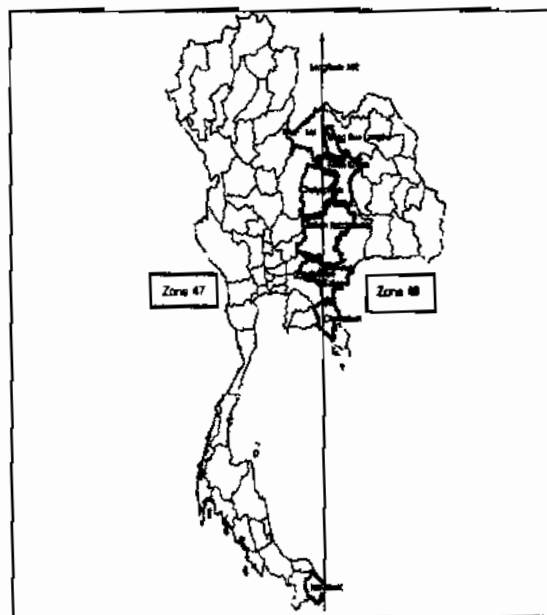
ที่มา: <http://instruct.uwo.ca/earth-sci/350y-001/acadimages/utm2.jp>



ภาพประกอบ 2.5 ค่าพิกัด UTM บริเวณเขตข้างเคียง

ที่มา: <http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map%20projections/body.htm>

ประเทศไทยอยู่ในเขตที่ 47 (96°E - 102°E) และ 48 (102°E - 108°E) ดังภาพประกอบ 2.6 จังหวัดที่อยู่ในเขต 48 ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น จันทบุรี ชัยภูมิ ตราด นครพนม นครราชสีมา นครราชสีมา บุรีรัมย์ ปราจีนบุรี มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สระแก้ว สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู อำนาจเจริญ อุดรธานี อุบลราชธานี จังหวัดนอกจากที่กล่าวมาจะอยู่ในเขต 47



ภาพประกอบ 2.6 พื้นที่เขต 47 และ 48 ของประเทศไทย

2.4 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียม

การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของภาพถ่ายดาวเทียมทางเรขาคณิต เป็นการแก้ไขความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่เกิดขึ้นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อให้ได้ภาพที่มีความถูกต้อง ตรงกับข้อเท็จจริง หรือความเป็นจริงบนพื้นผิวโลก เพราะภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จะมีการบิดเบี้ยวไปจากความจริงของลักษณะภูมิประเทศ

2.4.1 ลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

โดยปกติแล้วสาเหตุของความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังภาพประกอบ 2.7

2.4.1.1 Nonsystematic distortions

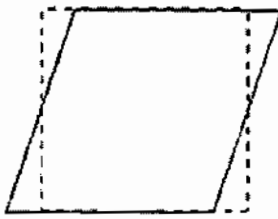
ความผิดพลาดชนิดนี้จะเกิดขึ้นไม่แน่นอน ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด จะทำให้เกิดความบิดเบือนของข้อมูล เช่น ความผิดพลาดสืบเนื่องมาจากดาวเทียม คือ การทรงตัว และความสูงของดาวเทียม (Altitude and attitude) จะทำให้เกิดความบิดเบือนของข้อมูลหลายลักษณะเช่น Pitch หรือ Yaw เป็นต้น โดยจะทำให้ตำแหน่งของจุดภาพบนข้อมูลดาวเทียมคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งบนพื้นผิวโลก อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของดาวเทียม (Spacecraft velocity) ที่ไม่คงที่ จะทำให้ข้อมูลบิดเบือนไปในทิศทางเดียวกับแนวโคจรของดาวเทียมรวมทั้งความผิดพลาดที่เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก (Earth rotation)

2.4.1.2 Systematic distortions

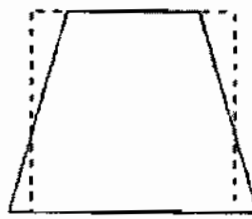
ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดาวเทียมประเภทนี้เกิดขึ้นสม่ำเสมอและมีค่าคงที่ สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ เช่น ความเร็วไม่คงที่ของกระจกกวาดรับข้อมูล (Mirror velocity variation) ที่เกิดจากขณะเริ่มต้น และสิ้นสุดของการกวาดรับข้อมูลแต่ละบรรทัดไม่เท่ากัน หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความเอียงของอุปกรณ์กวาดรับข้อมูล (Scan skew) ขณะที่อุปกรณ์กำลังทำการกวาดรับข้อมูล ทำให้จุดภาพทางด้านซ้ายของภาพรับจำนวนข้อมูลพื้นที่น้อยกว่าจุดภาพทางด้านขวาภาพที่ได้จะเกิดการบิด

นอกจากนี้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตยังเกิดจากสาเหตุอื่นๆ ได้อีก เช่น ความโค้งของผิวโลก หรือแนวโคจรของดาวเทียม

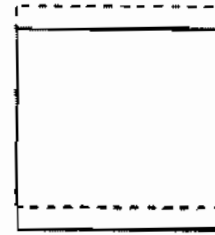
ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวดาวเทียม



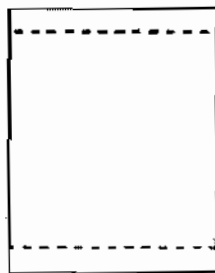
การหมุนของโลก



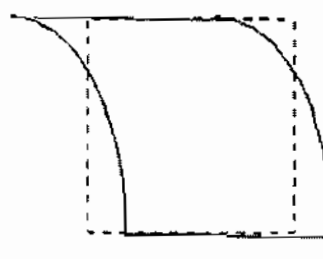
การเปลี่ยนระดับโคจร



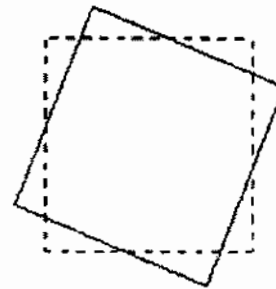
การโคลงตั้ง



ความเร็วดาวเทียม

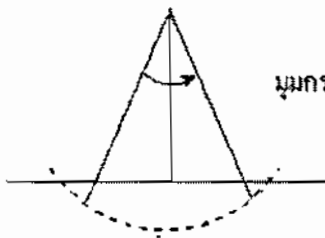


การหมุน

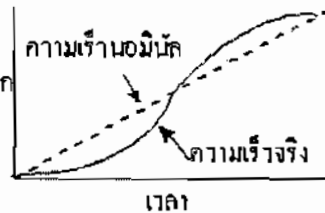


การส่าย

ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอุปกรณ์สำรวจ



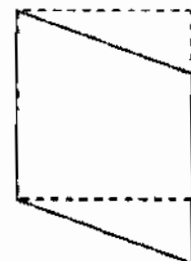
มุมกระจัด



ความเร็วที่บันทึก

ความเร็วจริง

เวลา



ความคลาดเคลื่อนตามแนวกวาด

ความคลาดเคลื่อนจากความเร็วกระจัด

การบิดของแนวกวาด

ภาพประกอบ 2.7 ลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตประเภทต่างๆ (กันยา ทิษยากร, 2536)

2.4.2 ขั้นตอนการแก้ไขความคลาดเคลื่อนของภาพเชิงเรขาคณิต

การแก้ไขทางเรขาคณิต สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ System correction เป็นการแก้ไขเพียงบางส่วน เช่น การปรับแก้ภาพให้เอียงเพื่อสอดคล้องกับแนวการกวาดภาพ ซึ่งสถานีรับสัญญาณจะจัดการแก้ไขปรับภาพเบื้องต้น ได้แก่ การแก้ไขความแม่นยำ ซึ่งอ้างอิงกับมาตรฐานซึ่งเป็นที่ยอมรับ โดยทั่วไปจะให้แผนที่ภูมิประเทศที่มีพิกัดเป็นระบบ UTM ในมาตราส่วน 1:50,000 โดยเลือกจุดพิกัดควบคุมทางภาคพื้นดิน หรือที่เรียกว่า GCPs (Ground control points) ที่เห็นเด่นชัดทั้งบนภาพดาวเทียม และแผนที่ภูมิประเทศ ค่าพิกัดของ GCPs เหล่านี้จะช่วยในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่า

พิกัดบนแผนที่ภูมิประเทศ และค่าพิกัดบนภาพ (Line-pixel coordination) สำหรับใช้ในการปรับแก้ภาพดาวเทียมให้มีความถูกต้องทางเรขาคณิต มีขั้นตอนหลักดังนี้

2.4.2.1 การเลือกจุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์

การกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูลภาพ เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ของระบบพิกัด ระหว่างข้อมูลภาพที่ไม่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Ungeocoded image) กับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ของภาพอ้างอิง (Reference image) เพื่อให้ระบบพิกัดของข้อมูลที่ต้องการปรับแก้ถูกเปลี่ยนให้เป็นระบบพิกัดใหม่ตามระบบพิกัดของข้อมูลอ้างอิง ข้อมูลภาพที่ไม่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์อาจเป็นข้อมูลภาพที่ถูกนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยเครื่องกวาดภาพ (Scanner) เช่น ภาพแผนที่ภูมิประเทศ (Scanned topography map) ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photograph) หรืออาจจะเป็นข้อมูลจากดาวเทียมในระบบพิกัดภาพ (Image coordinate system) เป็นต้น สำหรับข้อมูลอ้างอิงจะเป็นข้อมูลภาพที่มีการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Rectified image) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพที่มีการอ้างอิงกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geocoded image)

ความถูกต้องของกระบวนการกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์จะขึ้นอยู่กับจำนวน และการกระจายของจุดควบคุมภาคพื้นดิน GCPs หรือจุดอ้างอิง (Reference points) ซึ่งเป็นจุดที่ตำแหน่งใดในข้อมูลภาพที่เห็นปรากฏได้ชัดเจน และสามารถทราบตำแหน่งพิกัดที่แท้จริงบนพื้นโลก จุดพิกัดควบคุมทางภาคพื้นดินที่ดีส่วนใหญ่ต้องเป็นจุดที่มีความคงที่ของรูปร่าง สังกะสีได้ง่าย และชัดเจน เช่น จุดตัดของวัตถุต่างๆ (สี่แยกถนนตัดกัน สะพานข้ามแม่น้ำ หรือสะพานข้ามทางรถไฟ) มุมของวัตถุ หรือวัตถุที่มีมุมแหลม (แปลงที่ดิน มุมของอาคาร) เป็นต้น (จรัญธร บุญญาภาพ, 2546)

จุด GCPs ควรจะมีจำนวนเพียงพอ และกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ของภาพ เพื่อควบคุมการแปลงพิกัด (Transformation) ให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ นอกจากนี้ตำแหน่งของจุด GCPs ควรจะครอบคลุมทั่วบริเวณของภาพรวมถึงบริเวณมุมของภาพ สำหรับจำนวนจุดพิกัด GCPs ในขบวนการแก้ไขความคลาดเคลื่อนนี้จะขึ้นอยู่กับรูปแบบการแปลงพิกัดจากสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อการแปลงข้อมูลภาพ (เมตริกในการแปลงค่าพิกัด) ดังตาราง 2.1

โดยรูปแบบในการแปลงค่าพิกัดที่ใช้ทั่วไปมีดังนี้

- Helmert เป็นรูปแบบของสมการเส้นตรง ใช้ปรับแก้ภาพที่เกิดความคลาดเคลื่อนทางแกน X และ Y หรือภาพที่มีการหมุน

- Affine or 1st - order polynomial เป็นรูปแบบของสมการเส้นตรง (Linear model) จะใช้

ปรับแก้ภาพดาวเทียมที่มีความผิดพลาดในลักษณะเกิดการหมุน การส่าย หรือมีมาตราส่วนคลาดเคลื่อน

- Polynomial equation เป็นรูปแบบของสมการแบบจำลองไม่เชิงเส้นแบบพหุนาม ซึ่งมีค่าอนุพันธ์ (Orders) หลายระดับ ให้สามารถเลือกใช้อย่างเหมาะสม โดยปกติจะใช้อนุพันธ์ตั้งแต่อนุพันธ์อันดับที่ 2 จนถึงอนุพันธ์อันดับที่ 5

ตาราง 2.1 ค่า Degree of freedom หรือค่า k (จำนวนจุด GCPs ที่ใช้ในแต่ละรูปแบบสมการแปลงพิกัด)

รูปแบบสมการ (model)	ค่า k (จำนวนจุด GCPs)
Helmert	2
Affine or 1 st - order polynomial	3
2 nd order	6
3 rd order	10
4 th order	15
5 th order	21

1) เทคนิคในการกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูลภาพ แบ่งเป็น 2 วิธี คือ (จรัณธร บุญญาภาพ, 2546)

- การกำหนดระบบพิกัดระหว่างภาพกับภาพ (Image to image)

การให้ค่าพิกัดโดยวิธีนี้เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ของระบบพิกัดของข้อมูลภาพ 2 ภาพ หรือมากกว่า ระหว่างข้อมูลภาพที่ไม่มีระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลภาพในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลอ้างอิง เพื่อเปลี่ยนข้อมูลที่ไม่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้เป็นระบบพิกัดใหม่ตามระบบพิกัดของข้อมูลอ้างอิง โดยกำหนดจุด GCPs จากตำแหน่งของวัตถุที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในข้อมูลภาพทั้งสอง หรือหลายภาพ ตัวอย่างของวิธีการนี้ เช่น การใช้ภาพข้อมูลระยะไกล (Remotely sensed image) ศึกษาข้อมูลในพื้นที่เดียวกันแบบหลายช่วงเวลา

- การกำหนดระบบพิกัดระหว่างภาพกับแผนที่ (Image to map)

เทคนิคนี้เป็นการกำหนดจุด GCPs ให้กับข้อมูลภาพที่ต้องการให้ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์โดยอ้างอิงจากข้อมูลเชิงเส้นที่มี (Existing vector data) หรือข้อมูลจากระบบกำหนดพิกัดพื้นโลกด้วยสัญญาณดาวเทียม GPS (Global positioning system) นอกจากนี้ก็วิธีหนึ่ง คือ ใช้แผนที่ภูมิประเทศ หรือแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic map) ที่มีระบบพิกัดภูมิศาสตร์เป็นระบบ UTM เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง

2.4.2.2 การแปลงค่าพิกัด (Coordinate transformation)

การแปลงค่าพิกัดระหว่างภาพดาวเทียม และบนภูมิประเทศให้มีความถูกต้อง และใกล้เคียงความเป็นจริง สำหรับการนำไปใช้ในการทำงานได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังทำให้ภาพดาวเทียมมีการวางตัวที่ถูกต้อง และสัมพันธ์กับพื้นที่บริเวณ

2.4.2.3 การสุ่มตัวอย่างซ้ำ (Resampling)

การสุ่มตัวอย่างซ้ำ เป็นกระบวนการปรับแก้ค่าระดับสีเทา หรือเป็นการสร้างข้อมูลภาพใหม่ หลังจากการแก้ไขตำแหน่งของข้อมูลดาวเทียม ขนาด และตำแหน่งของจุดภาพ จะเปลี่ยนแปลงไป จึงต้องปรับค่าระดับสีเทาของข้อมูลใหม่ โดยการคำนวณ และสร้างจุดภาพขึ้นใหม่ตามจำนวนจุดภาพที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้ได้ค่าระดับสีเทาที่สอดคล้องกับตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลง วิธีการสุ่มตัวอย่างซ้ำ หรือการสร้างจุดภาพใหม่ขนาดของจุดภาพ (Pixel size) ใหม่อาจจะมีความเท่าเดิม หรือมีการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ขึ้นกับการกำหนดของผู้ใช้ สำหรับการแทนค่าตัวเลขลงในจุดภาพใหม่ มี 3 วิธีคือ

1) Nearest neighbor substitution เป็นวิธีแทนด้วยค่าระดับสีเทาของจุดภาพเดิมที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดภาพที่ทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำ วิธีนี้ง่าย และใช้เวลาในการคำนวณน้อย

2) Bilinear interpolation เป็นการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นคู่ โดยการสมมติให้ค่าความต่างระหว่างจุดภาพเดิม 4 จุดภาพ

3) Cubic convolution เป็นวิธีที่ซับซ้อนให้ภาพที่มีลักษณะเนื้อภาพคมชัดขึ้น และใช้เวลาในการประมวลผลนานกว่า 2 วิธีแรก จะใช้ค่าระดับสีเทาของจุดภาพที่อยู่ใกล้ชิดกับจุดภาพที่จะทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำ จำนวน 9 หรือ 16 จุดภาพในการคำนวณค่าใหม่ วิธีนี้จะสร้างความสัมพันธ์ในลักษณะโพลีโนเมียลระดับสูง (มากกว่า 1st order)

การดำเนินการในลักษณะนี้ข้อมูลจะได้ระบบการกรอง หรือเฉลี่ยให้เรียบขึ้นตามปริมาณจุดภาพเดิมที่ใช้ ซึ่งในกรณีที่ผู้ใช้จะต้องทำการปรับภาพให้คมชัด (Sharp) อาจจะเลือกใช้วิธี Nearest neighbor substitution จากนั้นทำการปรับภาพ ให้เรียบด้วยซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย

สะดวก และใช้เวลาประมวลผลน้อย สำหรับวิธี Bilinear interpolation ภาพใหม่ที่ได้จะมีเนื้อภาพเรียบ (Smooth) แต่จะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าวิธี Nearest neighbor substitution ในขณะที่วิธี Cubic convolution จะให้ภาพที่คมชัดขึ้น อย่างไรก็ตาม ในการที่จะเลือกรูปวิธีการสร้างจุดภาพใหม่ด้วยวิธีใดขึ้นกับการพิจารณาของผู้ใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

2.5 การแทรกข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติ

การแทรกข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติ ทำโดยการเลือกจุดภาพที่ใกล้ที่สุด โดยสุ่มความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตขึ้นมา ข้อดีของการคำนวณวิธีนี้คือ ไม่ต้องใช้ค่าในการเฉลี่ยของจุดภาพ ดังนั้น ค่าของการสะท้อนแสงในแต่ละจุดภาพจะไม่ขาดหายไป ซึ่งทำให้สามารถที่จะพิจารณาในเรื่องของ ชนิดของพืชพรรณ และสามารถที่จะตัดสินใจถึงความแตกต่างของน้ำ และอุณหภูมิน้ำ เมื่อทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำ ทำให้สามารถที่จะนำไปทำขบวนการจัดประเภทได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด และใช้เวลาน้อยที่สุด ข้อเสียคือ เมื่อทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำจากข้อมูลภาพที่มีจุดภาพขนาดใหญ่ให้เป็นข้อมูลภาพที่มีขนาดเล็กลง ทำให้เกิดขั้นบันไดขึ้น ข้อมูลค่าต่างๆ ของข้อมูลจะขาดหายไป เมื่อทำการซ้อนทับถนน และแม่น้ำ จะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นของแม่น้ำ และถนนขึ้น

