

การใช้ดัชนีพืชพรรณมาตรฐานเพื่อประเมินพื้นที่ความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Using Standardized Vegetation Index to Assess Drought Areas in Northeast Thailand

เอกรัฐ สีขาว¹

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์^{1,2}

รัศมี สุวรรณวีระกำจร^{1,2}

¹ ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Aggarat Seekaw¹

Charat Mongkolsawat^{1,2}

Rasame Suwanweerakamton^{1,2}

¹ Geo-informatics Centre for Development of

Northeast Thailand, Khon Kaen University

² Regional Center for Geo-Informatics and Space

Technology Northeast Thailand

บทคัดย่อ

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับติดตามความแห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มาซึ่งข้อมูลไม่ทันต่อเหตุการณ์ ความถี่ของข้อมูลไม่เพียงพอและข้อมูลไม่สมบูรณ์ ข้อมูลพืชพรรณจากดาวเทียมเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจึงจำเป็นเพื่อใช้ประเมินพื้นที่ความแห้งแล้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อหาดัชนีพืชพรรณมาตรฐานของช่วงเวลาตามฤดูกาลในการเพิ่มเทคนิคในการติดตามความแห้งแล้งของพื้นที่ให้ทันต่อเหตุการณ์ด้วยข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Terra-MODIS 10 ปี (2544-2553) วิเคราะห์ค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-score) ของดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ครอบคลุมทั้งภาค ใช้ในการประมาณการสภาพของพืชพรรณเปรียบเทียบกันเชิงพื้นที่จาก NDVI เฉลี่ย 10 ปีใน 4 ช่วงของฤดูกาล แล้วตรวจสอบความถูกต้องดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน (Standardized Vegetation Index: SVI) กับดัชนีมาตรฐานของน้ำฝน (Standardized Precipitation Index: SPI) ในช่วงเดียวกัน ผลที่ได้รับให้ดัชนีทั้งเชิงเวลา

และเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ในการบอกขนาดและความรุนแรงของความแห้งแล้งในระดับความละเอียด 250 เมตร SVI มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและ SPI เชิงเวลาและพื้นที่ ดัชนี SVI สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งเชิงเวลาและเชิงพื้นที่

คำสำคัญ: ดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน, ความแห้งแล้ง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ABSTRACT

Monitoring areas of drought usually relies on climatic data alone which is not sufficient and often lacks timely data availability and continuous spatial coverage. Analyzing satellite image with climatic data to identify the drought-related vegetation condition is a need for spatial and temporal drought. The objective of this study was to standardize, by period of season, the NDVI to enhance drought-monitoring method. The study area, Northeast Thailand covers an area of about

170,000 km². A ten-year (2001-2010) history of Terra MODIS covering the study area was used to calculate Z-score of the NDVI distribution which can be estimated the range of vegetation condition relative to the ten-year average of each period. Comparison of the Standardized Vegetation Index (SVI) and Standardized Precipitation Index (SPI) in the same periods was performed to validate the result. Results indicate that the SVI is useful method for monitoring magnitude and severity of drought at a spatial of resolution of 250 m. The greater relationships between the SVI and rainfall-derived data (SPI) was found. The SVI value is capable of providing a rapid indicator of temporal and spatial drought in the Northeast Thailand.

KEY WORDS: standardized vegetation index, drought, Northeast Thailand.

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจสอบความแห้งแล้งให้มีความถูกต้องนั้นเป็นสิ่งที่มีความท้าทายสูง เพราะความแห้งแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เริ่มเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ความแห้งแล้งจะมีความรุนแรงต่างกันเมื่อปริมาณน้ำฝนขาดสมดุลในพื้นที่และระยะเวลา จึงทำให้ยากแก่การที่จะเปรียบเทียบว่าในช่วงเวลาหนึ่งแห้งแล้งกว่าอีกช่วงเวลาหนึ่งได้ (Peters et al., 2002) ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับติดตามความแห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มาซึ่งข้อมูลไม่ทันต่อเหตุการณ์ ความถี่ของข้อมูลไม่เพียงพอและข้อมูลไม่สมบูรณ์ ข้อมูลพืชพรรณจากดาวเทียมเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเป็นทางเลือกเพื่อใช้ประเมินพื้นที่ความแห้งแล้ง

การวิเคราะห์ความแห้งแล้งมักจะใช้ข้อมูลหลากหลายทั้งข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน การระเหยของน้ำเป็นต้น ซึ่งมักจะมีข้อมูลไม่ครอบคลุมทั้งพื้นที่ ความแห้งแล้งอาจจะสามารถวิเคราะห์ได้ ณ จุดใด

จุดหนึ่งซึ่งมีข้อมูลและรวบรวมได้ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นแหล่งข้อมูลที่มีการจัดเก็บได้อย่างต่อเนื่องและมีข้อมูลที่บ่งบอกตำแหน่งได้ (Mongkolsawat et al., 2009) ความแห้งแล้งไม่มีนิยามเป็นสากลที่ชัดเจน เพียงให้นิยามเป็นช่วงของอากาศแห้งแล้งและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ (Heim, 2002) ความชื้นในดิน การเจริญเติบโตของพืชเป็นดัชนีที่สำคัญโดยตรงที่สุดของเหตุการณ์ความแห้งแล้ง โดยข้อมูลจากดาวเทียม Terra/MODIS เป็นข้อมูลดาวเทียมที่ให้โอกาสในการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณได้ โดยเฉพาะชุดผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 ซึ่งเป็นข้อมูล NDVI ที่มีคุณภาพ แทนที่จะรวบรวมข้อมูลอากาศจำนวนมาก โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภูมิภาคที่ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1:3 ของประเทศไทย การวิเคราะห์ความแห้งแล้งอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพต้องอาศัยข้อมูลมากและมักไม่ทันต่อเหตุการณ์จากการศึกษา (Mongkolsawat et al., 2001) โดยใช้ข้อมูลบูรณาการของปริมาณน้ำฝน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้ภาพรวมโดยเฉลี่ยของภูมิภาค แต่ไม่สามารถตอบสนองเหตุการณ์เฉพาะหน้าได้ ดังนั้นการวิเคราะห์เพื่อทำมาตรฐานของดัชนี NDVI น่าจะเป็นแนวทางที่ตอบสนองแสดงความแห้งแล้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลาได้อย่างรวดเร็วตามช่วงเวลาที่ได้ซึ่งข้อมูล MODIS ซึ่งข้อมูลดาวเทียมซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถอธิบายถึงลักษณะทางชีวภาพและกายภาพของพื้นผิวดินและพืชพรรณ โดยทำการเน้นข้อมูลด้วยดัชนี (Index) เชิงสเปกตรัม เช่น ดัชนี NDVI ที่จะบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพพืชพรรณในแต่ละช่วงของสภาวะอากาศได้เป็นอย่างดี (ชาร์ตัน มงคลสวัสดิ์, 2540; Rhee, 2010)

การศึกษาค้นคว้านี้มีพื้นฐานจากการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS ในชุดผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 เพื่อนำมาตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งของพืชพรรณด้วย ดัชนีพืชพรรณมาตรฐาน (Standardized Vegetation Index: SVI) (Peters et al., 2002) โดย SVI ช่วยให้เห็นองศาความเขียวขจีของพืชพรรณในแง่ความน่าจะเป็นในแต่ละจุดภาพในช่วงฤดูกาล