2.6 การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล (Digital image processing)

ขบวนการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล เป็นการประมวลผลข้อมูลจึงเป็นการประมวลผลภาพแบบตัวเลข ซึ่งกระทำโดยนำค่าตัวเลข มาผ่านปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำให้ได้ภาพที่เห็นได้ชัด และง่ายต่อการแปล หรือใช้ในการแปลภาพ โดยการใช้สมการคณิตศาสตร์เพื่อปรับเน้นข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูลให้แสดงความชัดเจนในสิ่งที่ต้องการศึกษามากยิ่งขึ้น เช่น ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation index: VI) และที่นิยมใช้ในการเน้นข้อมูลพืชพรรณ หรือป่าไม้ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น ดัชนีผลต่างพืชพรรณ ซึ่งใช้การคำนวณผลต่างระหว่างช่วงคลื่นแสงสีแดง (ช่วงคลื่นความถี่ระหว่าง 0.63 ถึง 0.69 μm) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (ช่วงคลื่นความถี่ระหว่าง 0.7 ถึง 1.3 μm) ถูกเสนอขึ้นโดย (Kriegler, 1969) แสดงในสมการที่ 2.1

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} \quad (2.1)$$

โดย NIR = เปอร์เซ็นต์การสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ช่วงคลื่นความถี่ระหว่าง 0.7-1.3 μm

RED = เปอร์เซ็นต์การสะท้อนในช่วงคลื่นสีแดงที่ตามองเห็น ช่วงคลื่นความถี่ระหว่าง 0.63-0.69 μm

ทั้งนี้ค่าของ NDVI จะอยู่ในช่วง -1 ถึง +1 (Gibson and Power, 2000)

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

2.7 การคำนวณค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-score)

คะแนน หรือการวัดในรูปแบบต่างๆ ไป ค่าคะแนนที่ได้จะใช้สัญลักษณ์ X กับ μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ ค่าคะแนนที่เก็บรวบรวมมาได้โดยทั่วไปจะเรียกว่า คะแนนดิบ เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนของคะแนน กับค่าเฉลี่ย, $\sigma = X - \mu$ ซึ่งค่า σ จะเรียกว่าคะแนนเบี่ยงเบน (Deviation score) และมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ ถ้าหารคะแนนเบี่ยงเบนด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะเรียกว่าคะแนนมาตรฐาน Z-score แสดงโดยใช้สัญลักษณ์ Z แสดงในสมการที่ 2.2

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (2.2)$$

โดย X = คะแนนดิบ

μ = ค่าเฉลี่ย

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คะแนนมาตรฐานนี้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1

ดัชนีนี้เป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้ในการติดตามพื้นที่แห้งแล้ง โดยใช้การสะท้อนความความนำจะเป็นของสภาพพืชพรรณในหลายช่วงเวลา คือ ดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน โดยอ้างอิงจากรายงานของปีเตอร์ และคณะ (Peter et al. 2002) โดยใช้ข้อมูล NDVI ในแต่ละจุดภาพในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา และในแต่ละปีที่ทำการศึกษาทำการหาค่ามาตรฐาน ด้วยการนำค่าคะแนนมาตรฐาน เพื่อวัดความเบี่ยงเบนของค่า NDVI ในเดือนที่ต้องการว่ามีความแตกต่างจากค่ามาตรฐานในช่วงเดือนเดียวกัน ในช่วงระยะเวลาหลายปีในทิศทางใด โดยค่าที่เป็นค่าบวก ค่าในปีนั้นสูงกว่าค่ามาตรฐาน แต่ถ้าค่าเป็นลบ แสดงว่าในปีนั้นมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน คำนวณค่าคะแนนมาตรฐานได้ตามสมการที่ 2.3 และนำค่า

คะแนนที่ได้มาหาค่าความน่าจะเป็นดังสมการที่ 2.4 ซึ่งจะได้ค่า SVI ที่จะสะท้อนความน่าจะเป็นของสภาพพืชพรรณที่ปรากฏขึ้นในจุดภาพ

$$Z_{ijk} = \frac{NDVI_{ijk} - \overline{NDVI_{ij}}}{\sigma_{ij}} \quad (2.3)$$

โดยที่ Z_{ijk} = ค่าคะแนนมาตรฐานในจุดภาพที่ i เดือนที่ j และปีที่ k
 $\overline{NDVI_{ij}}$ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในจุดภาพที่ i ในช่วงเดือนที่ j ณ จุดภาพนั้นๆ
 $NDVI_{ijk}$ = ค่า NDVI ในจุดภาพที่ i ในช่วงเดือนที่ j ในปี k
 σ_{ij} = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดภาพที่ i และเดือนที่ j

ค่า Z_{ijk} เป็นค่าสมมติฐานเพื่อให้สอดคล้องกับการแจกแจงปกติมาตรฐานซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานจากทุกจุดภาพในแต่ละช่วงฤดูกาลจากปี พ.ศ 2550 2553 และ 2555 โดยค่าความน่าจะเป็นของดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ของค่าคะแนนมาตรฐานจากค่า NDVI เพื่อสะท้อนความน่าจะเป็นของสภาวะสภาพของพืชพรรณที่น่าจะเกิดขึ้น แสดงดังสมการที่ 2.4

$$SVI = \frac{(Z_{ijk} - Z_{ijMIN})}{Z_{ijMAX} - Z_{ijMIN}} \quad (2.4)$$

โดยที่ Z_{ijk} = ค่า Z ในจุดภาพที่ i เดือนที่ j ในปี k
 Z_{ijMAX} = ค่า Z มากที่สุดในจุดภาพที่ i เดือน j
 Z_{ijMIN} = ค่า Z น้อยที่สุดในจุดภาพที่ i เดือน j

ความน่าจะเป็นของจุดภาพแสดงเป็นดัชนี SVI เป็นการประมาณค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นของสภาพพืชพรรณในปัจจุบันจากสภาพพืชพรรณในอดีต ค่าของ SVI จะมีค่าอยู่ในช่วงมากกว่าศูนย์แต่น้อยกว่าหนึ่ง ($0 < SVI < 1$) ศูนย์ คือ เป็นค่าคะแนนมาตรฐานต่ำที่สุดของค่า NDVI ในจุดภาพที่อยู่ในช่วงเวลาสามปี ได้แก่ พ.ศ 2550 2553 และ 2555 สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้จำแนกระดับความแห้งแล้งจากค่า SVI โดยสามารถจำแนกเป็น 5 ระดับ โดยอ้างอิงจากรายงานของปีเตอร์ และคณะ (Peter et al, 2002) โดยค่าของ SVI แต่ละจุดภาพจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 1 โดยสามารถจำแนกช่วงชั้นของสภาพพืชพรรณได้ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 การจำแนกช่วงชั้นข้อมูลของสภาพพืชพรรณ

ระดับความแห้งแล้งของ SVI	เปอร์เซ็นต์การสะท้อนคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อผ่านขบวนการ SVI	สภาพพืชพรรณ
1.00 – 0.95	96.0% - 100%	พืชพรรณสูงมาก
0.95 – 0.75	76.0% - 95.0%	พืชพรรณสูง
0.75 – 0.25	26.0% - 75.0%	พืชพรรณปานกลาง
0.25 – 0.05	6.0% - 25.0%	พืชพรรณต่ำ
0.05 – 0.00	0% - 5.0%	พืชพรรณต่ำสุด

2.8 การวิเคราะห์ความถดถอยและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Simple correlation and regression analysis)

2.8.1 การวิเคราะห์ความถดถอย (Regression analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยเป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตัวหนึ่ง (Y) จากตัวแปรอื่นๆ (X) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ โดยจะต้องมีการกำหนด หรือทราบค่าตัวแปรอื่นๆ

การหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y ชั้นแรกจะนำข้อมูลของตัวแปรทั้งสองมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ เรียกกราฟนี้ว่า แผนภาพกระจาย (Scatteing) จากแผนภาพกระจายที่ได้ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองอาจอยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น เส้นตรง พาราโบลา เอ็กซีโปเนนเชียล เป็นต้น แต่ในที่นี้จะศึกษาเฉพาะความสัมพันธ์ของ X และ Y ที่อยู่ในรูปเชิงเส้นตรงเท่านั้น และเรียกว่าการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis)

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้นตรงสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปสมการถดถอยเชิงเส้นดังสมการที่ 2.5

$$\hat{Y} = a + bX_1 \quad (2.5)$$

โดยที่ X_1 = ตัวแปรอิสระ (Independent variable)
 \hat{Y} = ตัวแปรตาม (Dependent variable)
 a = ระยะห่างจากจุดกำเนิดถึงจุดตัดบนแกน \hat{Y} (Y-intercept) หรือคือค่าของ

\hat{Y} เมื่อ X_j มีค่าเป็นศูนย์

b = ความชัน (Slope) ของเส้นตรง เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ \hat{Y} เมื่อ X_j เปลี่ยนไป 1 หน่วย เรียก b ว่า สัมประสิทธิ์ความถดถอย (Regression coefficient) โดยที่ค่าของ b อาจมีค่าเป็น บวก ลบ หรือศูนย์

2.8.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation analysis) คำนวณจากการใช้ฟังก์ชัน CORREL ซึ่งเป็นฟังก์ชันการคำนวณค่าทางสถิติใน Microsoft excel โดยทั่วไปนิยมใช้สัญลักษณ์ R แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง (โดยอาจใช้สัญลักษณ์ C, W หรืออื่นๆ)

การบอกระดับ หรือขนาดของความสัมพันธ์ จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ สำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ดังนี้ (Hinkle et al, 1998) ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่า R	ระดับของความสัมพันธ์
0.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.70 - 0.90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50 - 0.70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30 - 0.50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00 - 0.30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

เครื่องหมาย + , - หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ โดยที่

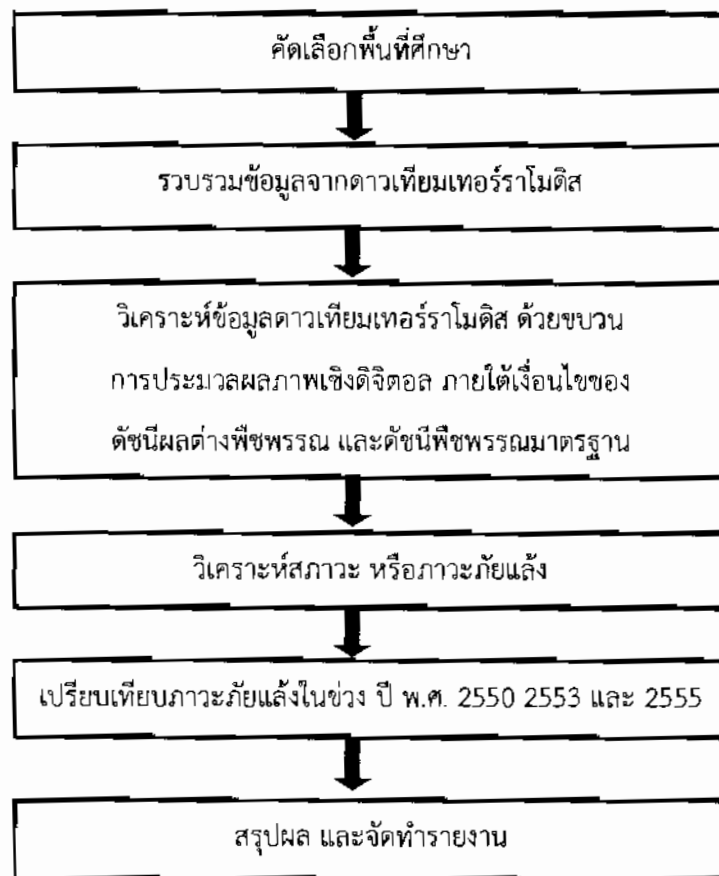
R มีเครื่องหมาย + หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน (ตัวแปร X_j มีค่าสูง ตัวแปร \hat{Y} จะมีค่าสูง)

R มีเครื่องหมาย - หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางผกผัน (ตัวแปร X_j มีค่าสูง ตัวแปร \hat{Y} จะมีค่าต่ำ)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย โดยแสดงรายละเอียดตามภาพประกอบ 3.1 ได้ดังนี้

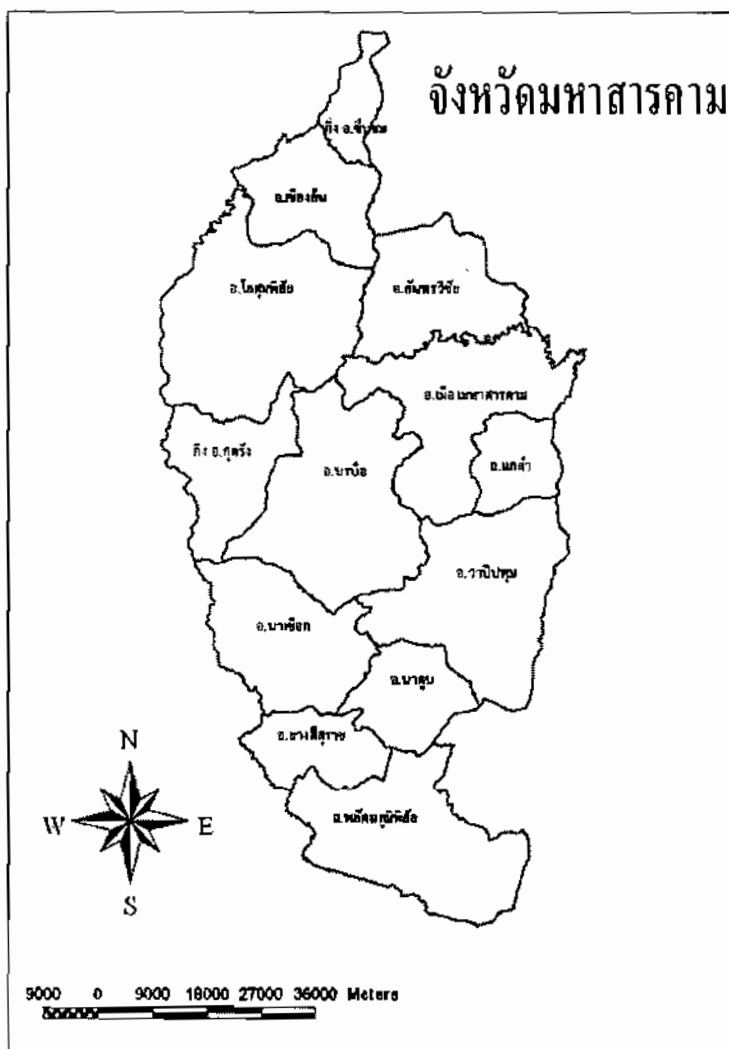


ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนวิธีดำเนินงาน

3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

พื้นที่จังหวัดมหาสารคามถูกเลือกให้เป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 3.2 โดยจังหวัดมหาสารคามตั้งอยู่ตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างละติจูด 15 องศา 25 ลิปดา และ 16 องศา 40 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด 102 องศา 50 ลิปดา และ 103 องศา 30 ลิปดา

มีพื้นที่ 5,558.7984 sqkm มีระยะทางห่างจากกรุงเทพฯ ทางรถยนต์ 470 km อาณาเขตติดต่อกับจังหวัดต่างๆ ดังนี้ ทิศเหนือมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดขอนแก่น และจังหวัดกาฬสินธุ์ ทิศใต้มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดบุรีรัมย์ ทิศตะวันออกมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดกาฬสินธุ์ และทิศตะวันตกมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดขอนแก่น และจังหวัดบุรีรัมย์



ภาพประกอบ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งของจังหวัดมหาสารคาม

3.2 การรวบรวมข้อมูลจากดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

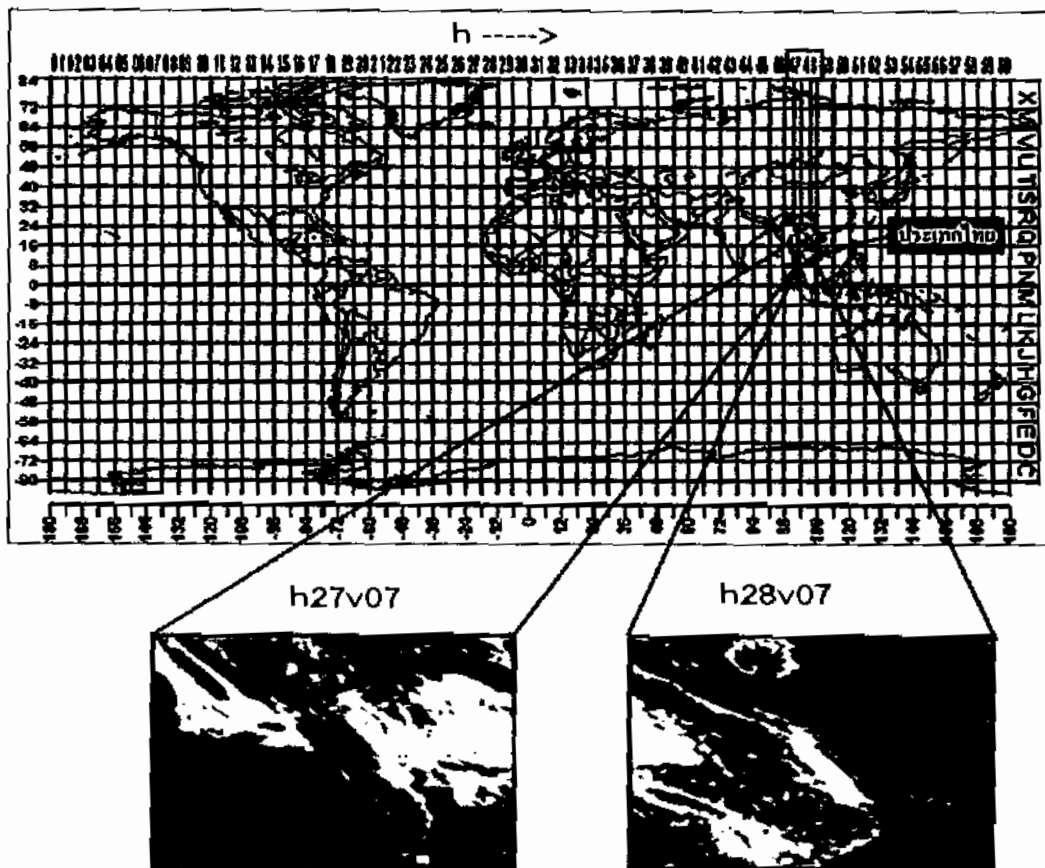
การประเมินพื้นที่แหล่งแก๊สภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยดัชนีพืชพรรณมาตรฐานจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลในการศึกษาดังนี้