ต่างๆ ในช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2544-2553) เพื่อแสดงให้เห็นถึง การเปรียบเทียบระดับความแห้งแล้งที่สูงและต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 10 ปี ตามช่วงฤดูกาล และได้ใช้ดัชนี ปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI) มาทำการเทียบในเชิงเวลา โดยดัชนี SPI ใช้ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียวในการคำนวณหาค่า ระดับความแห้งแล้ง และเป็นเครื่องมือตรวจวัดเชิงเวลาที่ สามารถปรับให้เข้ากับแต่ละสถานการณ์ โดยสามารถ กำหนดช่วงในการใช้ค่าปริมาณน้ำฝนได้ตามความ ต้องการ (McKee, 1993; 1995)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อหา SVI จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS หลายช่วงเวลา และใช้ SVI ประเมินพื้นที่ที่ เกิดความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่ บริเวณภาค ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

3. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร มีขอบเขตการปกครองแบ่ง ออกเป็น 20 จังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งอยู่ ระหว่างละติจูด 14° 7' ถึงละติจูด 18° 26' เหนือ และ ลองจิจูด 100° 54' ถึง ลองจิจูด 105° 38' ตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะเหมือนกันกระเพาะ โดย ที่บริเวณตอนกลางของภูมิภาคต่ำลงไปเป็นแอ่ง โดยมี ภูเขายกตัวขึ้นมาเป็นขอบสูงชันสองด้าน ระดับความสูง ของพื้นที่ร้อยละ 66 อยู่ระหว่าง 120-200 เมตรจาก ระดับน้ำทะเล (ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, 2549) ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุม โดย มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ได้นำเอาฝนมาตกในภูมิภาค ฝนจะ เริ่มตกในช่วงเดือนเมษายนถึงตุลาคม โดยส่วนใหญ่จะมี ปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน (ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และคณะ, 2550) ในพื้นที่ที่มีปริมาณ น้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี (2544-2553) ประมาณ 1,400 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำฝนต่อปีประมาณ 1,200-1,600 มิลลิเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดิน/พื้นที่การเกษตรแบ่งเป็น พื้นที่นาข้าว, พืชไร่, ไม้ผล/ไม้ยืนต้น, พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์

น้ำ, การเกษตรอื่นๆ และพื้นที่นอกการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 37.95, 41.49, 15.10, 3.01, 0.11 และ 2.33 ตามลำดับ (สุพรรณ กาญจนสุธรรม และคณะ, 2544) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ป่าไม้ประเภทต่างๆ ในปี พ.ศ. 2543 จำแนกเป็น ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าสนเขา ป่าบุ่ง-ป่าทาม ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และ ป่าไผ่ รวมพื้นที่ป่าได้ 25,190.036 ตารางกิโลเมตร (ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, 2549)

4. ข้อมูล

การประเมินพื้นที่แห้งแล้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยดัชนีพืชพรรณมาตรฐานจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลใน การศึกษาดังนี้

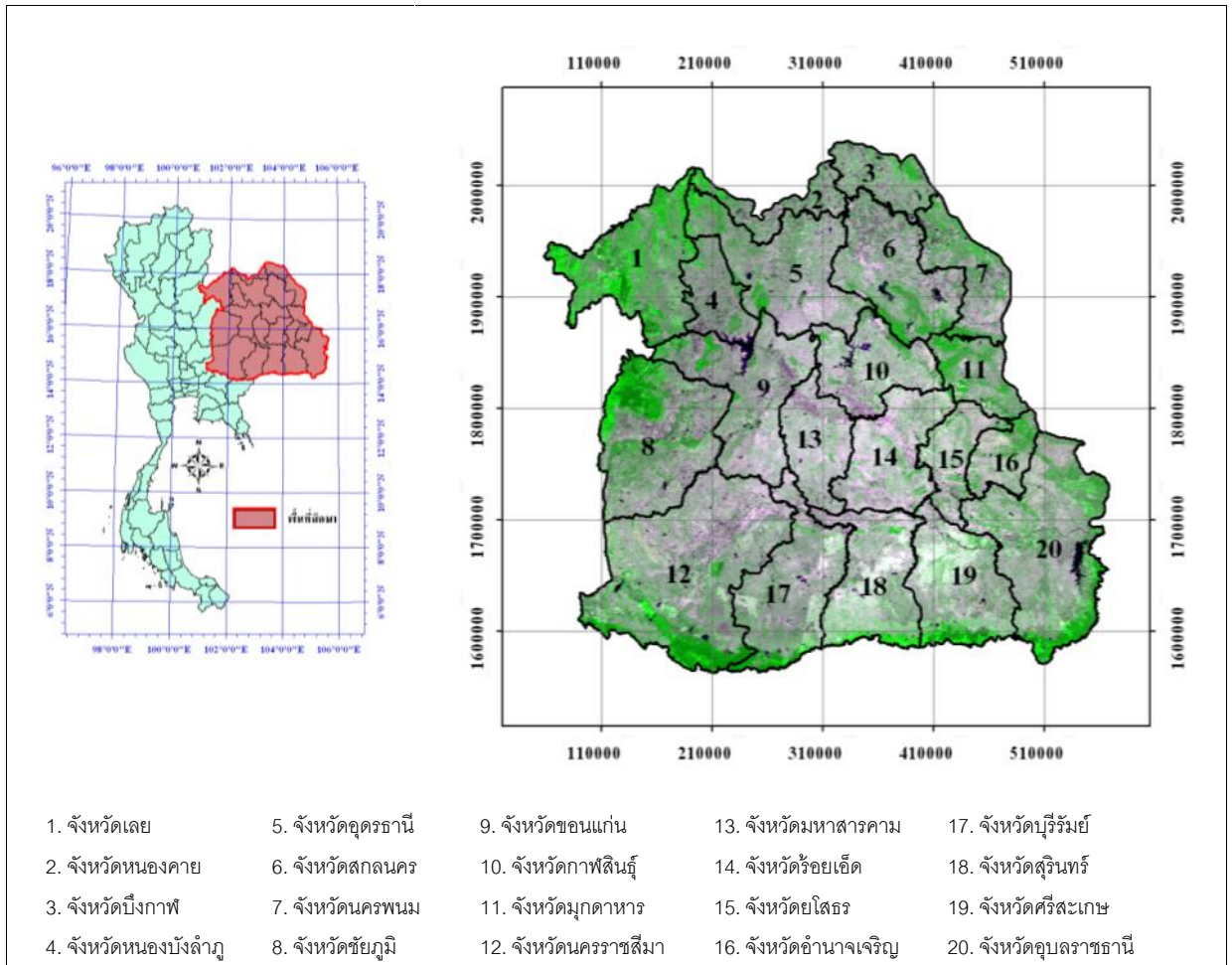
4.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS

ดาวเทียม Terra/MODIS ถูกออกแบบมาเพื่อ ติดตามและตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมีความกว้างของ swath ประมาณ 2,330 กิโลเมตร ความ ละเอียดของเชิงพื้นที่มีตั้งแต่ 250 เมตร ถึง 1000 เมตร มี ระบบการบันทึก 36 ช่วงคลื่น และการบันทึกข้อมูล ครอบคลุมพื้นที่ทั่วทั้งโลกได้ภายใน 2 วัน ดังนั้น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS จึงเหมาะสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ที่เป็นบริเวณกว้าง ใหญ่ เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในการศึกษาได้ใช้ชุด ผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 เป็นชุดข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices) (ตารางที่ 1) ทำการรวบรวม ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2553 โดยที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือที่แบ่งออกเป็น 2 ระวัง คือ ระวัง ที่ h27v07 กับ h28v07 (รูปที่ 2) ดังนั้นต้องทำการ Mosaic Image เพื่อต่อภาพทั้งสองระวังเข้าด้วยกัน เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จากนั้นทำการ ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) โดยใช้พิกัดอ้างอิงให้มีพิกัดในระบบ WGS84 - UTM zone 48N โดยประเมินค่าของจุดภาพ (pixels) ด้วยวิธี Nearest Neighbor และทำการตัดภาพถ่าย ดาวเทียมโดยใช้ขอบเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 3) เป็นระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2543-2553 เพื่อนำ

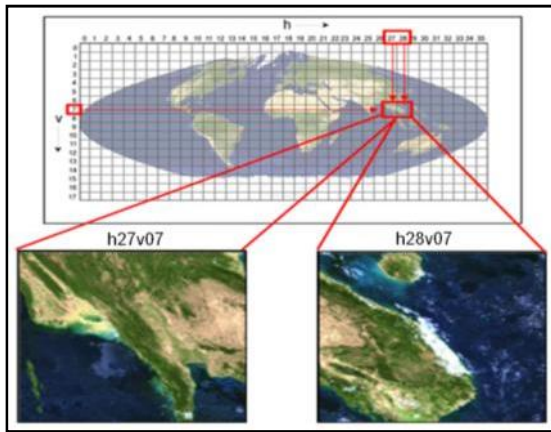
ปริมาณน้ำฝนมาตรวจสอบหาความสัมพันธ์เชิงเวลากับค่าเฉลี่ย SVI เป็นราย 16 วัน และทำการวิเคราะห์ดัชนี SPI เพื่อใช้ในการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับ SVI



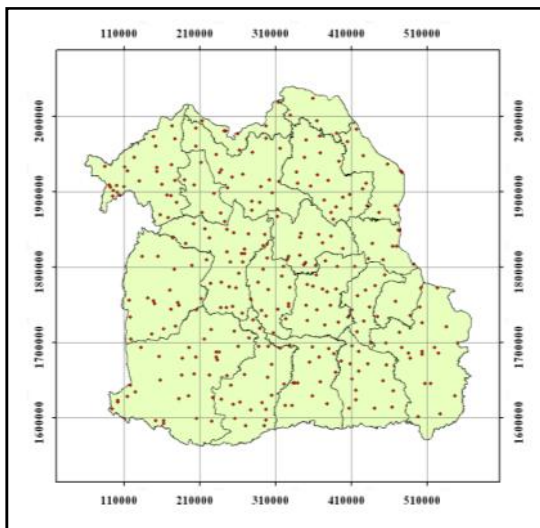
รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ Terra/MODIS

รายการ	ผลิตภัณฑ์ MODIS
ชุดผลิตภัณฑ์	MOD13Q1
ชื่อผลิตภัณฑ์	Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m
ข้อมูลที่ใช้จากผลิตภัณฑ์	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
ความแยกชัดเชิงพื้นที่	250 เมตร
ระยะเวลาการได้มาซึ่งข้อมูล	ข้อมูล NDVI ราย 16 วัน
ระวางชุดข้อมูล	มี 2 ระวาง ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา คือ h27v07 และ h28v07
ช่วงเวลาของข้อมูล	01 มกราคม 2544 ถึง 19 ธันวาคม 2553



รูปที่ 2 ภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ระยะเวลา h27v07 และ h28v07 ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย



รูปที่ 3 ตำแหน่งสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน

5. วิธีการศึกษา

ในการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ โดยมีลำดับในการตรวจสอบความแห้งแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 ขั้นตอน คือ 1) ตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 2) การวิเคราะห์ SVI 3) การวิเคราะห์ ปริมาณน้ำฝนและ SPI 4) ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเวลาจากค่าเฉลี่ย 16 วันระหว่าง SVI กับ ปริมาณน้ำฝน และตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่จาก 16 วันระหว่าง SVI กับ SPI และ 5) ทำแผนที่ความแห้งแล้งจากดัชนี SVI และสรุปผลการวิจัย

5.1 การตรวจสอบเอกสาร

ทำการสืบค้นเอกสาร บทความ และวิจัยทางการรับรู้จากระยะไกลที่เกี่ยวข้องกับดัชนีความแห้งแล้ง (Drought Indices) ต่าง ๆ (ตารางที่ 2) เพื่อศึกษาวิธีการและขั้นตอนในการศึกษา และตรวจสอบข้อมูลอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ประกอบการประเมินความแห้งแล้ง อาทิ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/MODIS หลายช่วงเวลาทีครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประเมินความแห้งแล้งดัชนีความแห้งแล้งเชิงสเปกตรัม

5.2 การวิเคราะห์ SVI

เนื่องจาก SVI เป็นค่าที่พัฒนามาจาก NDVI ในการศึกษาได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/MODIS ภาย 16 วัน ชุดผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 ข้อมูลที่ใช้จากผลิตภัณฑ์คือข้อมูลดัชนี NDVI ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่มีประโยชน์และยังถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย สำหรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ เนื่องจาก NDVI มีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนและยังเป็นดัชนีที่ใช้กับดาวเทียมที่มีการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นสีแดง (RED) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) โดยมีสมการการคำนวณดังสมการที่ 1

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่

RED = ค่าการสะท้อนในระดับที่ตามองเห็นสีแดง

NIR = ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

ค่า SVI จะขึ้นอยู่กับค่าคะแนนมาตรฐาน (z score) ในแต่ละจุดภาพ (pixel) ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS ในขอบเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (2045 คอลัมน์ 1912 แถว) ค่าคะแนนมาตรฐาน คือ การหาค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยในหน่วยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจาก NDVI

ของแต่ละจุดภาพในแต่ละช่วงฤดูกาล แบ่งเป็น 4 ช่วงเวลา คือ

1. ฤดูฝนช่วงแรก (9 พฤษภาคม - 28 กรกฎาคม)
2. ฤดูฝนช่วงหลัง (13 สิงหาคม - 16 ตุลาคม)
3. ฤดูแล้งช่วงแรก (1 พฤศจิกายน - 17 มกราคม)
4. ฤดูแล้งช่วงหลัง (2 กุมภาพันธ์ - 23 เมษายน)

ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2553 มีสมการในการคำนวณโดย Peters et al. (2002) ดังต่อไปนี้

$$Z_{ijk} = \frac{(\overline{NDVI}_{ijk} - \overline{NDVI}_{ij})}{t_{ij}} \dots\dots\dots(2)$$

โดยที่

\overline{NDVI}_{ij} = ค่าเฉลี่ยทั้งหมด ณ จุดภาพ หรือ ค่าเฉลี่ย ในช่วงเวลานั้นๆ ณ จุดภาพ

$NDVI_{ijk}$ = NDVI ณ จุดภาพที่ i ในช่วงเวลาที่ j ในปีที k

t_{ij} = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดภาพที่ i ในช่วงเวลาที่ j