3.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

ดาวเทียมเทอร์ราโมดิสถูกออกแบบมาเพื่อติดตาม และตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมีความกว้างของ swath ประมาณ 2,330 km ความละเอียดเชิงพื้นที่มีตั้งแต่ 250 ถึง 1000 m มีระบบการบันทึกข้อมูล 36 ช่วงคลื่น และการบันทึกข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั่วทั้งโลกได้ภายใน 2 วัน ดังนั้น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิส จึงเหมาะสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ในการศึกษาได้ใช้ชุดผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 เป็นชุดข้อมูลดัชนีผลต่างพืชพรรณ ดังตาราง 3.1 โดยทำการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 3 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 โดยที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งออกเป็น 2 ระวัง คือ ระวังที่ h27v07 กับ h28v07 ดังภาพประกอบ 3.3 ดังนั้นต้องทำการ Mosaic image เพื่อต่อภาพทั้งสองระวังเข้าด้วยกัน เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จากนั้นทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต โดยใช้พิกัดอ้างอิงในระบบ WGS 84/UTM Zone 48N โดยประเมินค่าของจุดภาพ ด้วยวิธีการแทรกข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติ จากนั้นทำการตัดภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ขอบเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตัดภาพถ่ายดาวเทียมเป็นพื้นที่ศึกษาจังหวัดมหาสารคามด้วยขบวนการ Subset pixel

ตาราง 3.1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

รายการ	ผลิตภัณฑ์ Modis
ชุดผลิตภัณฑ์	MOD13Q1
ชื่อผลิตภัณฑ์	Vegetation indices 16-Day L3 Global 250m
ข้อมูลที่ใช้จากผลิตภัณฑ์	Normalized difference vegetation Index :NDVI
ความแยกชัดเชิงพื้นที่	250 m
ระยะเวลาการได้มาซึ่งข้อมูล	ข้อมูล NDVI ราย 16 วัน
ระวังชุดข้อมูล	มี 2 ระวัง ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา คือ h27v07 และ h28v07
ช่วงเวลาชุดข้อมูล	มกราคม - ธันวาคม ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555



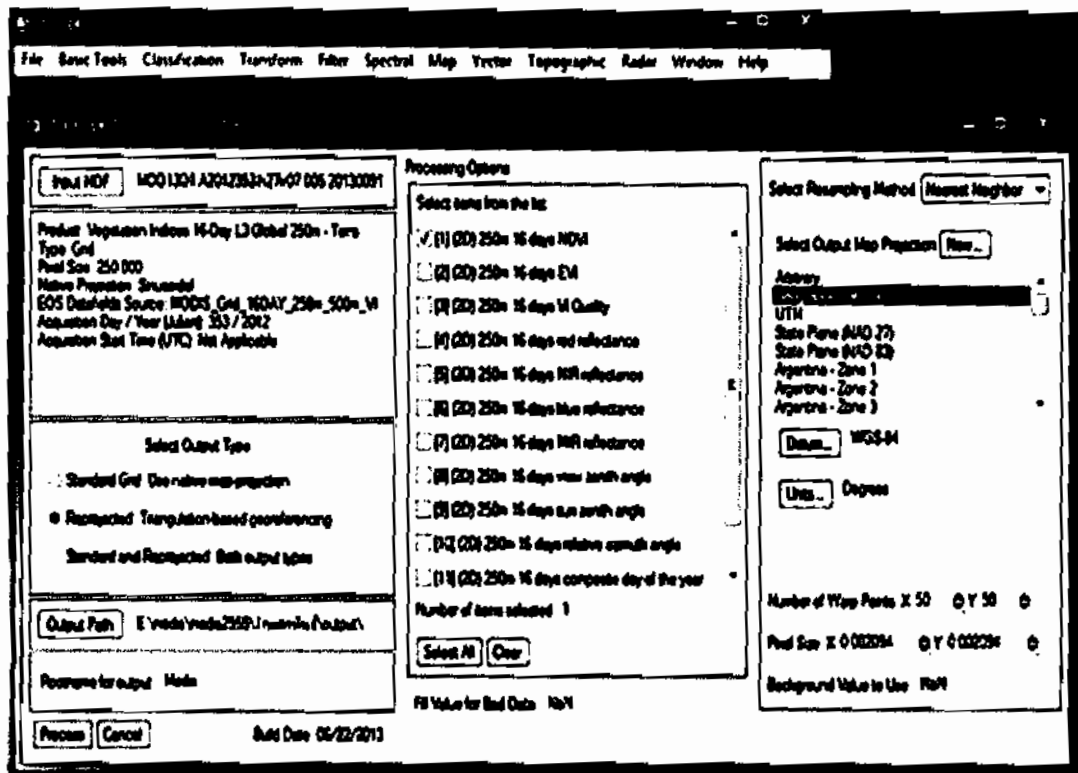
ภาพประกอบ 3.3 ภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ระหว่าง h27v07 และ h28v07
ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ด้วยขบวนการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัลภายใต้เงื่อนไขของดัชนีผลต่างพีชพรรณ และดัชนีพีชพรรณมาตรฐาน

3.3.1 ขั้นตอนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทางเรขาคณิต ด้วยโปรแกรม Envi5.0

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้มานั้นมีความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ อันมีสาเหตุมาจากการโคจรของดาวเทียม ผู้ศึกษาจึงทำการปรับแก้ความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่เกิดขึ้นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อให้ได้ภาพที่ถูกต้องตรงกับข้อเท็จจริง หรือความเป็นจริงบนพื้นผิวโลก (ในระบบพิกัด WGS 84/UTM Zone 48N) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จะมีความบิดเบี้ยวไปจากลักษณะของภูมิประเทศจริง ดังภาพประกอบ 3.4 ในการปรับแก้ทางเรขาคณิต มีวิธีการดำเนินการดังนี้

เปิดโปรแกรม Envi5.0 > File > Open external file > Eos > Modis conversion toolkit > Input HDF > Reprojected: triangulation-based georeferencing > (2D) 250 m 16 days NDMI > Geographic Lat/Lon > Output path > ตั้งชื่อไฟล์ > Process



ภาพประกอบ 3.4 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยโปรแกรม Envi5.0

3.3.2 ขั้นตอนการตัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ในบางครั้งข้อมูลที่ได้มามีขนาดใหญ่ครอบคลุมเป็นพื้นที่กว้างขวาง จึงต้องตัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเฉพาะพื้นที่ที่ทำการศึกษ ซึ่งจะทำให้ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าว รวมถึงทำให้การประมวลผลรวดเร็วขึ้น โดยการตัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ศึกษาจังหวัดมหาสารคาม แสดงดังภาพประกอบ 3.5 การตัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มีวิธีการดำเนินการดังนี้

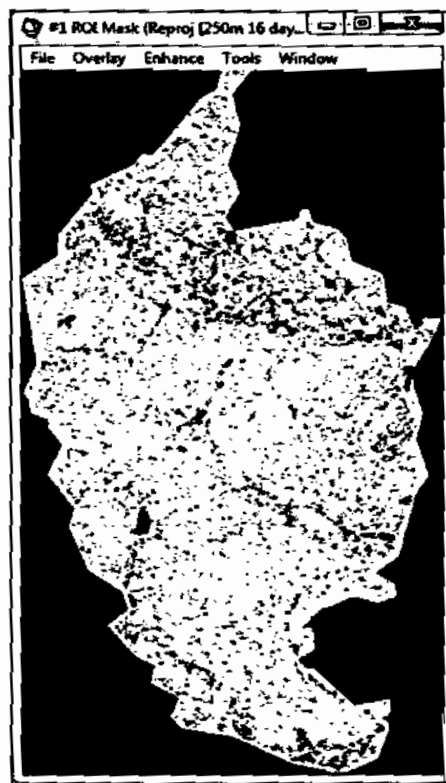
3.3.2.1 เปิดโปรแกรม Envi5.0 > เปิดภาพที่ปรับแก้ทางเรขาคณิต > File > Open vector file > เลือกไฟล์เวกเตอร์ Mahasarakham > จะปรากฏหน้าต่าง Available vectors list เลือก Layer: Mahasarakham.shp > Load selected > Display #1 > ok

3.3.2.2 ไปที่หน้าต่าง #1 scroll > คลิกขวาบนภาพ > ROI tool > จะปรากฏหน้าต่าง ROI tool > ROI type > Polygon > ไปที่หน้าต่าง #1 scroll > ตัดภาพ > File > Save ROIs > Save>ok

3.3.2.3 ที่หน้าต่าง Vector parameters > File > Export active layer to ROIs > เลือก Convert all records of an EVF layer to one ROI > ok

3.3.2.4 ไปที่หน้าต่าง ROI tool > File > Export ROIs to shapefile > คลิกที่ All points as one record > Save > ok

3.3.2.5 ไปที่หน้าต่าง Repro > Overlay > Vector > ไปที่ Basic tool > Subset Data via ROIs > เลือก > Choose > Save



ภาพประกอบ 3.5 พื้นที่ศึกษาจังหวัดมหาสารคาม

3.3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลของดัชนีผลต่างพืชพรรณเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ

การวิเคราะห์ดัชนีผลต่างพืชพรรณ สามารถวิเคราะห์ได้จาก การคำนวณข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในช่วงคลื่นแสงสีแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรด โดยวิธีการคำนวณหาดัชนีผลต่างพืชพรรณ สามารถเขียน

สมการที่ 2.1 $((\text{float}(b1)-(b2))/(\text{float}(b1)+(b2)))$ ใน Band math ภาพประกอบ 3.6 แสดงการตรวจสอบข้อมูลดัชนีผลต่างพีชพรรณ มีวิธีการดำเนินการดังนี้

3.3.3.1 ไปที่โปรแกรม Envi5.0 > Open image file > เปิดภาพพื้นที่ศึกษา > Load Band

3.3.3.2 ไปที่หน้าต่าง Scrool > คลิกขวาเลือก Quick stats > จะปรากฏหน้าต่าง Statistics results: Mahasarakham

Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev
Band 1	-0.260000	0.743780	0.197963	0.170113

Histogram	DN	Npts	Total	Percent	Acc Pct
Band 1	-0.260000	2	2	0.0011	0.0011
	-0.194299	0	2	0.0000	0.0011
	-0.192598	2	4	0.0021	0.0032
	-0.188898	3	7	0.0036	0.0068
	-0.185197	2	9	0.0051	0.0119
	-0.181496	3	12	0.0066	0.0185

ภาพประกอบ 3.6 การตรวจสอบข้อมูลของดัชนีผลต่างพีชพรรณ

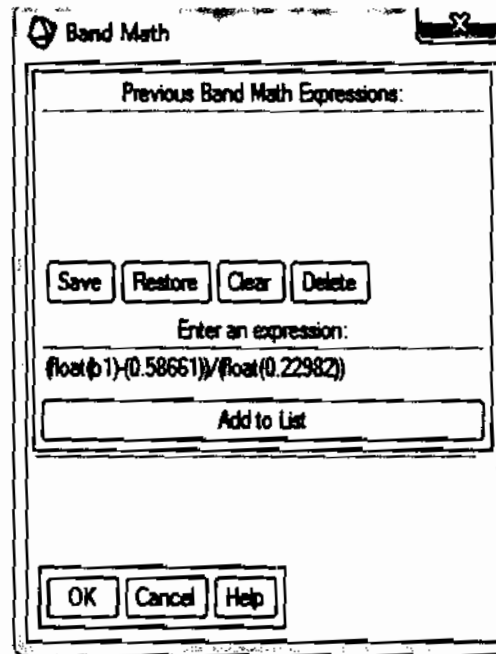
3.3.4 การหา ดัชนีพีชพรรณมาตรฐาน ในโปรแกรม Envi5.0 โดยวิธีคำนวณโดยใช้สมการใน Band math

การคำนวณดัชนีพีชพรรณมาตรฐาน เป็นการหาค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยในหน่วยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากดัชนีผลต่างพีชพรรณของแต่ละจุดภาพในแต่ละช่วง สามารถเขียนสมการที่ 2.3 $(\text{float}(b1)-\text{Mean})/(\text{float}(\text{Stdev}))$ ใน Band math ภาพประกอบ 3.7 โดยการเขียนสมการดัชนีพีชพรรณมาตรฐานใน Band math มีวิธีการดำเนินการดังนี้

3.3.4.1 เปิดโปรแกรม Envi5.0 > Open image file พื้นที่ศึกษา > Quick stats > จะปรากฏหน้าต่าง Statistics results: Mahasarakham

3.3.4.2 เลือก Basic tools > Band math > ใช้สมการที่ 2.3 (float (b1)-Mean)/(float (Stdev)) > Add to list > ok

3.3.4.3 แทน b1 เป็นภาพดัชนีผลต่างพีชพรรณ วัน เดือน ปี ที่นำมาคำนวณของพื้นที่ศึกษา

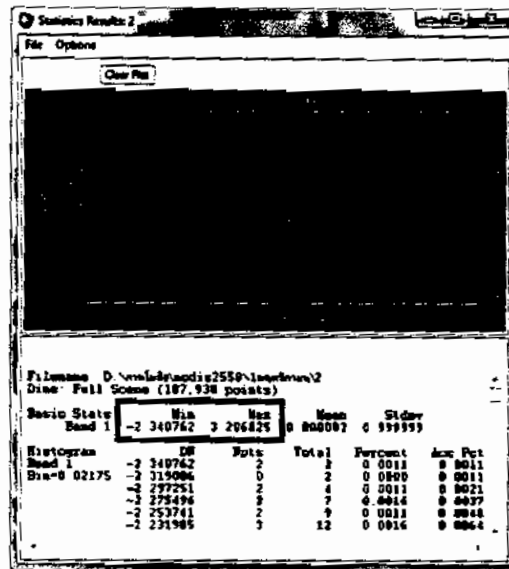


ภาพประกอบ 3.7 การเขียนสมการดัชนีพีชพรรณมาตรฐานใน Band math

3.3.5 การทำ Normalized ในโปรแกรม Envi5.0 โดยคำนวณด้วยสมการใน Band math

ในคำนวณหาค่าดัชนีพีชพรรณมาตรฐาน เป็นการนำข้อมูลคะแนนมาตรฐานในแต่ละเดือน และปีที่วิเคราะห์ได้ มาวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นในแต่ละจุดภาพ โดยวิธีการคำนวณหาความน่าจะเป็นสามารถเขียนสมการที่ 2.4 $(\text{float}(b1)-(\text{Min})) / (\text{float}(\text{Max})-(\text{Min}))$ ใน Band math ภาพประกอบ 3.9 โดยการทำให้ Normalized มีวิธีการดำเนินการดังนี้

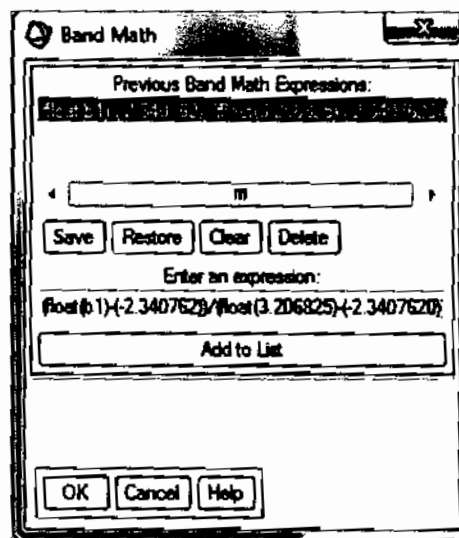
3.3.5.1 เปิดโปรแกรม Envi5.0 > Open image file พื้นที่ศึกษาที่คำนวณในสมการที่ 3 > คลิกขวาที่ภาพเลือก Quick stats > จะปรากฏหน้าต่าง Statistics results: Mahasarakham ดังภาพประกอบ 3.8



ภาพประกอบ 3.8 ผลสถิติ: Mahasarakham

3.3.5.2 Basic tools > Band math > เขียนสมการ $(\text{float}(b1)-(\text{Min})) / (\text{float}(\text{Max}) - (\text{Min}))$ > Add to list > ok

3.3.5.3 โดยที่ b1 แทนด้วยภาพที่คำนวณจากสมการ 3



ภาพประกอบ 3.9 การเขียนสมการหาค่าความน่าจะเป็นดัชนีพีชพรรณมาตรฐานใน Band math

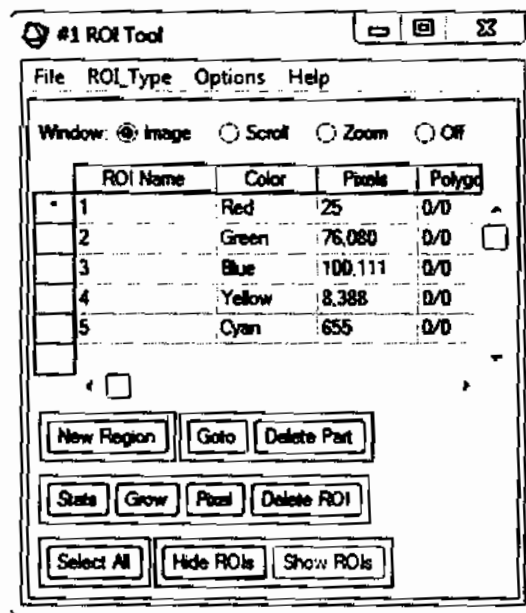
3.3.6 ขั้นตอนการจำแนกช่วงชั้นของดัชนีพีชพรรณมาตรฐาน

เนื่องจากค่าดัชนีพีชพรรณมาตรฐาน จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 1 (Peter et al, 2002) ทำให้สามารถจำแนกช่วงชั้นของสภาพพีชพรรณได้ ดังตาราง 2.2

ในการตรวจวัดความแห้งแล้งของพื้นที่ในจังหวัดมหาสารคาม ด้วยการวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณของข้อมูลดาวเทียมหลายช่วงเวลามีขั้นตอนดังนี้ สำหรับตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้งสามารถแสดงได้ ดังภาพประกอบ 3.10, 3.11, 3.12 และ 3.13 โดยการตรวจวัดความแห้งแล้งมีวิธีการดำเนินการดังนี้