ค่า Z_{ijk} เป็นค่าสมมติฐานเพื่อให้สอดคล้องกับการแจกแจงปกติมาตรฐานซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานจากทุกจุดภาพในแต่ละช่วงฤดูกาลจากปี พ.ศ. 2544-2553 โดยค่าความน่าจะเป็นของ $SVI = P(Z_{ijk})$ ของค่าคะแนนมาตรฐานจากค่า NDVI เพื่อสะท้อนความน่าจะเป็นของสภาพของพืชพรรณที่น่าจะเกิดขึ้น

$$SVI = \frac{(Z_{ijk} - Z_{ijMIN})}{Z_{ijMAX} - Z_{ijMIN}} \dots\dots\dots(3)$$

โดยที่

Z_{ijk} = ค่า Z ณ จุดภาพที่ i ในช่วงเวลาที่ j ในปีที k

Z_{ijMAX} = ค่า Z มากที่สุด ณ จุดภาพที่ i จากช่วงระยะเวลาที่ j

Z_{ijMIN} = ค่า Z น้อยที่สุด ณ จุดภาพที่ i จากช่วงระยะเวลาที่ j

ความน่าจะเป็นของจุดภาพแสดงเป็นดัชนี SVI เป็นการประมาณค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นของสภาพพืชพรรณในปัจจุบันจากสภาพพืชพรรณในอดีต ค่าของ SVI จะมีค่าอยู่ในช่วงมากกว่าศูนย์แต่น้อยกว่าหนึ่ง ($0 < SVI < 1$) ศูนย์ คือ เป็นค่าคะแนนมาตรฐานต่ำที่สุดของค่า NDVI ณ จุดภาพที่อยู่ในช่วงเวลานั้นในช่วงเวลา 10 ปี และหนึ่ง คือ เป็นค่าคะแนนมาตรฐานสูงที่สุดของค่า NDVI ณ จุดภาพที่อยู่ในช่วงเวลานั้นในช่วงเวลา 10 ปี การจำแนกระดับความแห้งแล้งจาก SVI สามารถจำแนกเป็น 5 ระดับ (ตารางที่ 3)

5.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน และ SPI

ทำการหาเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนให้เป็นราย 16 วัน เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์เชิงเวลากับค่าเฉลี่ย SVI จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมราย 16 วัน และเพื่อนำมาคำนวณหาค่า SPI 4 ช่วงเวลาจากค่าเฉลี่ยรวมของปริมาณน้ำฝนราย 16 วัน และจัดทำแผนที่เพื่อใช้สังเกตความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ SVI เนื่องจาก SPI เป็นดัชนีความแห้งแล้งทางด้านอุตุนิยมิวิทยาที่ใช้ปริมาณน้ำฝนเพียงปัจจัยเดียวในการวิเคราะห์ ซึ่ง SPI ได้พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Mckee et al (1993) เพื่อเฝ้าดูสภาวะแห้งแล้งในช่วงเวลาต่างๆ ที่กำหนด โดย SPI สังเกตได้จากปริมาณฝนสะสมในแต่ละช่วงเวลาที่น่าสนใจ ค่า SPI มีวิธีคำนวณได้จากการหาค่าคำนวณคะแนนมาตรฐาน (Z score) และซึ่งตามปกติปริมาณฝนโดยทั่วไปจะมีการกระจายในรูปแบบฟังก์ชันการแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution) เพื่อความสะดวกและความรวดเร็วในการคำนวณหาค่า SPI จากการใช้ฟังก์ชันการคำนวณค่าจากสมการทางสถิติใน Microsoft Excel จึงได้ใช้ฟังก์ชันการคำนวณ GAMMADIST(x, , , true) คือการส่งกลับค่าการแจกแจงแกมมา เมื่อได้ค่าการแจกแจงแบบแกมมาออกมาแล้วจะใช้ฟังก์ชัน NORMSINV(x) เป็นการส่งกลับค่าผกผันของการแจกแจงแบบปกติ Z ของค่าการแจกแจงแกมมา (Krajinovic, 2010) ดังสมการที่ 4

$$SPI = NORMSINV(GAMMADIST(x, \Gamma, S, true)) \dots\dots(4)$$

โดยที่

NORMSINV(x) = การแจกแจงสะสมปกติมาตรฐาน โดยมีความน่าจะเป็นเท่ากับ x

GAMMADIST(x, r, S, true) = การแจกแจงแกมมา

x = ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วันในช่วงเวลาเดียวกันรายสถานี

โดยฟังก์ชัน GAMMADIST นั้นจะต้องหาค่าการแจกแจงของพารามิเตอร์ r และ S มีสมการการคำนวณดังนี้

$$r = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{\frac{4A}{3}} \right) \dots\dots\dots(5)$$

$$S = \frac{\bar{x}}{r} \dots\dots\dots(6)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \dots\dots\dots(7)$$

โดยที่

r = พารามิเตอร์ alpha ของการแจกแจงแบบแกมมา

S = พารามิเตอร์ beta ของการแจกแจงแบบแกมมา

x = ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงเวลาเดียวกัน

\bar{x} = ค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาเดียวกัน

ln(x) = ค่า log_e ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน

ln(\bar{x}) = ค่าเฉลี่ย log_e ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน

n = จำนวนปีของปริมาณน้ำฝนที่ใช้
พ.ศ. 2544-2553 (n=10)

ค่า SPI จากรายสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนจะนำมาทำการประมาณค่าข้อมูล (Interpolation) ให้เป็นข้อมูลเชิงเลข (Grid data) ด้วยวิธี Inverse Distance Weight (IDW) โดยพิจารณาประเมินระดับความรุนแรง

ของความแห้งแล้งจากเกณฑ์การจำแนกระดับความแห้งแล้งจาก SPI (ตารางที่ 4)

5.4 ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเวลาและพื้นที่

5.4.1 ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเวลา

จากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วันที่ได้ทำการรวบรวมจากสถานีตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาในของเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะนำมาหาความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย SVI ทั้ง 4 ช่วงเวลา ราย 16 วัน เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์จากค่า R ของ Pearson Correlation ว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับ SVI 4 ช่วงเวลามากหรือน้อยและค่าความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางใด

5.4.2 ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่

หลังจากได้แผนที่ความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาจากค่ามาตรฐานปริมาณน้ำฝน SPI 4 ช่วงเวลา ราย 16 วัน ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2544-2553) และแผนที่ความแห้งแล้งทางการรับรู้จากระยะไกลค่าพีชพรรณมาตรฐาน SVI ราย 16 วันในของเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจึงทำการเปรียบเทียบกันเชิงพื้นที่ เพื่อสังเกตรอยละหรือสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้ง โดยกำหนดให้ค่า SPI ที่มีค่าน้อยกว่า -1.49 และ SVI ที่มีค่า 0 ถึง 0.25 เป็นพื้นที่ที่ความแห้งแล้ง ค่า SPI ที่มีค่า -1.49 ถึง 1.49 และ SVI ที่มีค่า 0.25 ถึง 0.75 เป็นพื้นที่ปกติหรือปานกลาง และค่า SPI ที่มีค่า 1.49 ขึ้นไป และ SVI ที่มีค่า 0.75 ถึง 1 เป็นพื้นที่ที่ไม่เกิดความแห้งแล้ง โดยขั้นตอนทั้งหมดในการดำเนินการศึกษาเป็นดังรูปที่ 4

6. ผลการศึกษา

6.1 ผลการวิเคราะห์เชิงเวลา

6.1.1 SVI

การเปลี่ยนแปลงของค่า SVI ในแต่ละช่วงฤดูกาลที่ได้กำหนดไว้ นั้น พบว่า จากค่าเฉลี่ย 10 ปี ในช่วงฤดูแล้งตอนแรกนั้นมีค่าเฉลี่ย 10 ปี สูงที่สุดคือในวันที่ 1 พฤศจิกายน มีค่าเท่ากับ 0.743 และค่ามีการลดลงในช่วงเวลาเดียวกันจนถึงค่าต่ำที่สุดในวันที่ 17 มกราคม