3.3.6.1 เปิดโปรแกรม ENVI5.0 > Open image file > Load band > Overlay > region of interest > ปรากฏหน้าต่าง ROI tool > Option > Band threshold to ROI > กำหนดช่วงชั้นของ SVI > Save ROI > Select all item > Choose เลือกที่เก็บไฟล์ > ok

3.3.6.2 ไปที่หน้าต่าง ROI tool > Option > Create class image from ROIs > Select all item > ok > Save



ภาพประกอบ 3.10 การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมตามระดับสภาพพืชพรรณ



(ก)



(ข)



(ค)

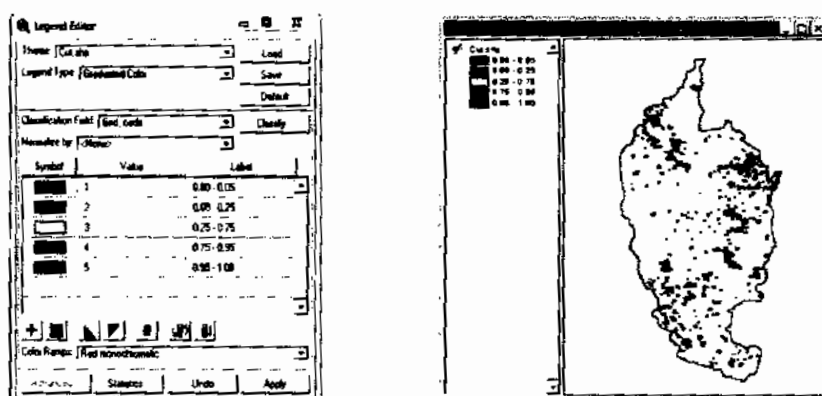
ภาพประกอบ 3.11 ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง

- (ก) ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2550
- (ข) ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550
- (ค) ตัวอย่างผลการตรวจวัดความแห้งแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

3.3.6.3 เปิดโปรแกรม ERDAS IMAGINE 9.1 > Vector > Raster to vector > แอด ภาพ Input > Output > ok

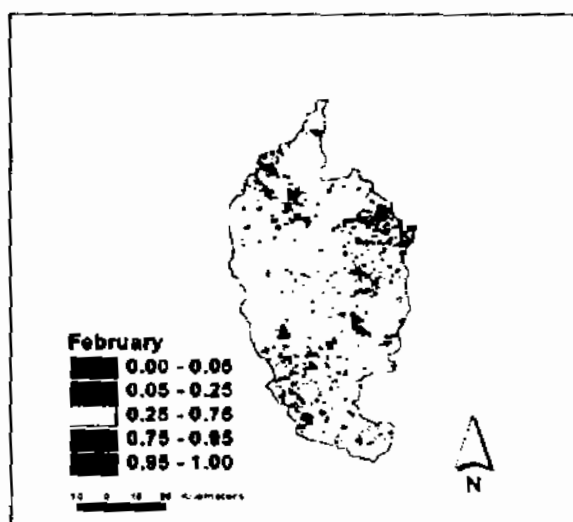
3.3.6.4 เปิดโปรแกรม ERDAS IMAGINE 9.1 > Import > ปรากฏหน้าต่าง Import/Export > Type เลือก shapefile > ok

3.3.6.5 เปิดโปรแกรม ArcView GIS 3.3 > Open file > ดับเบิลคลิกที่ภาพ ปรากฏหน้าต่าง Legend editor > Legend type > Gradated color > Classification field > Grid-code > กำหนดช่วงชั้นของ SVI > Color ramps



ภาพประกอบ 3.12 การจำแนกช่วงชั้นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมตามระดับสภาพพืชพรรณ

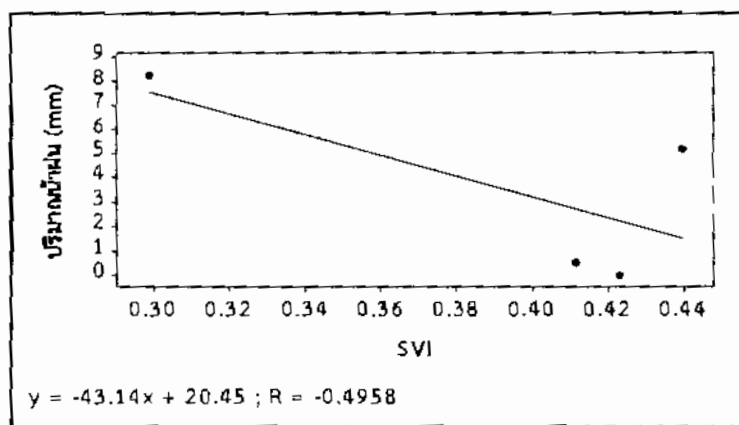
3.3.6.6 View > Layout > ปรากฏหน้าต่าง Template manager > Portrait > File > Exports > Save



ภาพประกอบ 3.13 ตัวอย่างการจำแนกพื้นที่ประสมภยแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

3.4 การวิเคราะห์ความถดถอยและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Simple regression analysis)

จากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน ในระหว่างเดือน มกราคม – ธันวาคม ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 ที่ได้ทำการรวบรวมจากสถานีตรวจวัดทางกรมอุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดมหาสารคาม เพื่อนำมาตรวจสอบความสัมพันธ์จากค่า R ว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณมาตรฐานทั้ง 3 ช่วงเวลายาก หรือน้อยเพียงใด โดยคำนวณจากการใช้ฟังก์ชันการคำนวณค่าทางสถิติใน Microsoft excel ด้วยฟังก์ชัน CORREL ดังภาพประกอบ 3.14 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2555



ภาพประกอบ 3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝน ในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2555

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปราย

การศึกษาความแห้งแล้งเชิงสเปกตรัมในหลายช่วงคลื่น และหลายช่วงเวลาในจังหวัดมหาสารคาม ด้วยข้อมูลดาวเทียมเทอร์ราโมดิส เป็นการศึกษาจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเทอร์ราโมดิส ในหลายช่วงเวลา นำไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 การคำนวณการหาค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI

ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณที่ได้มาจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดาวโหลดมาจาก <http://glovis.usgs.gov/> เป็นชุดข้อมูลดัชนีผลต่างพืชพรรณ ที่ได้คำนวณผลต่างระหว่าง ช่วงคลื่นแสง สีแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ สามารถระบุความแตกต่างของปริมาณพืชพรรณ และความสมบูรณ์ของพืชพรรณได้ การศึกษาครั้งนี้นำเทคนิคการสำรวจข้อมูลระยะไกลมาประมวลผล และผลลัพธ์ที่ได้คือ ภาพดัชนีผลต่างพืชพรรณ ตาราง 4.1, 4.2 และ 4.3 แสดงค่าทางสถิติได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของภาพผลลัพธ์ที่ได้ใน ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555

ตาราง 4.1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ปี พ.ศ. 2550

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
17/01/2550	-0.1987	0.7228	0.2114	0.1825
18/02/2550	-0.2000	0.7437	0.1977	0.1702
02/02/2550	-0.2000	0.6650	0.2005	0.1726
06/03/2550	-0.0571	0.9323	0.2549	0.2274
07/04/2550	-0.1990	0.8698	0.2587	0.2297
09/05/2550	-0.1933	0.9704	0.2643	0.2347
12/07/2550	-0.1711	0.8881	0.3171	0.2733

ตาราง 4.1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ปี พ.ศ. 2550 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
13/08/2550	-0.1202	0.9762	0.3264	0.2853
30/09/2550	-0.1917	0.9963	0.3531	0.3181
16/10/2550	-0.1996	0.8667	0.3926	0.3181
01/11/2550	-0.2000	0.8493	0.3582	0.3094
17/11/2550	-0.2000	0.8110	0.2601	0.2265
19/12/2550	-0.1986	0.7743	0.2436	0.2125

จากตาราง 4.1 สรุปได้ว่า ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีผลต่างพืชพรรณใน ปี พ.ศ. 2550 แสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณ ที่อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 โดยที่ค่าเฉลี่ยสามารถบอกระดับสภาพพืชพรรณ หรือความแห้งแล้ง ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาลได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.3926 ในเดือนตุลาคมที่เป็นช่วงฤดูฝน และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.1977 ในเดือนกุมภาพันธ์ที่เป็นช่วงปลายฤดูหนาว

ตาราง 4.2 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ปี พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
17/01/2553	-0.1992	0.8426	0.2393	0.2091
18/02/2553	-0.1951	0.8674	0.2599	0.2319
06/03/2553	-0.1924	0.8134	0.2374	0.2118
07/04/2553	-0.1888	0.8441	0.2113	0.1903

ตาราง 4.2 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ปี พ.ศ. 2553 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
09/05/2553	-0.0080	0.9283	0.2621	0.2316
25/05/2553	-0.2000	0.9995	0.5619	0.1789
10/06/2553	-0.1348	0.9351	0.2628	0.2353
12/07/2553	0.0000	0.9650	0.2858	0.2498
13/08/2553	-0.1986	0.9993	0.3102	0.2774
30/09/2553	-0.1782	0.9953	0.3508	0.3134
16/10/2553	-0.1986	0.8647	0.3807	0.3295
01/11/2553	-0.2000	0.8592	0.3114	0.2754
17/11/2553	-0.1994	0.8327	0.2832	0.2462
19/12/2553	-0.1997	0.7937	0.2476	0.2184

จากตาราง 4.2 สรุปได้ว่า ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีผลต่างพืชพรรณใน ปี พ.ศ. 2553 แสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 โดยที่ค่าเฉลี่ยสามารถบอกระดับสภาพพืชพรรณ หรือความแห้งแล้ง ซึ่งในแต่ละช่วงเวลา และฤดูกาลได้ ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.5619 ในเดือนพฤษภาคมที่เป็นช่วงต้นฤดูฝน และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.2113 ในเดือนเมษายนที่เป็นช่วงฤดูร้อน

ตาราง 4.3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI ปี พ.ศ. 2555

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
17/01/2555	-0.1992	0.8426	0.2349	0.2103
18/02/2555	-0.1949	0.8490	0.2465	0.2202
02/02/2555	-0.1997	0.8593	0.2477	0.2194
05/03/2555	-0.1990	0.9986	0.2939	0.2590
06/04/2555	-0.1992	0.8787	0.2745	0.2437
08/05/2555	0.0000	0.9868	0.2941	0.2587
24/05/2555	0.0000	0.8863	0.2309	0.2077
09/06/2555	-0.0956	0.8264	0.2445	0.2149
11/07/2555	-0.1184	0.9930	0.3045	0.2614
12/08/2555	-0.1202	0.9762	0.3303	0.2846
29/09/2555	-0.2000	0.9995	0.7333	0.1720
15/10/2555	-0.1990	0.8486	0.3688	0.3171
31/10/2555	-0.1984	0.8282	0.3317	0.2827
16/11/2555	-0.1944	0.9980	0.2693	0.2365
18/12/2555	-0.1995	0.7831	0.2541	0.2193

จากตาราง 4.3 สรุปได้ว่า ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีผลต่างพืชพรรณใน ปี พ.ศ. 2555 แสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 โดยที่ค่าเฉลี่ยสามารถบอกถึง ระดับสภาพพืชพรรณ หรือความแห้งแล้ง ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาลได้

ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.7333 ในเดือนกันยายนที่เป็นช่วงฤดูฝน และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.2309 ในเดือนพฤษภาคมที่เป็นช่วงต้นฤดูฝน

4.2 ผลการคำนวณการหาค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน SVI

การติดตามพื้นที่แห้งแล้ง โดยใช้การสะท้อนความความน่าจะเป็นของสภาพพืชพรรณในหลายช่วงเวลา คือ ดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน โดยใช้ข้อมูลดัชนีผลต่างพืชพรรณ ในแต่ละจุดภาพ ในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษามาคำนวณตามสมการที่ 2.3 และ 2.4 ในแต่ละปีที่ทำการศึกษา มีผลการศึกษาดังนี้

ตาราง 4.4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ SVI ใน ปี พ.ศ. 2550

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
17/01/2550	0	1	0.4450	0.1981
18/02/2550	0	1	0.4188	0.1808
02/02/2550	0	1	0.4630	0.1995
06/03/2550	0	1	0.3153	0.2298
07/04/2550	0	1	0.4283	0.2149
09/05/2550	0	1	0.3940	0.2017
25/05/2550	0	1	0.2661	0.2024
10/06/2550	0	1	0.4608	0.2326
12/07/2550	0	1	0.4073	0.2582
13/08/2550	0	1	0.4594	0.2602
30/09/2553	0	1	0.5554	0.2678

ตาราง 4.4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ SVI ใน ปี พ.ศ. 2550 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
01/11/2553	0	1	0.4560	0.2949
17/11/2553	0	1	0.4560	0.2240
19/12/2553	0	1	0.4546	0.2184

จากตาราง 4.4 สรุปได้ว่า ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีพืชพรรณมาตรฐานใน ปี พ.ศ. 2550 แต่ละช่วงเวลา แสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยที่ค่าเฉลี่ยสามารถบอกถึงสภาพพืชพรรณ หรือความแห้งแล้งในแต่ละช่วงเวลา และฤดูกาล ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.5554 ในเดือนกันยายนที่เป็นช่วงฤดูฝน และค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.2661 ในเดือนพฤษภาคม ที่เป็นช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน แต่ละช่วงฤดูกาล และช่วงเวลา ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของดัชนีผลต่างพืชพรรณ และค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดของค่าคะแนนมาตรฐาน

ตาราง 4.5 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ SVI ใน ปี พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
17/01/2553	0	1	0.4209	0.2016
18/02/2553	0	1	0.4282	0.2183
02/02/2553	0	1	0.4398	0.2179
06/03/2553	0	1	0.4398	0.2179
07/04/2553	0	1	0.3873	0.1842

ตาราง 4.5 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ SVI ใน ปี พ.ศ. 2553 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
25/05/2553	0	1	0.2171	0.2156
12/07/2553	0	1	0.2962	0.2589
13/08/2553	0	1	0.4228	0.2323
30/09/2553	0	1	0.4562	0.2670
16/10/2553	0	1	0.5448	0.3098
01/11/2553	0	1	0.4829	0.2599
17/11/2553	0	1	0.4676	0.2386
19/12/2553	0	1	0.4503	0.2199

จากตาราง 4.5 สรุปได้ว่า ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีพืชพรรณมาตรฐานใน ปี พ.ศ. 2553 แต่ละช่วงเวลา แสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยที่ค่าเฉลี่ยสามารถบอกถึงสภาพพืชพรรณ หรือความแห้งแล้งในแต่ละช่วงเวลา และฤดูกาล ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.5448 ในเดือนตุลาคมที่เป็นช่วงฤดูฝน และค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.2171 ในเดือนพฤษภาคมที่เป็นช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณมาตรฐานแต่ละช่วงฤดูกาล และช่วงเวลานั้นขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ NDVI และค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดของค่าคะแนนมาตรฐาน

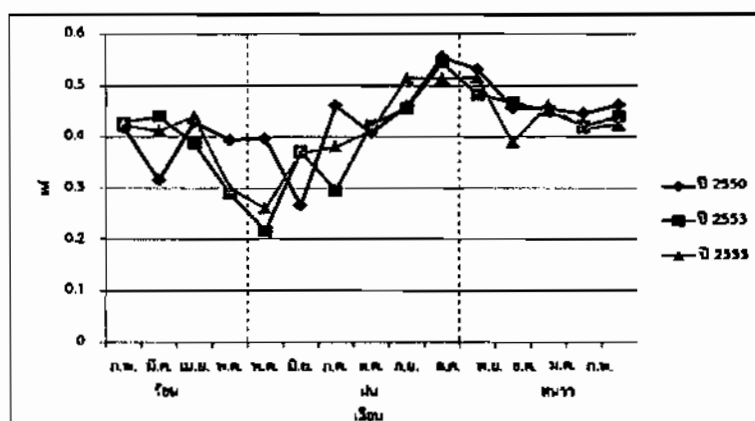
จากตาราง 4.6 สรุปได้ว่า ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีพืชพรรณมาตรฐานใน ปี พ.ศ. 2555 แต่ละช่วงเวลาแสดงให้เห็นค่าสภาพพืชพรรณที่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยที่ค่าเฉลี่ยสามารถบอกถึงสภาพพืชพรรณ หรือความแห้งแล้งในแต่ละช่วงเวลา และฤดูกาล ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.5164 ในเดือนตุลาคมที่เป็นช่วงฤดูฝน และค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.2605

ในเดือนพฤษภาคม ซึ่งความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณมาตรฐานแต่ละช่วงฤดูกาล และช่วงเวลานั้น ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีผลต่างพืชพรรณ และค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดของค่า คะแนนมาตรฐาน

ตาราง 4.6 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ SVI ใน ปี พ.ศ. 2555

วัน/เดือน/ปี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
17/01/2555	0	1	0.4167	0.2018
02/02/2555	0	1	0.4225	0.2072
05/03/2555	0	1	0.4116	0.2167
06/04/2555	0	1	0.4395	0.2261
08/05/2555	0	1	0.2989	0.2623
24/05/2555	0	1	0.2605	0.2344
09/06/2555	0	1	0.3689	0.2332
11/07/2555	0	1	0.3806	0.2353
12/08/2555	0	1	0.4109	0.2597
29/09/2555	0	1	0.5148	0.2886
15/10/2555	0	1	0.5142	0.3028
31/10/2555	0	1	0.5164	0.2755
16/11/2555	0	1	0.3889	0.1985
18/12/2555	0	1	0.4616	0.2233

ทั้งนี้ข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ทั้ง 3 ปี สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 4.1 โดยเส้นกราฟแสดงถึง ความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ในแต่ละช่วงเวลา และฤดูกาลขึ้นอยู่กับสภาพพืชพรรณ และปริมาณน้ำฝน (ซรีรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และคณะ, 2550) โดยมีค่าต่ำช่วงฤดูร้อนในระหว่างเดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม ค่าต่ำที่สุดในเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2553 และเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนใน ปี พ.ศ. 2550 และลดต่ำลงในช่วงฤดูหนาว ในเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์



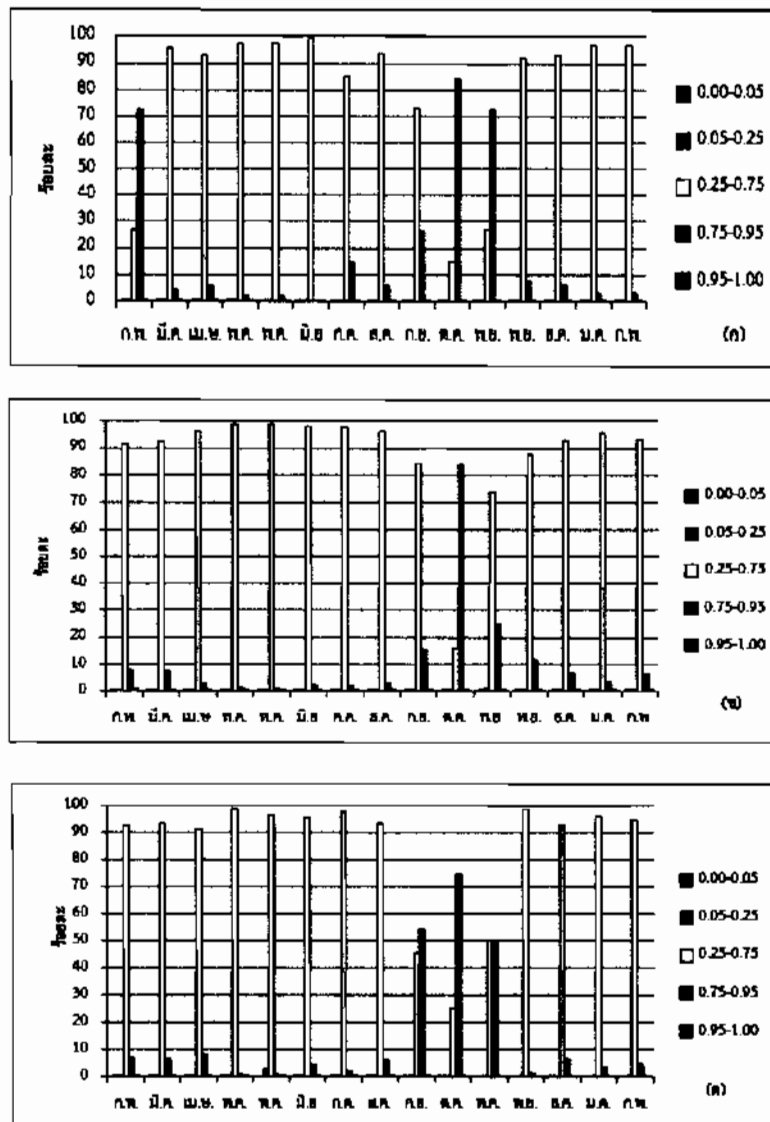
ภาพประกอบ 4.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณมาตรฐานปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555

4.3 ผลการจำแนกระดับความแห้งแล้งจากดัชนีพืชพรรณมาตรฐานเชิงพื้นที่

ผลจากการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 โดยแสดงค่าเป็นราย 16 วัน ของ 3 ช่วงฤดูกาล คือ ฤดูร้อน (17 กุมภาพันธ์ – 16 พฤษภาคม) ฤดูฝน (17 พฤษภาคม – 16 ตุลาคม) และฤดูหนาว (17 ตุลาคม – 16 กุมภาพันธ์) โดยจำแนกตามระดับของสภาพพืชพรรณแต่ละเดือน และแสดงผลการจำแนกระดับของสภาพพืชพรรณเป็นร้อยละของพื้นที่ศึกษาได้ดังภาพประกอบ 4.2

จากการจำแนก การตรวจวัดเชิงพื้นที่ความแห้งแล้งดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณมาตรฐานรายเดือน ในแต่ละช่วงเวลา ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเป็นตัวกำหนดความแห้งแล้ง พบว่า ที่ระดับช่วงเวลาที่พื้นที่ค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.00 – 0.25 เป็นช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับต่ำ และต่ำมากเข้าด้วยกัน พบว่า ในเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ร้อยละ 2.4531 ของพื้นที่ศึกษา และในช่วง 0.25 – 0.75 ช่วงที่จำแนกให้สภาพพืชพรรณอยู่ในระดับปานกลาง กระจายอยู่มากที่สุด คือ เดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2550 ร้อยละ 99.3952 ของพื้นที่ที่ศึกษาทั้งหมด

การเปรียบเทียบข้อมูลดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน หลายช่วงเวลาในแต่ละปี ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสภาพพืชพรรณที่แตกต่างกันออกไป ข้อมูลดัชนีพืชพรรณมาตรฐานในเชิงพื้นที่สะท้อนให้เห็นระดับความแตกต่างของสภาพพืชพรรณได้อย่างชัดเจนในแต่ละพื้นที่ที่เกิดความผิดปกติในปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 ดังภาพประกอบ 4.3, 4.4 และ 4.5

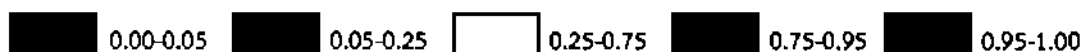
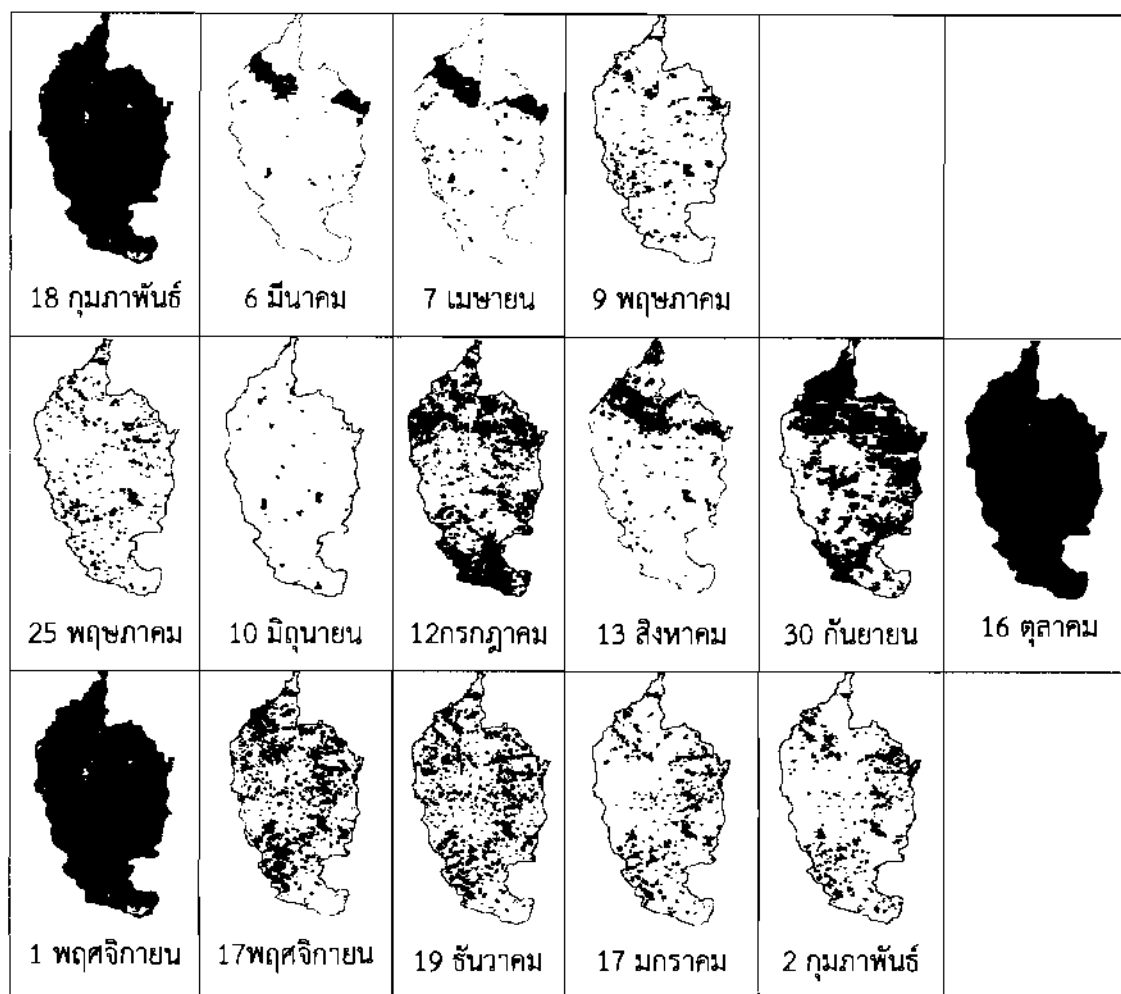


ภาพประกอบ 4.2 SVI ร้อยละเชิงพื้นที่จากการจำแนกตามระดับความแห้งแล้ง

(ก) ปี พ.ศ. 2550

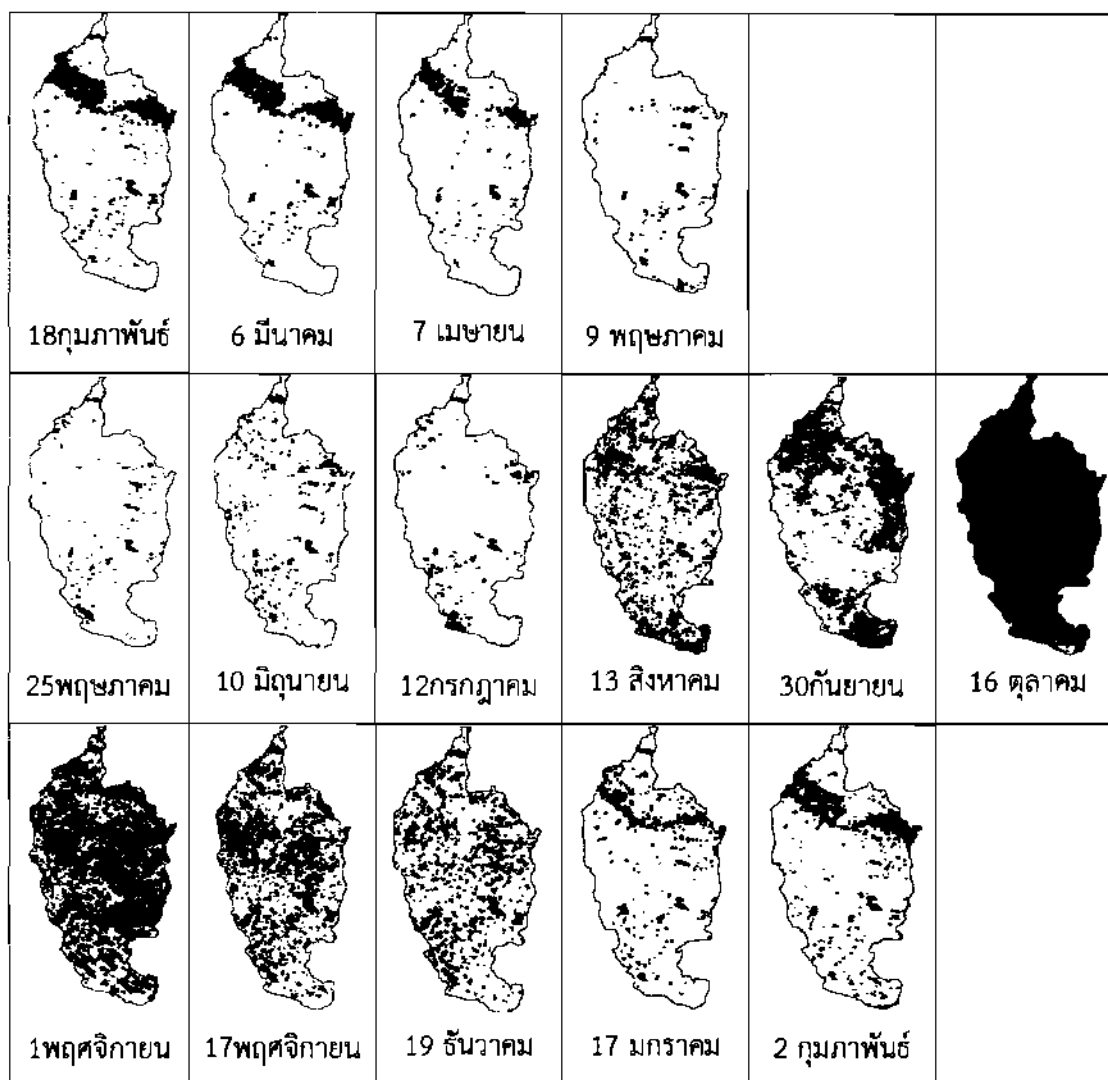
(ข) ปี พ.ศ. 2553

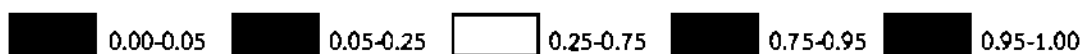
(ค) ปี พ.ศ. 2555



ภาพประกอบ 4.3 การจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐานระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งปี พ.ศ. 2550

จากการจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ดังภาพประกอบ 4.3 พบว่า พื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2550 ช่วงฤดูร้อน มีสภาพพืชพรรณต่ำสุด ในต้นเดือนกุมภาพันธ์ สภาพพืชพรรณมีการกระจายตัวมากในเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูร้อน ช่วงฤดูฝนมีสภาพพืชพรรณต่ำสุดในเดือนมิถุนายน จากนั้นสภาพพืชพรรณเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนตุลาคม และช่วงฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายนมีสภาพพืชพรรณกระจายตัวอยู่สูงมาก จากนั้นสภาพพืชพรรณเริ่มลดต่ำถึงเดือนกุมภาพันธ์ใน ปี พ.ศ. 2551

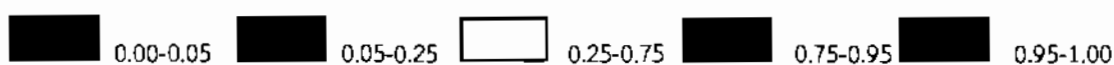
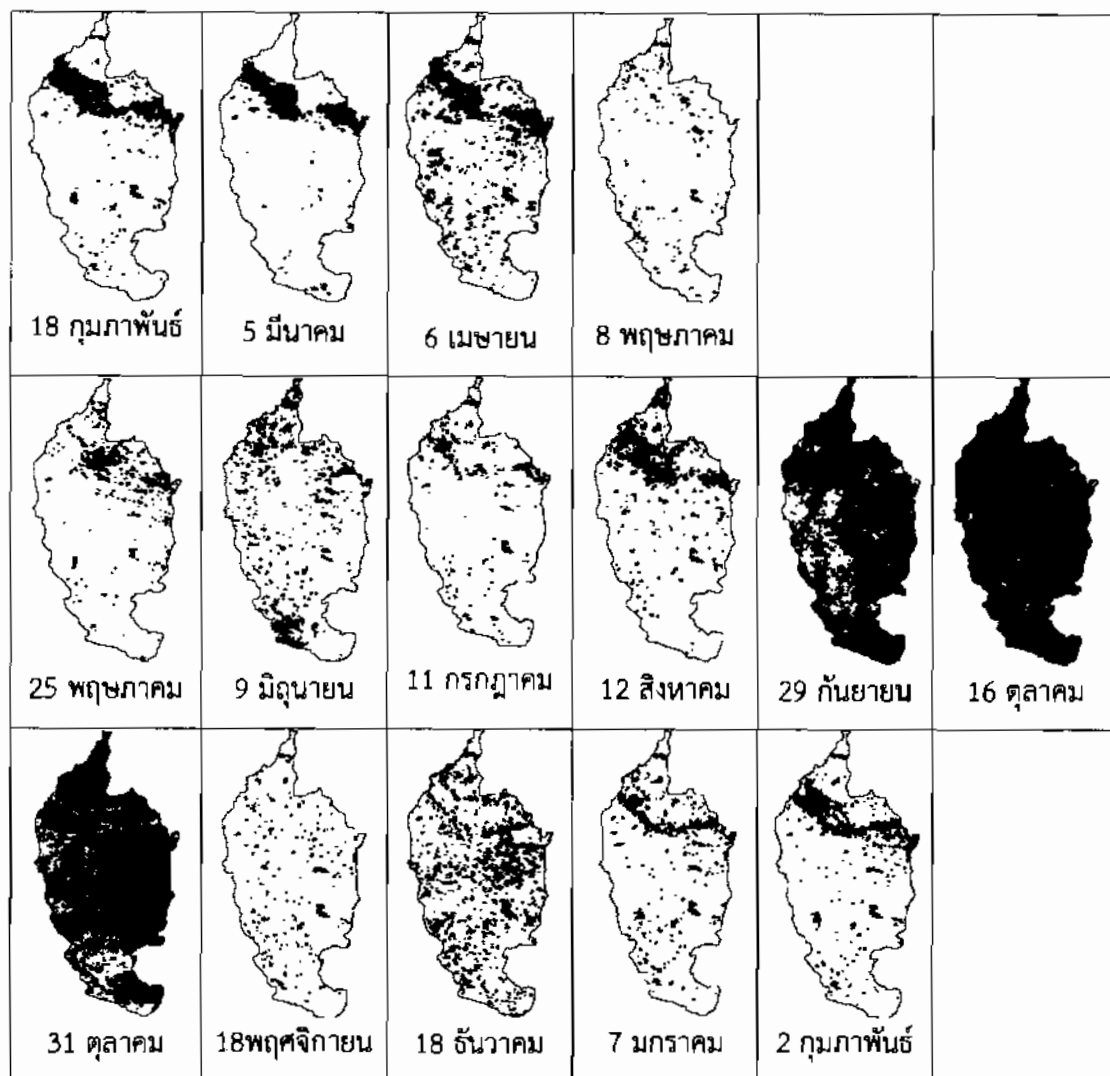




ภาพประกอบ 4.4 การจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐานระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง

ปี พ.ศ. 2553

จากการจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ดังภาพประกอบ 4.4 พบว่า พื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2553 ช่วงฤดูร้อน มีสภาพพืชพรรณกระจายตัวมากในเดือนกุมภาพันธ์ สภาพพืชพรรณเริ่มลดต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม ช่วงฤดูฝน มีสภาพพืชพรรณต่ำสุดในเดือนพฤษภาคมเนื่องจากเป็นช่วงต้นฤดูฝน สภาพพืชพรรณมีการกระจายตัวในเดือนสิงหาคม และเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนตุลาคม ช่วงฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน มีสภาพพืชพรรณกระจายตัวสูงมาก จากนั้นสภาพพืชพรรณมีการกระจายตัวลดต่ำสุดในเดือนมกราคมใน ปี พ.ศ. 2554