มีค่าเท่ากับ 0.241 ซึ่งเป็นช่วงเวลาสุดท้ายของฤดูแล้งช่วงแรก และในฤดูแล้งช่วงหลังเริ่มมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยที่ในฤดูฝนช่วงแรกและหลัง SVI มีค่าเฉลี่ย 10 ปี เกณฑ์ที่สูงมีค่าของช่วงที่ไม่กว้างมากอยู่ในช่วงประมาณ 0.5-0.7 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง แต่ในช่วงฤดูแล้งช่วงแรกและหลังมีค่าช่วงที่กว้างมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-0.7 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางถึงแห้งแล้ง (รูปที่ 5)

ผลจากการวิเคราะห์ SVI ในระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2553 โดยแสดงค่าเป็นราย 16 วัน ของ 4 ช่วงฤดูกาล คือ ฤดูฝนช่วงแรก (9 พฤษภาคม - 28กรกฎาคม), ฤดูฝนช่วงหลัง (13 สิงหาคม - 16 ตุลาคม), ฤดูแล้งช่วงแรก (1 พฤศจิกายน - 17 มกราคม) และฤดูแล้งช่วงหลัง (2 กุมภาพันธ์ - 23 เมษายน)

ตารางที่ 2 ดัชนีที่เกี่ยวข้องกับความแห้งแล้ง

Drought Indices	Source and reference
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	Lawrence & Ripple, 1998; Chen et al., 2005; Volcani et al., 2005; Bayarjargal et al., 2006; Gu et al., 2007; Shakya & Yamaguchi, 2007; Cheng et al., 2008
Enhanced Vegetation Index (EVI)	Huete et al., 2002; Cheng et al., 2008
The difference of index (dINDEX) & The difference of NDVI	Volcani et al., 2005
Vegetation Condition Index (VCI)	Kogan, 2000; Bayarjargal et al., 2006
Temperature Condition Index (TCI)	Kogan, 2000; Bayarjargal et al., 2006
Vegetation and Temperature Index (VT)	Kogan, 2000; Bayarjargal et al., 2006
Vegetation Health Index (VH)	Bayarjargal et al., 2006
Vegetation Water Temperature Condition Index (VWTCI)	Shakya & Yamaguchi, 2007
Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)	Huete et al., 1997; Lawrence & Ripple, 1998
Modified Soil-Adjusted Vegetation Index (MSAVI)	Lawrence & Ripple, 1998
Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index (OSAVI)	Lawrence & Ripple, 1998
Transformed Soil-Adjusted Vegetation Index (TSAVI)	Lawrence & Ripple, 1998
Perpendicular Drought Index (PDI)	Ghulam et al., 2007
Modified Perpendicular Drought Index (MPDI)	Ghulam et al., 2007
Anomaly Vegetation Index (AVI)	Chen 1994; Kogan 1995
Vegetation Condition Albedo Drought Index (VCADI)	Ghulam et al., 2006
Temperature Drought Vegetation Index (TDVI)	Wang 2001; Sandholt 2002
Vegetation Temperature Condition index (VTCI)	Wang 2001; Sandholt 2002
Global Vegetation Monitoring Index (GVMI)	Ceccato et al., 2002
Normalized Difference Water Index (NDWI)	Gao, 1996; Chen et al., 2005; Gu et al., 2007; Cheng et al., 2008
Shortwave Infrared Water Stress Index (SIWSI)	Fensholt & Sandholt, 2003
Simple Ratio (SR) & Modified SR	Lawrence & Ripple, 1998; Sims & Gamon, 2002
The Normalized Difference Index (NDindex)	Sims & Gamon, 2002
The Modified of Normalized Difference Index (mNDindex)	Sims & Gamon, 2002
Normalized Difference Drought Index (NDDI)	Gu et al., 2007
Land Surface Temperature (LST)	Bayarjargal et al., 2006; Shakya & Yamaguchi, 2007

ตารางที่ 3 ระดับความแห้งแล้งของ SVI

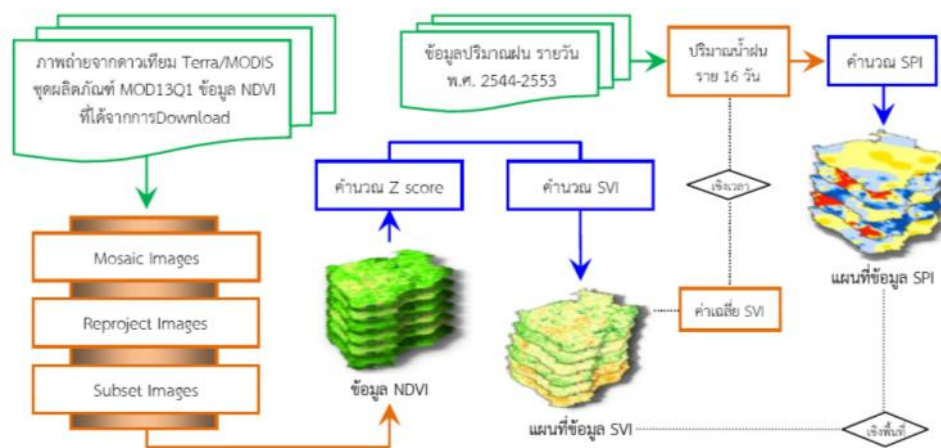
SVI value	Drought Category
0.00 ถึง 0.05	very poor
0.05 ถึง 0.25	poor
0.25 ถึง 0.75	average
0.75 ถึง 0.95	good
0.95 ถึง 1.00	very good

(Peters et al., 2002)

ตารางที่ 4 ระดับความแห้งแล้งของ SPI

SPI value	Drought Category
มากกว่า 2.00	ความชุ่มชื้นมากที่สุด (Extremely wet)
1.50 ถึง 1.99	ความชุ่มชื้นมาก (Severely wet)
1.00 ถึง 1.49	ความชุ่มชื้นปานกลาง (Moderately wet)
0.00 ถึง 0.99	ความชุ่มชื้นน้อย (Mild wet)
-0.99 ถึง 0.00	ความแห้งแล้งน้อย (Mild drought)
-1.00 ถึง -1.49	ความแห้งแล้งปานกลาง (Moderately drought)
-1.50 ถึง -1.99	ความแห้งแล้งมาก (Severe drought)
น้อยกว่า -2.00	ความแห้งแล้งมากที่สุด (Extreme drought)

(McKee, 1993; 1995)



รูปที่ 4 ขั้นตอนการวิเคราะห์

พบว่า ในช่วงฤดูฝนช่วงแรกนั้นมีเฉลี่ย 10 ปี เท่ากับ 0.593 ซึ่งอยู่ในระดับความแห้งแล้งปานกลาง มีค่าเฉลี่ยราย 16 วันในช่วงเวลาแบ่งออกเป็น 6 ช่วงเวลา มีค่าเท่ากับ 0.606, 0.580, 0.533, 0.618, 0.641 และ 0.580 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง

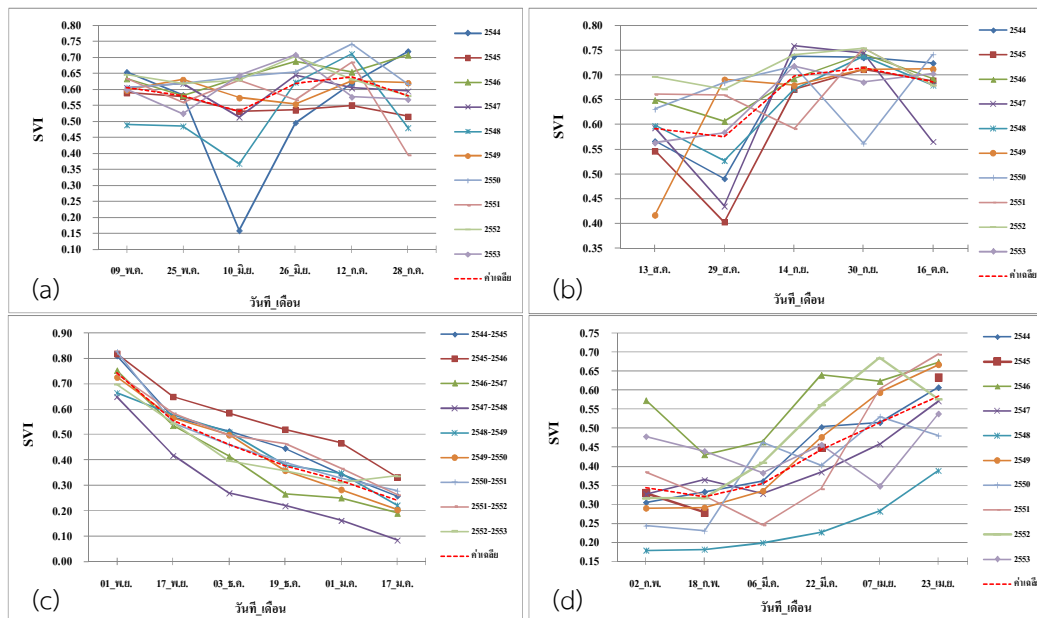
(รูปที่ 5a) ฤดูฝนช่วงหลังมีเฉลี่ย 10 ปี เท่ากับ 0.653 ซึ่งอยู่ในระดับความแห้งแล้งปานกลาง มีค่าเฉลี่ยราย 16 วันในช่วงเวลาแบ่งออกเป็น 5 ช่วงเวลา มีค่าเท่ากับ 0.592, 0.575, 0.681, 0.714 และ 0.687 ตามลำดับ (รูปที่ 5b) ฤดูแล้งช่วงแรก มีเฉลี่ย 10 ปี เท่ากับ 0.449 มีค่าเฉลี่ย

ราย 16 วันในช่วงเวลาแบ่งออกเป็น 6 ช่วงเวลา มีค่าเท่ากับ 0.742, 0.554, 0.460, 0.378, 0.318 และ 0.241 ตามลำดับ (รูปที่ 5c) ฤดูแล้งช่วงหลังนั้นมีเฉลี่ย 10 ปีเท่ากับ 0.426 มีค่าเฉลี่ยราย 16 วันในช่วงเวลาแบ่งออกเป็น 6 ช่วงเวลา มีค่าเท่ากับ 0.343, 0.319, 0.354, 0.444, 0.515 และ 0.583 ตามลำดับ (รูปที่ 5d)

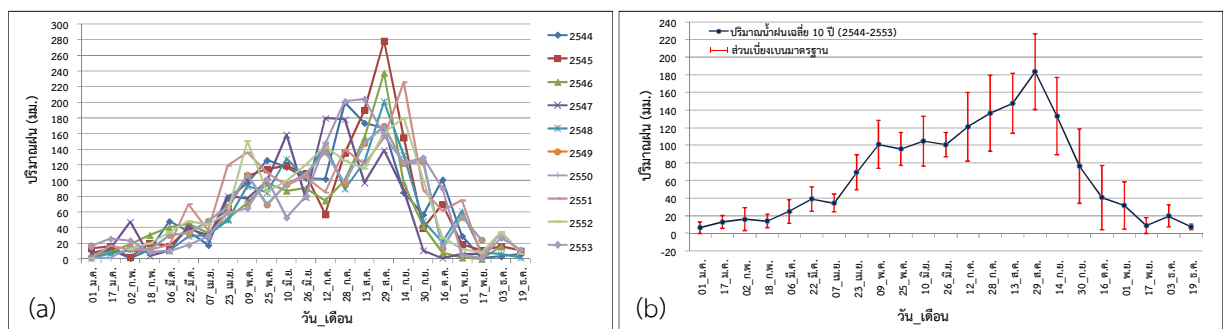
6.1.2 ปริมาณฝน

จากปริมาณฝนราย 16 วัน 10 ปี (2544-2553) มีการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย รายปี และ 10 ปี พบว่า โดยการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันทุกๆ ปี คือในช่วงเดือน

มกราคมมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนมีปริมาณต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึงประมาณช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายนซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสูงที่สุดและเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนถึงจุดต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคมและมกราคมในปีถัดไป(รูปที่ 6a) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน และช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมมีปริมาณน้ำฝนน้อยความแตกต่างกันไม่มากช่วงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงมีความแปรปรวนไม่มากนัก ปริมาณน้ำฝนจะมีความแปรปรวนต่างกันมากจะอยู่ในช่วงปลายเดือนเมษายนถึงช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน (รูปที่ 6b)



รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ย SVI 16 วัน รายช่วงเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2544-2553) 4 ช่วงฤดูกาล ฤดูฝนช่วงแรก (a), ฤดูฝนช่วงหลัง (b), ฤดูแล้งช่วงแรก (c), และฤดูแล้งช่วงหลัง (d)



รูปที่ 6 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน ระยะเวลา 10 ปี (a) , ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2553 (b)

6.1.3 ความสัมพันธ์เชิงเวลาระหว่าง SVI กับ ปริมาณน้ำฝน

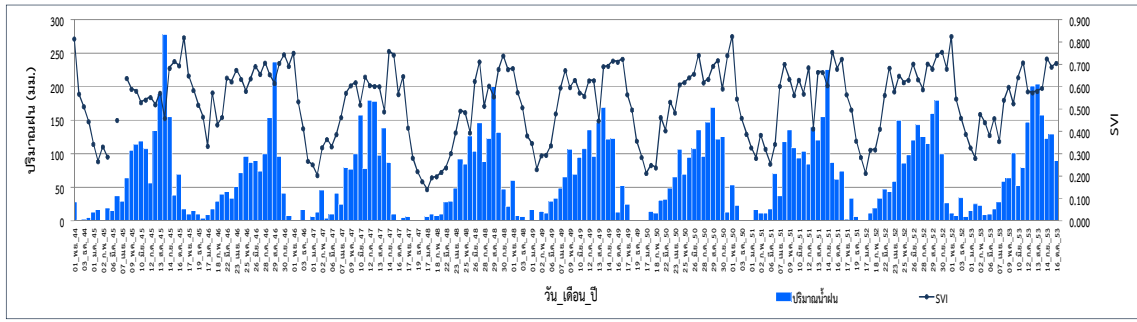
จากค่าเฉลี่ยราย 16 วันของ SVI และ ปริมาณน้ำฝน พบว่า การเปลี่ยนแปลงในเชิงเวลาของ ค่าเฉลี่ย SVI มีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนราย 16 วัน แต่การเปลี่ยนแปลงของค่า SVI มีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าปริมาณน้ำฝน เนื่องจากพืชพรรณมีการพัฒนาหลังมี น้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตหรือการผลิบ (รูปที่ 7) มี ค่า Pearson Correlation โดยที่ $|r| = 0.460$ และเมื่อทำการปรับเวลาให้ SVI กับปริมาณน้ำฝนต่างกัน 1, 2, 3 และ 4 ช่วงเวลา พบว่า ค่า Pearson Correlation มีค่าเพิ่มขึ้น สูงที่สุดใน 3 ช่วงเวลา โดยที่ $|r| = 0.594, 0.655, 0.666$ และ 0.628 ตามลำดับ ดังนั้นกล่าวได้ว่าความสัมพันธ์ ระหว่าง SVI และปริมาณน้ำฝนต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งโดย ต่างกัน 3 ช่วงเวลาหรือประมาณ 48 วัน โดยจะมีค่า Pearson Correlation ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด $|r| = 0.666$ ที่ระดับนัยสำคัญ $= 0.01$