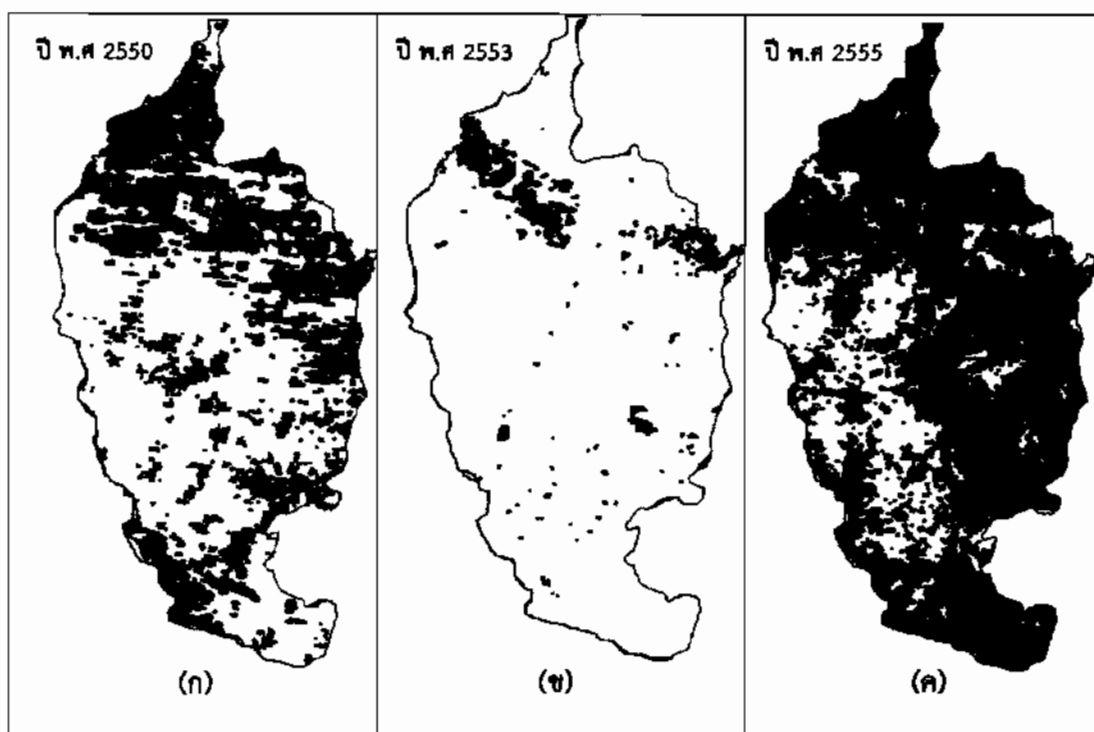


ภาพประกอบ 4.5 การจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐานระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งในปี พ.ศ. 2555

จากการจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ดังภาพประกอบ 4.5 พบว่า พื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2555 ช่วงฤดูร้อน มีสภาพพืชพรรณกระจายตัวมากในเดือนเมษายน สภาพพืชพรรณเริ่มลดต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม ช่วงฤดูฝนมีสภาพพืชพรรณต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม จากนั้นสภาพพืชพรรณเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนตุลาคม ช่วงฤดูหนาวเดือนตุลาคม มีสภาพพืชพรรณกระจายตัวอยู่สูงมาก จากนั้นสภาพพืชพรรณเริ่มลดลงในเดือนพฤศจิกายน ทำให้ได้ภาพสะท้อนถึงความแห้งแล้งในเชิงเวลา และเชิงพื้นที่ได้อย่างชัดเจน

4.4 ผลการจำแนกดัชนีพืชพรรณมาตรฐานเชิงพื้นที่ตามระดับความแห้งแล้งรายปี

จากการศึกษาการซ้อนทับข้อมูล (Overlaying) เชิงพื้นที่รายปี จังหวัดมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 ดังภาพประกอบที่ 4.6 ทำให้ได้ภาพสะท้อนถึงความแห้งแล้งในเชิงเวลา และเชิงพื้นที่ได้ชัดเจนกว่าภาพรายเดือน ความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน เป็นตัวกำหนดความแห้งแล้ง ซึ่งปัจจัยนี้สะท้อนให้เห็นสภาพของพืชพรรณ เป็นค่าที่เปรียบเทียบได้ หากดัชนีพืชพรรณมาตรฐานต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ มีความแห้งแล้ง และเมื่อค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐานมีค่า เข้าใกล้ 0 หมายถึง ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นนั้นมีความรุนแรงมาก และหากค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐานมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความชุ่มชื้นสูง



ภาพประกอบ 4.6 การซ้อนทับข้อมูลภาพเชิงพื้นที่

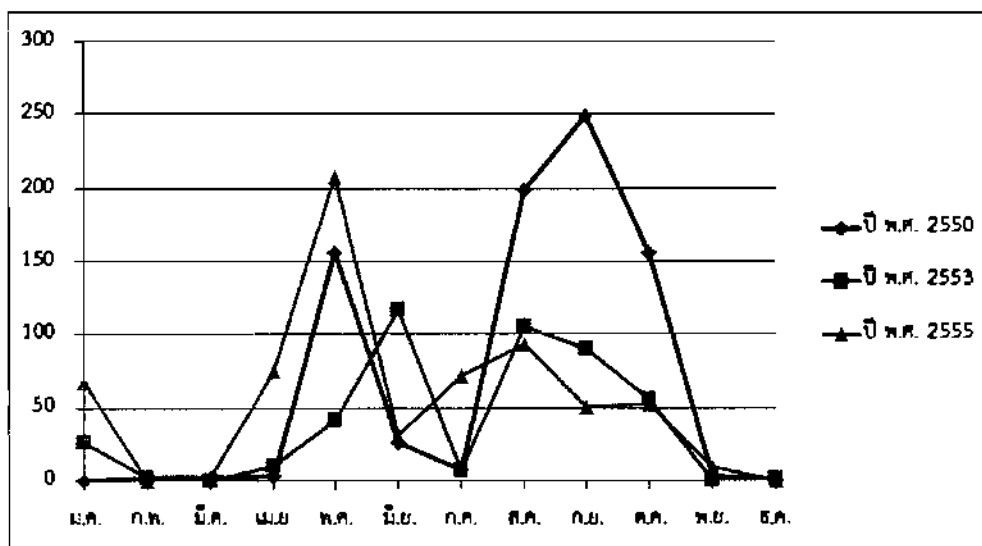
(ก) ปี พ.ศ. 2550

(ข) ปี พ.ศ. 2553

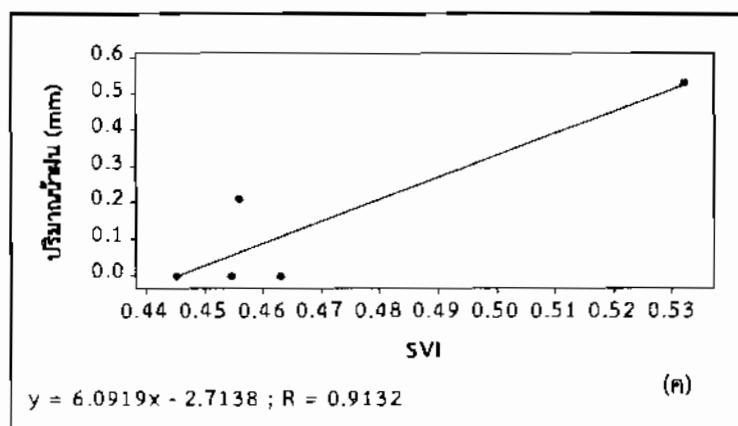
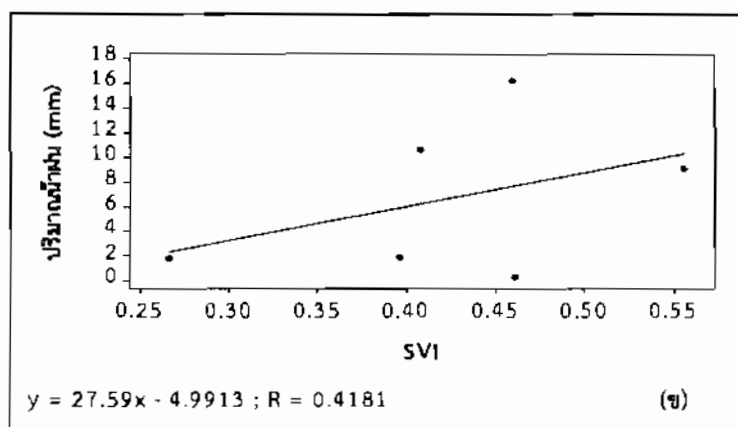
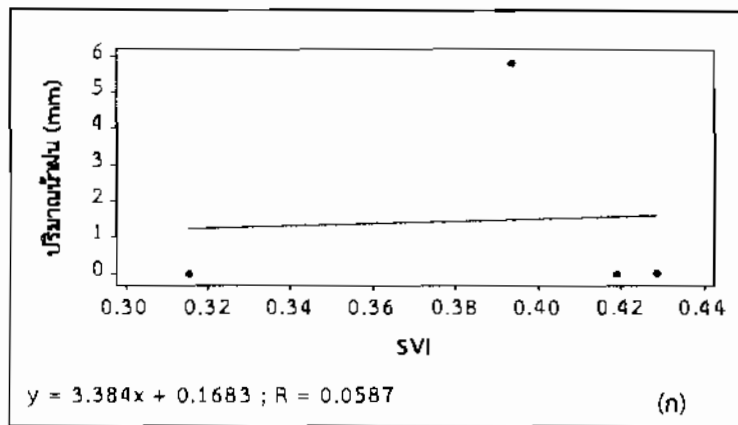
(ค) ปี พ.ศ. 2555

4.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน

จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกแต่ละสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดมหาสารคาม ในระหว่างเดือน มกราคม ถึง ธันวาคม ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 ที่ทำการศึกษาดังภาพประกอบ 4.7 พบว่า มีฝนตกน้อยในระหว่างเดือน มกราคม ถึง มีนาคม และมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น และสูงสุดในช่วง 6 เดือนแรก คือ เดือนพฤษภาคมในปี พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูฝน และจะเกิดฝนทิ้งช่วงขึ้นในเดือนมิถุนายนของปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 ซึ่งปริมาณน้ำฝนจะสูงขึ้นอีกครั้งในเดือน สิงหาคม ถึง กันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในปี พ.ศ. 2550 จากนั้นปริมาณน้ำฝนลดต่ำลง จนถึงจุดต่ำสุดในเดือนธันวาคม และมกราคมในปีถัดไปที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย หรือไม่ตกเลยในบางพื้นที่



ภาพประกอบ 4.7 การเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน



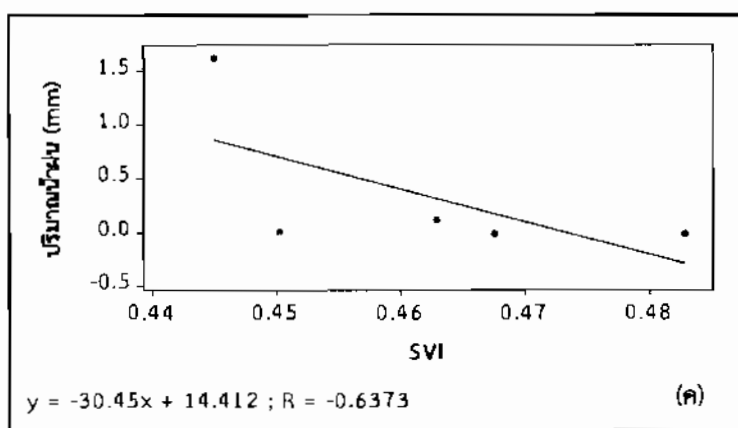
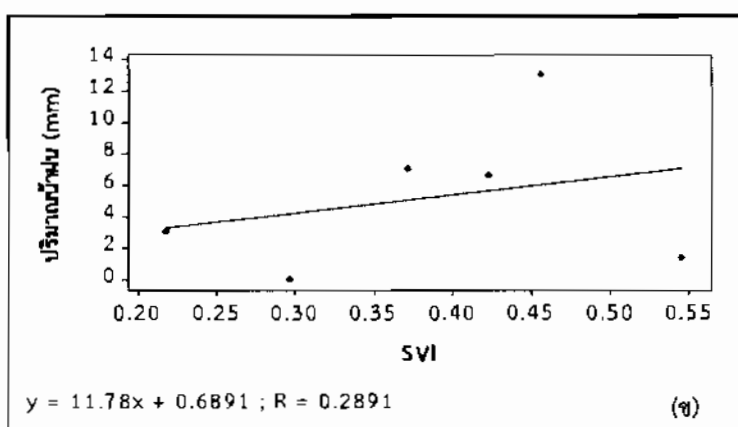
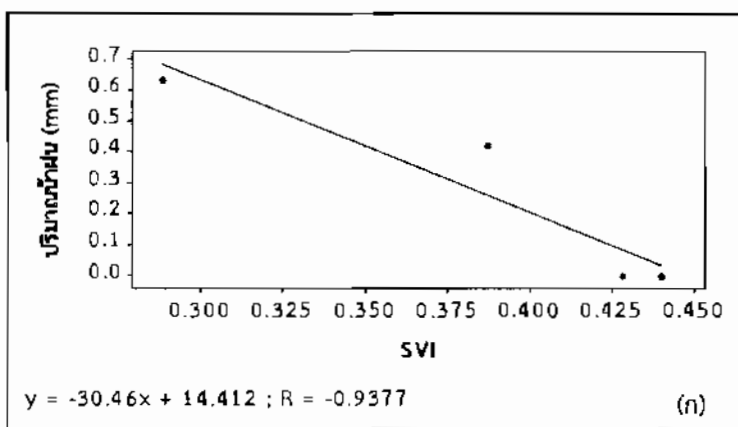
ภาพประกอบ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนหลายช่วงเวลา

ปี พ.ศ. 2550

(ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูร้อน

(ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูฝน

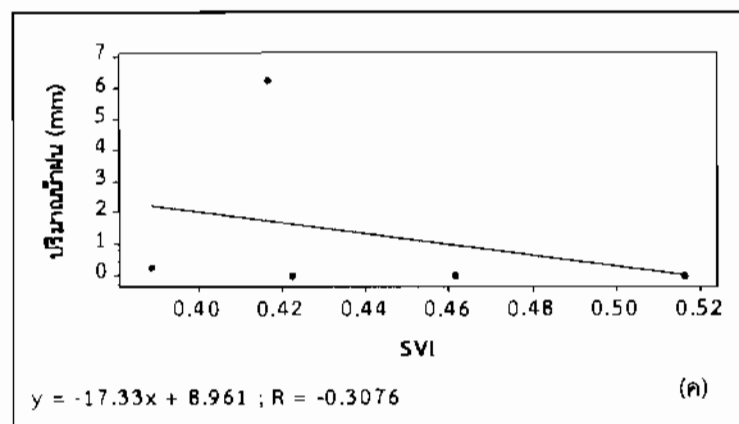
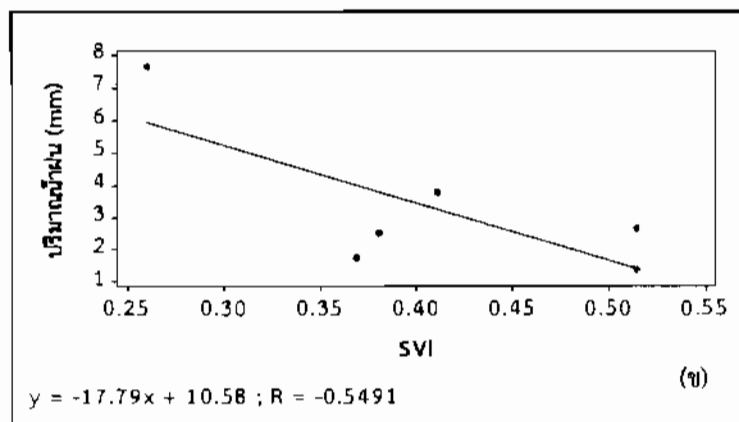
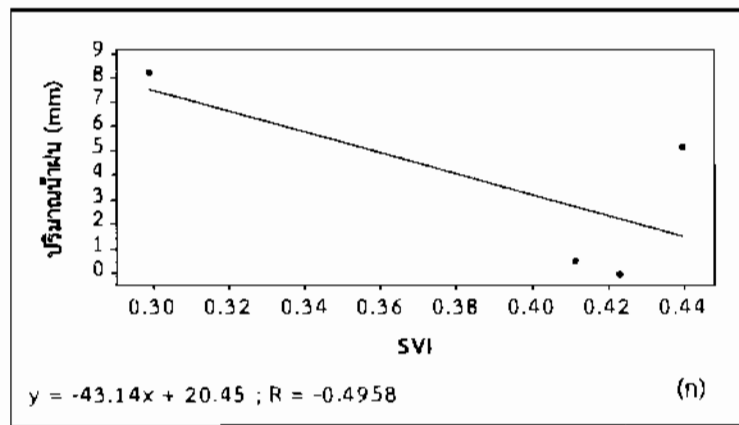
(ค) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูหนาว



ภาพประกอบ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนหลายช่วงเวลา
ปี พ.ศ. 2553

- (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูร้อน
- (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูฝน
- (ค) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูหนาว





ภาพประกอบ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนหลายช่วงเวลา

ปี พ.ศ. 2555

- (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูร้อน
- (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูฝน
- (ค) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูหนาว

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณมาตรฐานและปริมาณน้ำฝน

จากค่าเฉลี่ยราย 16 วันของดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ทั้ง 3 ช่วงเวลาและปริมาณน้ำฝน พบว่าการเปลี่ยนแปลงในเชิงเวลาของค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน มีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนราย 16 วัน แต่การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน มีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่าปริมาณน้ำฝน เมื่อทำการปรับเวลาให้ดัชนีพืชพรรณมาตรฐานกับปริมาณน้ำฝนต่างกัน 3 ช่วงเวลา (ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว) มีความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา สรุปได้ดังนี้

ปี พ.ศ. 2550 ทั้ง 3 ช่วงเวลา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $R = 0.0597, 0.4181$ และ 0.9132 ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 4.8 พบว่าช่วงฤดูร้อนมีความสัมพันธ์ต่ำ ช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์ปานกลาง และช่วงฤดูหนาวมีความสัมพันธ์สูง