6.2 ผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

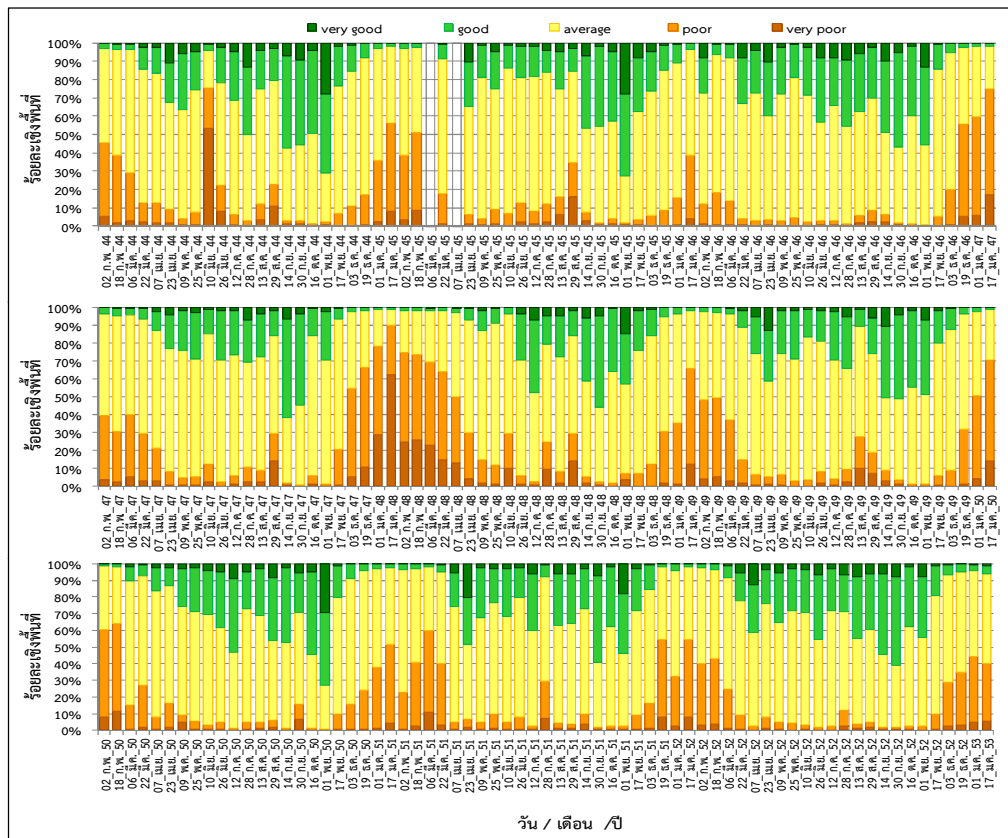
จากรูปที่ 8 แสดงร้อยละเชิงพื้นที่ของการ จำแนกระดับความแห้งแล้งจาก SVI ในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน ปี พ.ศ. 2549 มีพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งขึ้นในช่วงฤดูฝน และในปี พ.ศ. 2547-2548 ในช่วงฤดูแล้งช่วงแรกต่อด้วยช่วงหลัง มีค่า ร้อยละเชิงพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งสูงกว่าปีอื่นๆ โดยที่ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงวันที่ 17 มกราคม 2548 ปรากฏค่าระดับ very poor หรือ แห้งแล้งมาก คิดเป็นร้อยละ 62.34 และระดับ poor หรือ แห้งแล้ง คิดเป็นร้อยละ 27.77 ซึ่งรวมแล้วคิดเป็นร้อยละ 90.11 ของพื้นที่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ และร้อยละเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง SVI เชิงพื้นที่จากการจำแนกระดับความรุนแรงของความ แห้งแล้ง 01 มกราคม ถึง 19 ธันวาคม (10 ปี พ.ศ. 2544- 2553) พบว่าในช่วงฤดูแล้งช่วงแรกใน วันที่ 17 มกราคม มี ค่าร้อยละเชิงพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งมากที่สุด ซึ่งความ แปรปรวนของค่า SVI ในแต่ละช่วงฤดูกาลและช่วงเวลานั้น จะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ NDVI

และค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่าคะแนนมาตรฐานในช่วง ฤดูกาล 10 ปี

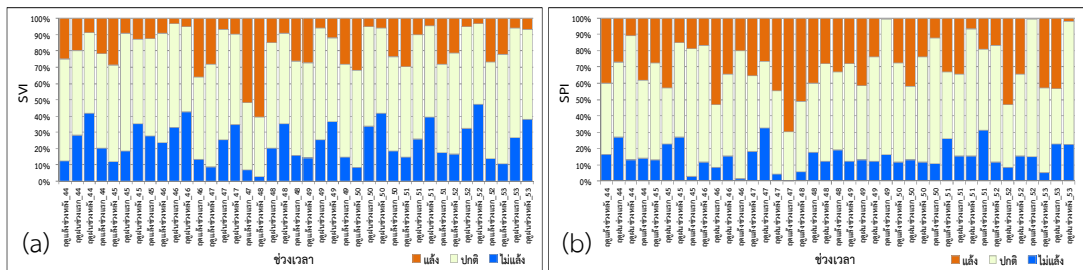
จากพื้นที่ความแห้งแล้ง SVI และ SPI ได้ กำหนดความแห้งแล้งในเชิงพื้นที่ โดยกำหนดให้ค่า SPI ที่มีค่าน้อยกว่า -1.00 และ SVI ที่มีค่า 0 ถึง 0.25 เป็นพื้นที่ที่ ความแห้งแล้ง ค่า SPI ที่มีค่า -1.00 ถึง 1.00 และ SVI ที่มี ค่า 0.25 ถึง 0.75 เป็นพื้นที่ปกติหรือปานกลาง และค่า SPI ที่มีค่า 1.00 ขึ้นไป และ SVI ที่มีค่า 0.75 ถึง 1.00 เป็น พื้นที่ที่ไม่เกิดความแห้งแล้ง พบว่า จากค่าเฉลี่ยรายช่วง ฤดูกาล คือ ฤดูฝนช่วงแรก, ฤดูฝนช่วงหลัง, ฤดูแล้ง ช่วงแรก และฤดูแล้งช่วงหลัง ช่วงปี พ.ศ. 2544-2553 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของ SVI และ SPI มีการ เปลี่ยนแปลงเพิ่มและลดของพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งมี ความสอดคล้องกัน โดยพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งมากที่สุด ของ SVI คือ ช่วงฤดูแล้งช่วงหลังของปี พ.ศ. 2548 (รูปที่ 9a) ส่วน SPI มีพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งมากที่สุดในช่วง ฤดูแล้งช่วงแรกของปี พ.ศ. 2547 (รูปที่ 9b) เช่นเดียวกัน กับในเชิงเวลาที่มีการเกิดฝนหรือฝนแล้งในเวลาระยะหนึ่ง พืชพรรณถึงมีการเปลี่ยนแปลงตามโดยจะไม่มีการ เปลี่ยนแปลงในทันที และแผนที่ความแห้งแล้งจากดัชนี ผลต่างพืชพรรณ SVI ได้แสดงพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้ง 5 ระดับ คือ แห้งแล้งมาก, แห้งแล้ง, ปานกลาง, ชุ่มชื้น และ ชุ่มชื้นมาก โดยทั่วไปแล้วจากแผนที่ความแห้งแล้ง SVI ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเกิดความแห้งแล้งใน ตอนกลางของภูมิภาคแล้วค่อยแผ่ขยายออกไปสู่ บริเวณรอบๆ ดังรูปที่ 10, 11, 12 และ 13