ปี พ.ศ. 2553 ทั้ง 3 ช่วงเวลา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $R = -0.9377, 0.2891$ และ -0.6373 ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 4.9 พบว่า ช่วงฤดูร้อนมีความสัมพันธ์สูง ช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์ต่ำ และช่วงฤดูหนาวมีความสัมพันธ์กันปานกลาง

ปี พ.ศ. 2555 ทั้ง 3 ช่วงเวลา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $R = -0.6995, -0.7491$ และ -0.3076 ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 4.10 พบว่า ช่วงฤดูร้อนมีความสัมพันธ์ปานกลาง ช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์สูง และช่วงฤดูหนาวมีความสัมพันธ์ต่ำ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาความแปรปรวนของดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ใน 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน ฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาจะแสดงเป็นราย 16 วัน ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าเปรียบเทียบได้ หากดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ มีความแห้งแล้ง และค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นนั้นมีความรุนแรงมาก แต่หากดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน สูงกว่าค่าเฉลี่ย คือ มีความชุ่มชื้น และค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงความชุ่มชื้นสูง การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ทั้ง 5 ช่วง พบว่า แต่ละช่วงมีสภาพพืชพรรณดังนี้

ช่วงที่ 1 (0.00 - 0.05) ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 0.0066, 0.0178 และ 0.0205 ตามลำดับ

ช่วงที่ 2 (0.05 - 0.25) ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 0.0652, 0.1695 และ 0.1136 ตามลำดับ

ช่วงที่ 3 (0.25 - 0.75) ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้ง ร้อยละ 73.5349, 96.4499 และ 46.5068 ตามลำดับ

ช่วงที่ 4 (0.75 - 0.95) ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 26.3167, 3.1526 และ 53.3546 ตามลำดับ

ช่วงที่ 5 (0.95 - 1.00) ปี พ.ศ. 2550 2553 และ 2555 มีความแปรปรวนระดับความแห้งแล้งร้อยละ 0.0768, 0.2104 และ 0.0047 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน ทั้ง 3 ปี พบว่า ปี พ.ศ. 2553 เกิดความแห้งแล้งมากที่สุด ปรากฏค่าระดับแห้งแล้งมาก คิดเป็นร้อยละ 0.0178 หรือคิดเป็นพื้นที่ 0.9833 sqkm และระดับแห้งแล้ง คิดเป็นร้อยละ 0.1695 หรือคิดเป็นพื้นที่ 9.4184 sqkm และระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 96.4499 หรือคิดเป็นพื้นที่ 5,361.4570 sqkm ซึ่งรวมแล้วคิดเป็นร้อยละ 96.637 สะท้อนถึงสภาพความแห้งแล้งที่ชัดเจนของพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งความแปรปรวนของค่าดัชนีพืชพรรณมาตรฐานในแต่ละช่วงฤดูกาล และช่วงเวลานั้น จะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีผลต่างพืชพรรณ และค่าสูงสุด ต่ำสุดของค่าคะแนนมาตรฐาน

เมื่อนำดัชนีพีชพรรณมาตรฐานมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนราย 16 วัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา พบว่า ปี พ.ศ. 2550 ช่วงฤดูร้อนมีความสัมพันธ์กันต่ำ ช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์ปานกลาง และช่วงฤดูหนาวมีความสัมพันธ์กันสูง ปี พ.ศ. 2553 ช่วงฤดูร้อนมีความสัมพันธ์กันสูง ช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์กันต่ำ และช่วงฤดูหนาวมีความสัมพันธ์กันปานกลาง และปี พ.ศ. 2555 พบว่า ช่วงฤดูร้อนมีความสัมพันธ์กันปานกลาง ช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์สูง และช่วงฤดูหนาวมีความสัมพันธ์กันต่ำ

แผนที่ความแห้งแล้งที่เขียนจากค่าดัชนีพีชพรรณมาตรฐาน ของจังหวัดมหาสารคาม สามารถแสดงให้เห็นพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้ง ดังนั้นหากมีการเตรียมการล่วงหน้า วางแผนตามศักยภาพของทรัพยากรที่มีอยู่ อาจส่งผลให้สามารถป้องกัน และเตรียมรับกับภัยแล้งที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีไม่สมบูรณ์ และบันทึกข้อมูลไม่ตรงวันเดียวกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ผลการศึกษาครั้งนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจะนำไปใช้ในทางปฏิบัติ แทนการทำนายภายหลังจากภัยแล้งที่เกิดขึ้น ซึ่งจะต้องใช้งบประมาณในการแก้ไขปัญหาภัยแล้งจำนวนมาก

5.3.2 ควรนำดัชนีพีชพรรณอื่น มาใช้เปรียบเทียบเพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลการคำนวณมากยิ่งขึ้น

5.3.3 ควรมีการนำภาพถ่ายดาวเทียมที่มีค่าความละเอียดสูง มาใช้ในการศึกษาเพื่อความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล

เอกสารอ้างอิง



เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2547). แผนป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนแห่งชาติ พ.ศ. 2548 (ภาคป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย). กรุงเทพมหานคร: สำนักเลขาธิการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน.
- [2] กรมอุตุนิยมวิทยาเกษตร. (2554). การประเมินผลกระทบของสภาวะฝนที่มีต่อพืชในประเทศไทย.
- [3] กัญญา ทิลยากร. (2536). การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กรุงเทพฯ: กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- [4] จรัลธร บุญญานภาพ. (2546). บทปฏิบัติการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [5] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2540). การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote sensing). ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- [6] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, สถิพรรณ จันทร์รัตน์, สถาพร ไพบูลย์ศักดิ์, อรวารณ จันทร์เกษ. (2550). ระบบฐานข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ GIS database drought risk area in North-East Thailand. ขอนแก่น: ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
- [7] ณกร วัฒนกิจ, ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2551). การตรวจวัดความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดัชนีพืชพรรณมาตรฐานจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา. การประชุมทางวิชาการสิ่งแวดล้อมนเรศวร ครั้งที่4. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [8] สำนักเลขาธิการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน. (2547), "เอกสารวิจัยโครงการตรวจวัดความแห้งแล้งสำหรับประเทศไทย".
- [9] Bayarjargal, Y., Karnieli, A., Bayasgalan, M., Khudulmur, S., Gandush, C., Tucker, J. (2006). A Comparative study of NOAA-AVHRR derived drought indices using change vector analysis. Remote sensing of environment, 105, 9-22.
- [10] Mongkolsawat, C., Thirangoon, P., Suwanwe-rakamtorn, R., Karladee, N., Paiboonsak, S., Champathft, P. (2001). An evaluation of drought risk area in northeast Thailand using remotely sensed data and GIS. Asian journal of geo-informatics Vol. 1. (4).
- [11] Gibson, P., Power, H. (2000). Introductory remote sensing digital image processing and applications. London: Routledge.



เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [12] Hinkle, E., Wersma, W., Jurs, E. (1998). Applied statistic for the behavioral sciences. 5 thedition. Boston; Houghton, Mifflin Collage. USA.
- [13] Kogan, N. (1997). Global drought watch from space. Bulletin of the american meteorological society. 78(4), 621-636.
- [13] Kriegler, R. (1969). Applications of NDVI: Brief description and history:
<http://biology.duke.edu/bio265/jmu/BriefDescriptionandHistory.htm>
- [14] Peter, A., Walter-Shea, A., Ji, L., Vina, A., Heyse, M., Svoboda, D. (2002). Drought monitoring with NDVI-based standardized vegetation index. Photogrammetric engineering and remote sensing, 68 (1), 71-75.
- [15] Prabhakar, K., Shaw, R. (2007). Climate change adaptation implications for drought risk mitigation: a perspective for India. springer. 88 (2), 113-130.
- [16] Verhagen, J., Put, M., Zaal, F., Keulen, V. (2004). Climate change and drought risks for agriculture. The impact of climate change on dry lands: With a focus on west-africa. Netherlands; Kluwer academic.

ภาคผนวก



ตารางที่ ผ.1 คุณลักษณะของดาวเทียมเทอร์ราโมดิส

เส้นผ่าศูนย์กลาง	3.5 m
ความยาว	6.8 m
น้ำหนัก	5,190 kg
ความสูงของการโคจร	705 km
ลักษณะการโคจร	สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก
เอียงทำมุมกับแกนโลก	98.2°
เวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล	10:30 น.
เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ	98.88 นาที
บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม	ทุก 16 วัน
ระบบบันทึกข้อมูล	Aster (Advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer)
	Ceres (Clouds and the earth's radiant energy system)
	Misr (Multi-angle imaging spectroradiometer)
	Modis (Moderate-resolution imaging spectroradiometer)
	Mopitt (Measurements of pollution in the troposphere)
อายุการทำงาน	5 ปี

ตารางที่ ผ.2 คุณลักษณะของเครื่องวัดคลื่นสเปกตรัม Modis

การโคจรของดาวเทียม	อยู่สูงจากพื้นโลก 705 km, แบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์, โกลัศจรรย์โลก
อัตราการสแกน	20.3 rpm
ความกว้าง	2330 km
กล้องส่องทางไกล	17.78 cm
ขนาด	1.0 x 1.6 x 1.0 m
มวล	250 kg
กำลัง	162.5 W (วงโคจรเฉลี่ย)
ข้อมูล	10.8 Mbps (เวลากลางวันสูงสุด); 6.2 Mbps (วงโคจรเฉลี่ย)
การบีบอัดภาพ	12 bits
ความละเอียดเชิงพื้นที่	250 m (แบนด์ 1-2)
	500 m (แบนด์ 3-7)
	1000 m (แบนด์ 8-36)
อายุการทำงาน	6 ปี

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน ตามฤดูกาลทั้ง 3 ช่วงเวลา ฤดูร้อน ฤดูฝนและฤดูหนาว ในระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 2553 และ 2555 ทำการรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดมหาสารคาม

ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
17/01/2550	0.000	0.000
18/01/2550	0.000	0.000
19/01/2550	0.000	0.000
20/01/2550	0.000	0.000
21/01/2550	0.000	0.000
22/01/2550	0.000	0.000
23/01/2550	0.000	0.000
24/01/2550	0.000	0.000
25/01/2550	0.000	0.000
26/01/2550	0.000	0.000
27/01/2550	0.000	0.000
28/01/2550	0.000	0.000
29/01/2550	0.000	0.000
30/01/2550	0.000	0.000
31/01/2550	0.000	0.000
01/02/2550	0.000	0.000
02/02/2550	0.000	0.000
03/02/2550	0.000	0.000
04/02/2550	0.000	0.000
05/02/2550	0.000	0.000
06/02/2550	0.000	0.000
07/02/2550	0.000	0.000
08/02/2550	0.000	0.000
09/02/2550	0.000	0.000



ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

ว/ด/ป	ปริมาณน้ำฝน	
	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
10/02/2550	0.000	0.000
11/02/2550	0.000	0.000
12/02/2550	0.000	0.000
13/02/2550	0.000	0.000
14/02/2550	0.000	0.000
15/02/2550	0.000	0.000
16/02/2550	0.000	0.000
17/02/2550	0.000	0.000
19/02/2550	0.000	0.000
20/02/2550	0.000	0.000
21/02/2550	0.000	0.000
22/02/2550	0.000	0.000
23/02/2550	0.000	0.000
24/02/2550	0.000	0.000
25/02/2550	0.000	0.000
26/02/2550	0.000	0.000
27/02/2550	0.000	0.000
28/02/2550	1.500	0.053
01/03/2550	0.000	0.000
02/03/2550	0.000	0.000
03/03/2550	0.000	0.000
04/03/2550	0.000	0.000
05/03/2550	0.000	0.000
06/03/2550	0.000	0.000
07/03/2550	0.000	0.000
08/03/2550	0.000	0.000
09/03/2550	0.000	0.000
10/03/2550	0.000	0.000
11/03/2550	0.000	0.000



ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ต/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
12/03/2550	0.000	0.000
13/03/2550	0.000	0.000
14/03/2550	1.600	0.114
15/03/2550	0.000	0.106
16/03/2550	0.000	0.100
01/04/2550	0.000	0.000
02/04/2550	0.000	0.000
03/04/2550	0.000	0.000
04/04/2550	0.400	0.100
05/04/2550	0.000	0.080
06/04/2550	0.000	0.066
07/04/2550	0.000	0.057
08/04/2550	0.000	0.050
09/04/2550	0.000	0.044
10/04/2550	0.000	0.040
11/04/2550	0.000	0.036
12/04/2550	0.000	0.033
13/04/2550	0.200	0.046
14/04/2550	0.000	0.042
15/04/2550	1.700	0.153
16/04/2550	0.600	0.181
01/05/2550	0.000	0.000
02/05/2550	0.000	0.000
03/05/2550	2.500	0.833
04/05/2550	0.000	0.625
05/05/2550	4.700	1.440
06/05/2550	0.000	0.000
07/05/2550	58.40	10.93
08/05/2550	0.000	9.371



ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
09/05/2550	0.000	8.200
10/05/2550	0.000	7.288
11/05/2550	0.000	7.654
12/05/2550	13.40	7.923
13/05/2550	52.20	11.92
14/05/2550	0.100	10.94
15/05/2550	19.20	11.57
16/05/2550	24.90	12.52
17/05/2550	0.000	0.000
18/05/2550	1.200	0.600
19/05/2550	0.000	0.400
20/05/2550	0.000	0.300
21/05/2550	0.000	0.240
22/05/2550	0.000	0.200
23/05/2550	0.000	0.171
24/05/2550	0.000	0.150
25/05/2550	0.000	0.133
26/05/2550	0.000	0.120
27/05/2550	0.000	0.109
28/05/2550	31.70	2.741
29/05/2550	42.40	5.792
30/05/2550	56.60	9.421
31/05/2550	5.200	9.140
01/06/2550	0.000	0.000
02/06/2550	0.000	0.000
03/06/2550	0.000	0.000
04/06/2550	1.700	0.425
05/06/2550	0.700	0.480
06/06/2550	18.30	3.450

ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
07/06/2550	0.000	2.957
08/06/2550	0.000	2.587
09/06/2550	0.000	2.300
10/06/2550	3.400	2.410
11/06/2550	0.000	2.190
12/06/2550	0.000	2.008
13/06/2550	0.000	1.853
14/06/2550	2.000	1.864
15/06/2550	0.000	1.740
16/06/2550	0.000	1.631
01/07/2550	0.000	0.000
02/07/2550	0.000	0.000
03/07/2550	0.000	0.000
04/07/2550	1.800	0.450
05/07/2550	1.800	0.720
06/07/2550	0.000	0.600
07/07/2550	0.000	0.514
08/07/2550	0.500	0.512
09/07/2550	0.000	0.455
10/07/2550	0.000	0.410
11/07/2550	0.000	0.372
12/07/2550	0.000	0.341
13/07/2550	0.000	0.315
14/07/2550	0.000	0.292
15/07/2550	0.000	0.273
16/07/2550	3.300	0.462
01/08/2550	17.30	17.30
02/08/2550	0.600	8.950
03/08/2550	0.000	5.966



ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
04/08/2550	0.000	4.475
05/08/2550	0.000	3.580
06/08/2550	33.20	8.516
07/08/2550	38.90	12.85
08/08/2550	47.10	17.13
09/08/2550	4.600	15.74
10/08/2550	4.100	14.58
11/08/2550	0.000	13.25
12/08/2550	0.000	12.15
13/08/2550	0.000	11.21
14/08/2550	0.000	10.41
15/08/2550	0.000	9.720
16/08/2550	54.10	12.49
17/09/2550	4.400	4,400
18/09/2550	20.00	12.20
19/09/2550	38.70	21.03
20/09/2550	56.70	29.95
21/09/2550	0.000	23.96
22/09/2550	0.000	19.96
23/09/2550	0.000	17.11
24/09/2550	0.000	14.97
25/09/2550	0.000	13.31
26/09/2550	61.60	18.14
27/09/2550	3.300	16.79
28/09/2550	15.40	16.67
29/09/2550	49.20	19.17
30/09/2550	0.000	17.80
01/10/2550	0.000	0.000
02/10/2550	0.000	0.000



ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
03/10/2550	0.300	0.100
04/10/2550	37.50	9.450
05/10/2550	70.10	21.58
06/10/2550	0.000	17.98
07/10/2550	1.000	15.55
08/10/2550	0.200	13.63
09/10/2550	0.000	12.12
10/10/2550	25.80	13.49
11/10/2550	0.700	12.32
12/10/2550	0.000	11.30
13/10/2550	0.000	10.43
14/10/2550	0.000	9.685
15/10/2550	9.800	9.693
16/10/2550	10.20	9.725
01/11/2550	1.500	1.500
02/11/2550	1.600	1.550
03/11/2550	0.000	1.033
04/11/2550	0.000	0.775
05/11/2550	0.000	0.62
06/11/2550	0.000	0.516
07/11/2550	0.000	00.00
08/11/2550	0.000	0.387
09/11/2550	0.000	0.344
10/11/2550	0.000	0.310
11/11/2550	0.000	0.281
12/11/2550	0.000	0.310
13/11/2550	0.000	00.00
14/11/2550	0.700	0.271
15/11/2550	0.000	0.253

ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2550 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
16/11/2550	0.000	0.235
17/11/2550	0.000	0.000
18/11/2550	0.000	0.000
19/11/2550	1.700	0.566
20/11/2550	0.000	0.425
21/11/2550	0.000	0.340
22/11/2550	0.000	0.283
23/11/2550	0.000	0.248
24/11/2550	0.000	0.212
25/11/2550	0.000	0.188
26/11/2550	0.000	0.170
27/11/2550	0.000	0.154
28/11/2550	0.000	0.141
29/11/2550	0.000	0.130
30/11/2550	0.000	0.121
17/12/2550	0.000	0.000
18/12/2550	0.000	0.000
19/12/2550	0.000	0.000
20/12/2550	0.000	0.000
21/12/2550	0.000	0.000
22/12/2550	0.000	0.000
23/12/2550	0.000	0.000
24/12/2550	0.000	0.000
25/12/2550	0.000	0.000
26/12/2550	0.000	0.000
27/12/2550	0.000	0.000
28/12/2550	0.000	0.000
29/12/2550	0.000	0.000
30/12/2550	0.000	0.000



ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2553

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ต/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
17/01/2553	0.000	0.000
18/01/2553	0.000	0.000
19/01/2553	0.000	0.000
20/01/2553	0.100	0.025
21/01/2553	3.800	0.780
22/01/2553	12.40	2.716
23/01/2553	9.800	1.960
24/01/2553	0.000	3.262
25/01/2553	0.000	2.900
26/01/2553	0.000	2.610
27/01/2553	0.000	2.372
28/01/2553	0.000	2.175
29/01/2553	0.000	2.007
30/01/2553	0.000	1.864
31/01/2553	0.000	1.740
01/02/2553	0.000	0.000
02/02/2553	0.000	0.000
03/02/2553	0.000	0.000
04/02/2553	0.000	0.000
05/02/2553	0.000	0.000
06/02/2553	0.000	0.000
07/02/2553	2.200	0.314
08/02/2553	0.000	0.275
09/02/2553	0.000	0.244
10/02/2553	0.000	0.220
11/02/2553	0.000	0.200
12/02/2553	0.000	0.183
13/02/2553	0.000	0.169
14/02/2553	0.000	0.157



ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปีพ.ศ.2553 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
15/02/2553	0.000	0.147
16/02/2553	0.000	0.137
17/02/2553	0.000	0.000
18/02/2553	0.000	0.000
19/02/2553	0.000	0.000
20/02/2553	0.000	0.000
21/02/2553	0.000	0.000
22/02/2553	0.000	0.000
23/02/2553	0.000	0.000
24/02/2553	0.000	0.000
25/02/2553	0.000	0.000
26/02/2553	0.000	0.000
27/02/2553	0.000	0.000
28/02/2553	0.000	0.000
01/03/2553	0.000	0.000
02/03/2553	0.000	0.000
03/03/2553	0.000	0.000
04/03/2553	0.000	0.000
05/03/2553	0.000	0.000
06/03/2553	0.000	0.000
07/03/2553	0.000	0.000
08/03/2553	0.000	0.000
09/03/2553	0.000	0.000
10/03/2553	0.000	0.000
11/03/2553	0.000	0.000
12/03/2553	0.000	0.000
13/03/2553	0.000	0.000
14/03/2553	0.000	0.000
15/03/2553	0.000	0.000



ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2553 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
15/03/2553	0.000	0.000
16/03/2553	0.000	0.000
01/04/2553	0.000	0.000
02/04/2553	0.000	0.000
03/04/2553	0.000	0.000
04/04/2553	1.000	0.250
05/04/2553	0.000	0.200
06/04/2553	0.000	0.166
07/04/2553	0.000	0.142
08/04/2553	0.000	0.125
09/04/2553	0.000	0.111
10/04/2553	9.400	1.040
11/04/2553	0.000	0.945
12/04/2553	0.000	0.866
13/04/2553	0.000	0.800
14/04/2553	0.000	0.742
15/04/2553	0.000	0.693
16/04/2553	0.000	0.650
01/05/2553	0.000	0.000
02/05/2553	0.000	0.000
03/05/2553	1.200	0.400
04/05/2553	0.000	0.300
05/05/2553	0.000	0.240
06/05/2553	0.000	0.200
07/05/2553	0.000	0.171
08/05/2553	0.000	0.150
09/05/2553	0.000	0.133
10/05/2553	0.000	0.120
11/05/2553	16.00	1.563

ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2553 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ต/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
12/05/2553	0.000	1.433
13/05/2553	0.000	1.323
14/05/2553	0.000	1.228
15/05/2553	0.000	1.146
16/05/2553	11.10	1.768
17/05/2553	5.300	5.300
18/05/2553	0.000	2.650
19/05/2553	0.000	1.766
20/05/2553	0.000	1.325
21/05/2553	0.000	1.060
22/05/2553	1.200	1.083
23/05/2553	4.400	1.557
24/05/2553	0.000	1.362
25/05/2553	24.70	3.955
26/05/2553	7.000	4.260
27/05/2553	11.40	4.909
28/05/2553	0.000	4.500
29/05/2553	1.000	4.230
30/05/2553	0.000	3.928
31/05/2553	0.000	3.666
01/06/2553	0.000	0.000
02/06/2553	0.000	0.000
03/06/2553	26.20	8.733
04/06/2553	0.300	6.625
05/06/2553	0.800	5.460
06/06/2553	0.000	4.550
07/06/2553	38.50	9.400
08/06/2553	0.000	8.225
09/06/2553	10.80	8.511



ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2553 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
10/06/2553	15.20	9.180
11/06/2553	24.30	10.55
12/06/2553	0.800	9.741
13/06/2553	0.000	8.992
14/06/2553	0.000	8.350
15/06/2553	0.000	7.793
16/06/2553	0.000	7.306
01/07/2553	0.000	0.000
02/07/2553	0.000	0.000
03/07/2553	0.000	0.000
04/07/2553	0.000	0.000
05/07/2553	0.000	0.000
06/07/2553	0.000	0.000
07/07/2553	0.000	0.000
08/07/2553	0.000	0.000
09/07/2553	0.000	0.000
10/07/2553	0.000	0.000
11/07/2553	0.000	0.000
12/07/2553	0.000	0.000
13/07/2553	0.000	0.000
14/07/2553	7.400	0.528
15/07/2553	0.000	0.000
16/07/2553	0.000	0.000
01/08/2553	0.000	0.000
02/08/2553	27.80	13.90
03/08/2553	2.900	10.23
04/08/2553	2.800	6.454
05/08/2553	4.100	7.520
06/08/2553	6.800	7.400

ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2553 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
07/08/2553	0.000	6.342
08/08/2553	0.000	5.550
09/08/2553	0.900	5.033
10/08/2553	11.20	5.650
11/08/2553	14.50	6.454
12/08/2553	0.000	5.916
13/08/2553	0.000	5.461
14/08/2553	34.00	7.500
15/08/2553	0.000	7.000
16/08/2553	0.000	6.562
17/09/2553	0.000	0.000
18/09/2553	39.20	39.20
19/09/2553	4.100	21.65
20/09/2553	0.000	14.43
21/09/2553	0.000	10.82
22/09/2553	13.20	11.30
23/09/2553	22.80	13.21
24/09/2553	0.000	11.32
25/09/2553	0.000	9.912
26/09/2553	0.000	8.811
27/09/2553	0.000	7.930
28/09/2553	2.200	7.409
29/09/2553	3.000	7.041
30/09/2553	5.900	6.953
01/10/2553	0.000	0.000
02/10/2553	1.600	0.800
03/10/2553	0.000	0.533
04/10/2553	0.000	0.400
05/10/2553	4.400	1.200



ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2553 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
06/10/2553	2.800	1.466
07/10/2553	0.000	1.257
08/10/2553	0.000	1.100
09/10/2553	0.000	0.977
10/10/2553	0.000	0.880
11/10/2553	0.000	0.800
12/10/2553	4.200	1.083
13/10/2553	23.50	2.807
14/10/2553	0.000	2.607
15/10/2553	8.500	3.000
16/10/2553	10.20	3.450
01/11/2553	0.000	0.000
02/11/2553	0.000	0.000
03/11/2553	0.000	0.000
04/11/2553	0.000	0.000
05/11/2553	0.000	0.000
06/11/2553	0.000	0.000
07/11/2553	0.000	0.000
08/11/2553	0.000	0.000
09/11/2553	0.000	0.000
10/11/2553	0.000	0.000
11/11/2553	0.000	0.000
12/11/2553	0.000	0.000
13/11/2553	0.000	0.000
14/11/2553	0.000	0.000
15/11/2553	0.000	0.000
16/11/2553	0.000	0.000
17/11/2553	0.000	0.000
18/11/2553	0.000	0.000

ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2553 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
19/11/2553	0.000	0.000
20/11/2553	0.000	0.000
21/11/2553	0.000	0.000
22/11/2553	0.000	0.000
23/11/2553	0.000	0.000
24/11/2553	0.000	0.000
25/11/2553	0.000	0.000
26/11/2553	0.000	0.000
27/11/2553	0.000	0.000
28/11/2553	0.000	0.000
29/11/2553	0.000	0.000
30/11/2553	0.000	0.000
17/12/2553	0.000	0.000
18/12/2553	0.000	0.000
19/12/2553	0.000	0.000
20/12/2553	0.000	0.000
21/12/2553	0.000	0.000
22/12/2553	0.000	0.000
23/12/2553	0.000	0.000
24/12/2553	0.000	0.000
25/12/2553	0.000	0.000
26/12/2553	0.400	0.040
27/12/2553	0.000	0.036
28/12/2553	0.000	0.033
29/12/2553	0.000	0.030
30/12/2553	0.000	0.028
31/12/2553	0.000	0.026



ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
17/01/2555	0.000	0.000
18/01/2555	0.000	0.000
19/01/2555	0.200	0.066
20/01/2555	42.30	10.62
21/01/2555	24.30	13.36
22/01/2555	1.100	11.31
23/01/2555	0.000	9.700
24/01/2555	0.000	8.487
25/01/2555	0.000	7.544
26/01/2555	0.000	6.790
27/01/2555	0.000	6.172
28/01/2555	0.000	5.658
29/01/2555	0.000	5.223
30/01/2555	0.000	4.850
31/01/2555	0.000	4.526
01/02/2555	0.000	0.000
02/02/2555	0.000	0.000
03/02/2555	0.000	0.000
04/02/2555	0.000	0.000
05/02/2555	0.000	0.000
06/02/2555	0.000	0.000
07/02/2555	0.000	0.000
08/02/2555	0.000	0.000
09/02/2555	0.000	0.000
10/02/2555	0.000	0.000
11/02/2555	0.000	0.000
12/02/2555	0.000	0.000
13/02/2555	0.000	0.000
14/02/2555	0.000	0.000

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
15/02/2555	0.000	0.000
16/02/2555	0.000	0.000
17/02/2555	0.000	0.000
18/02/2555	0.000	0.000
19/02/2555	0.000	0.000
20/02/2555	0.000	0.000
21/02/2555	0.000	0.000
22/02/2555	0.000	0.000
23/02/2555	0.000	0.000
24/02/2555	0.000	0.000
25/02/2555	0.000	0.000
26/02/2555	0.000	0.000
27/02/2555	0.000	0.000
28/02/2555	0.100	0.003
01/03/2555	0.000	0.000
02/03/2555	0.000	0.000
03/03/2555	1.200	0.400
04/03/2555	0.000	0.300
05/03/2555	0.000	0.240
06/03/2555	0.000	0.200
07/03/2555	0.000	0.171
08/03/2555	0.000	0.150
09/03/2555	0.400	0.177
10/03/2555	0.000	0.160
11/03/2555	0.000	0.145
12/03/2555	0.000	0.133
13/03/2555	0.000	0.123
14/03/2555	0.000	0.114
15/03/2555	0.000	0.106



ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
16/03/2555	0.000	0.100
01/04/2555	0.000	0.000
02/04/2555	0.000	0.000
03/04/2555	0.000	0.000
04/04/2555	0.000	0.000
05/04/2555	30.70	6.140
06/04/2555	34.55	10.87
07/04/2555	0.200	9.350
08/04/2555	4.200	8.706
09/04/2555	0.000	7.738
10/04/2555	0.000	6.965
11/04/2555	2.900	6.595
12/04/2555	0.000	6.045
13/04/2555	0.000	5.580
14/04/2555	2.500	5.360
15/04/2555	0.000	5.003
16/04/2555	0.000	4.690
01/05/2555	0.000	0.000
02/05/2555	0.000	0.000
03/05/2555	0.000	0.000
04/05/2555	0.100	0.025
05/05/2555	0.200	0.060
06/05/2555	54.20	9.083
07/05/2555	47.90	14.62
08/05/2555	2.900	13.16
09/05/2555	33.50	15.42
10/05/2555	4.200	14.30
11/05/2555	1.200	13.10
12/05/2555	0.000	12.01

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
13/05/2555	0.900	11.16
14/05/2555	0.000	10.36
15/05/2555	0.000	9.673
16/05/2555	0.000	9.068
17/05/2555	0.000	0.000
18/05/2555	0.000	0.000
19/05/2555	0.000	0.000
20/05/2555	0.000	0.000
21/05/2555	0.000	0.000
22/05/2555	0.000	0.000
23/05/2555	0.000	0.000
24/05/2555	24.20	3.025
25/05/2555	33.50	6.411
26/05/2555	0.000	5.770
27/05/2555	182.3	21.81
28/05/2555	7.500	20.62
29/05/2555	15.30	20.21
30/05/2555	7.000	19.27
31/05/2555	0.000	17.98
01/06/2555	0.000	0.000
02/06/2555	0.000	0.000
03/06/2555	0.000	0.000
04/06/2555	0.000	0.000
05/06/2555	9.800	1.960
06/06/2555	0.000	1.633
07/06/2555	0.000	1.400
08/06/2555	10.40	2.525
09/06/2555	11.20	3.488
10/06/2555	0.000	3.140

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
11/06/2555	0.000	2.854
12/06/2555	0.000	2.616
13/06/2555	0.000	2.415
14/06/2555	0.200	2.257
15/06/2555	0.000	2.106
16/06/2555	0.000	1.975
01/07/2555	0.000	0.000
02/07/2555	5.500	2.750
03/07/2555	0.000	1.833
04/07/2555	1.500	1.750
05/07/2555	2.600	1.920
06/07/2555	0.000	1.600
07/07/2555	0.000	1.374
08/07/2555	0.000	1.200
09/07/2555	0.000	1.066
10/07/2555	0.000	0.960
11/07/2555	37.30	4.263
12/07/2555	0.000	3.908
13/07/2555	0.000	3.607
14/07/2555	24.90	5.128
15/07/2555	0.000	4.786
16/07/2555	0.000	4.487
01/08/2555	0.400	0.400
02/08/2555	1.000	0.700
03/08/2555	0.000	0.466
04/08/2555	0.000	0.350
05/08/2555	3.700	1.020
06/08/2555	0.000	0.850
07/08/2555	0.000	0.728

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
08/08/2555	1.800	0.862
09/08/2555	51.70	6.511
10/08/2555	21.20	7.980
11/08/2555	10.80	8.236
12/08/2555	0.000	7.550
13/08/2555	0.000	6.969
14/08/2555	0.000	6.471
15/08/2555	0.000	6.040
16/08/2555	2.300	5.806
17/09/2555	0.000	0.000
18/09/2555	2.500	1.250
19/09/2555	0.000	0.833
20/09/2555	0.000	0.625
21/09/2555	0.000	0.500
22/09/2555	0.000	0.416
23/09/2555	0.000	0.357
24/09/2555	3.300	0.725
25/09/2555	2.400	0.911
26/09/2555	5.500	1.370
27/09/2555	0.000	1.245
28/09/2555	35.00	4.058
29/09/2555	0.400	3.776
30/09/2555	1.100	3.585
01/10/2555	0.000	0.000
02/10/2555	0.000	0.000
03/10/2555	0.000	0.000
04/10/2555	0.000	0.000
05/10/2555	2.600	0.520
06/10/2555	4.200	1.133



ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ว/ต/ป	ปริมาณน้ำฝน	
	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
07/10/2555	0.000	0.971
08/10/2555	35.80	5.325
09/10/2555	10.20	5.866
10/10/2555	0.000	5.280
11/10/2555	0.000	4.800
12/10/2555	0.000	4.400
13/10/2555	0.000	4.061
14/10/2555	0.000	3.771
15/10/2555	0.000	3.520
16/10/2555	0.000	3.300
17/10/2555	0.000	0.000
18/10/2555	0.000	0.000
19/10/2555	0.000	0.000
20/10/2555	0.000	0.000
21/10/2555	0.000	0.000
22/10/2555	0.000	0.000
23/10/2555	0.000	0.000
24/10/2555	0.000	0.000
25/10/2555	0.000	0.000
26/10/2555	0.000	0.000
27/10/2555	0.000	0.000
28/10/2555	0.000	0.000
29/10/2555	0.000	0.000
30/10/2555	0.000	0.000
31/10/2555	0.000	0.000
01/11/2555	0.000	0.000
02/11/2555	0.000	0.000
03/11/2555	0.000	0.000
04/11/2555	0.000	0.000

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
05/11/2555	0.000	0.000
06/11/2555	0.000	0.000
07/11/2555	0.000	0.000
08/11/2555	0.000	0.000
09/11/2555	0.000	0.000
10/11/2555	0.000	0.000
11/11/2555	0.000	0.000
12/11/2555	0.000	0.000
13/11/2555	0.000	0.000
14/11/2555	0.000	0.000
15/11/2555	0.000	0.000
16/11/2555	0.000	0.000
17/11/2555	0.000	0.000
18/11/2555	0.000	0.000
19/11/2555	0.000	0.000
20/11/2555	0.000	0.000
21/11/2555	0.000	0.000
22/11/2555	0.000	0.000
23/11/2555	0.000	0.000
24/11/2555	0.000	0.000
25/11/2555	1.700	0.188
26/11/2555	7.400	0.910
27/11/2555	0.000	0.827
28/11/2555	0.000	0.758
29/11/2555	0.000	0.700
30/11/2555	0.000	0.650
17/12/2555	0.000	0.000
18/12/2555	0.000	0.000
19/12/2555	0.000	0.000

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน เดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ.2555 (ต่อ)

ปริมาณน้ำฝน		
ว/ด/ป	มิลลิเมตร	ค่าเฉลี่ย
20/12/2555	0.000	0.000
21/12/2555	0.000	0.000
22/12/2555	0.000	0.000
23/12/2555	0.000	0.000
24/12/2555	0.000	0.000
25/12/2555	0.000	0.000
26/12/2555	0.000	0.000
27/12/2555	0.000	0.000
28/12/2555	0.000	0.000
29/12/2555	0.000	0.000
30/12/2555	0.000	0.000
31/12/2555	0.000	0.000

ประวัติย่อผู้ทำโครงการ

ประวัติย่อผู้ทำโครงการ



ชื่อ นามสกุล	นางสาว ทิพย์ธัช แก้วคุณ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ 2534
จังหวัด และประเทศที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร พ.ศ. 2557 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ (อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 65 หมู่ 6 ตำบลบางทรายใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร 49000

ประวัติย่อผู้ทำโครงการ



ชื่อ นามสกุล

นางสาว ศิริพิบูลย์ จี้อิผิมาย

วัน เดือน ปีเกิด

วันที่ 15 มกราคม พ.ศ 2534

จังหวัด และประเทศที่เกิด

อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปากคาดพิทยาคม

อำเภอปากคาด จังหวัดบึงกาฬ

พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปากคาดพิทยาคม

อำเภอปากคาด จังหวัดบึงกาฬ

พ.ศ. 2557 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาฟิสิกส์ประยุกต์

(อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้

บ้านเลขที่ 243 หมู่ 15 บ้านโพนงาม ตำบลศรีชมภู

อำเภอโซ่พิสัย จังหวัดบึงกาฬ 38170