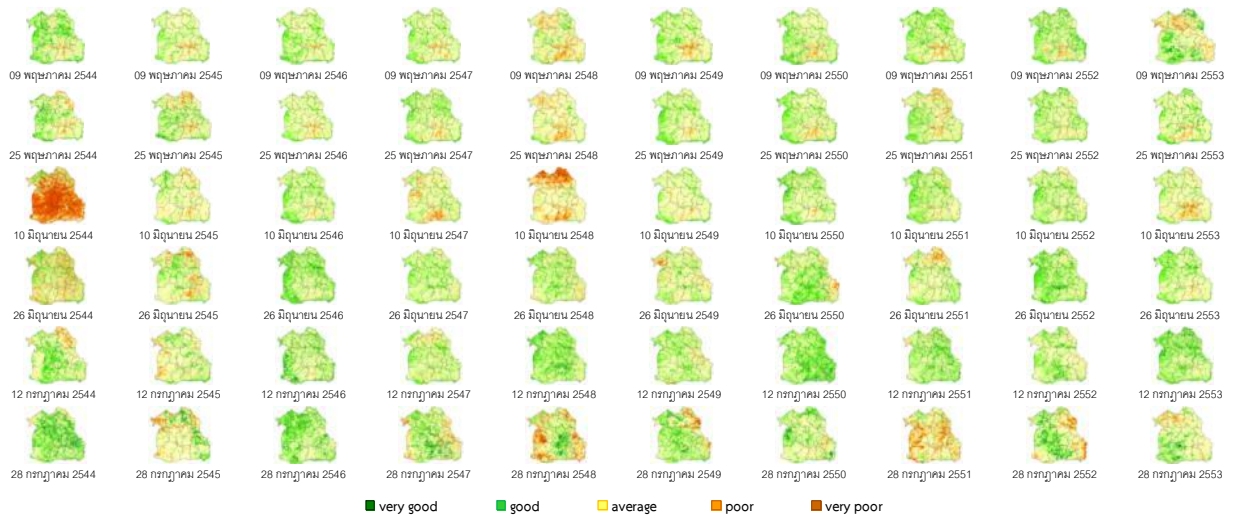
รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาของ SVI จาก 4 ช่วงเวลาราย 16 วัน และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยราย 16 วัน



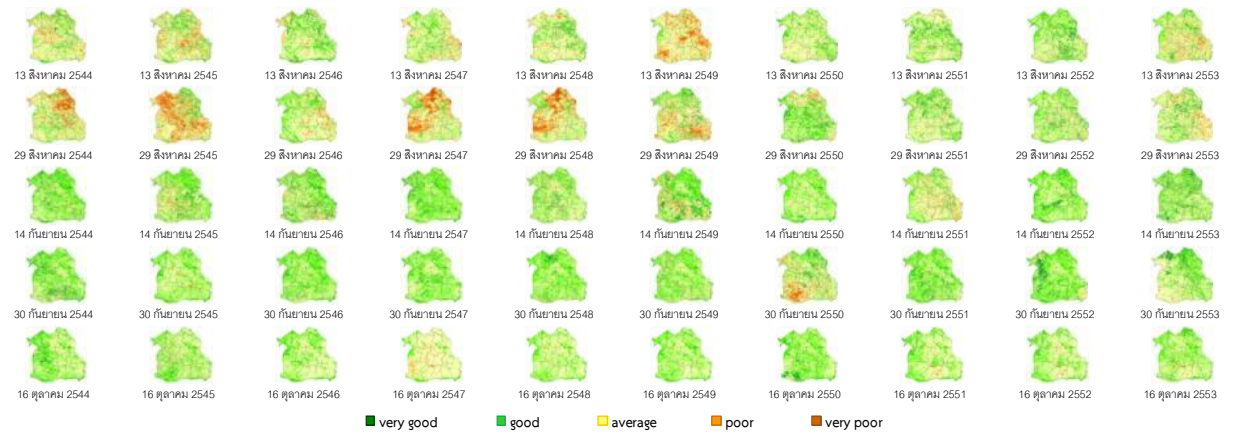
รูปที่ 8 สัดส่วน SVI เชิงพื้นที่จากการจำแนกระดับความรุนแรงของความแห้งแล้ง (วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2544 ถึง 17 มกราคม 2553)



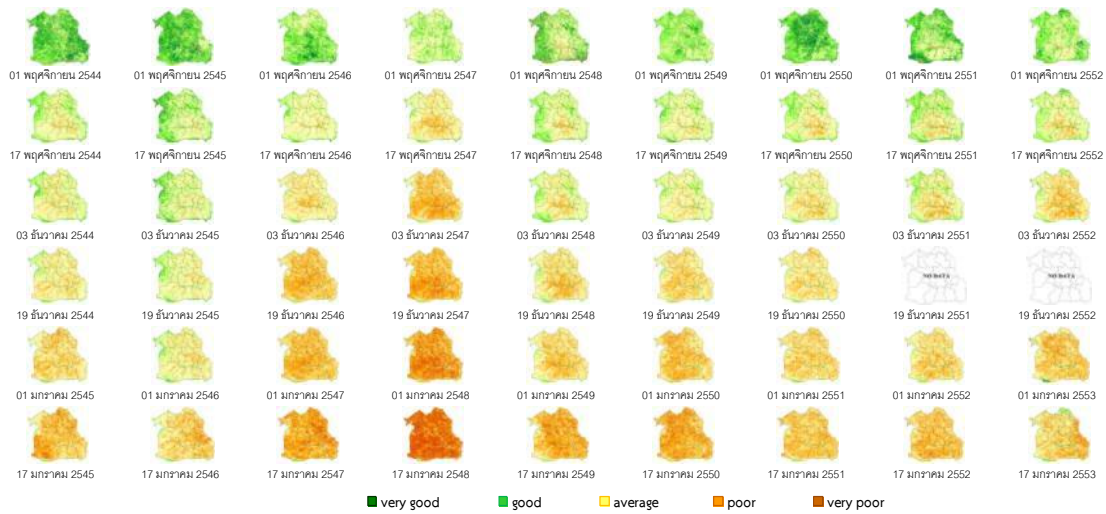
รูปที่ 9 สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงจากความแห้งแล้งของ SVI (a) และ SPI (b) 4 ช่วงฤดูกาล ช่วงปี พ.ศ. 2544-2553



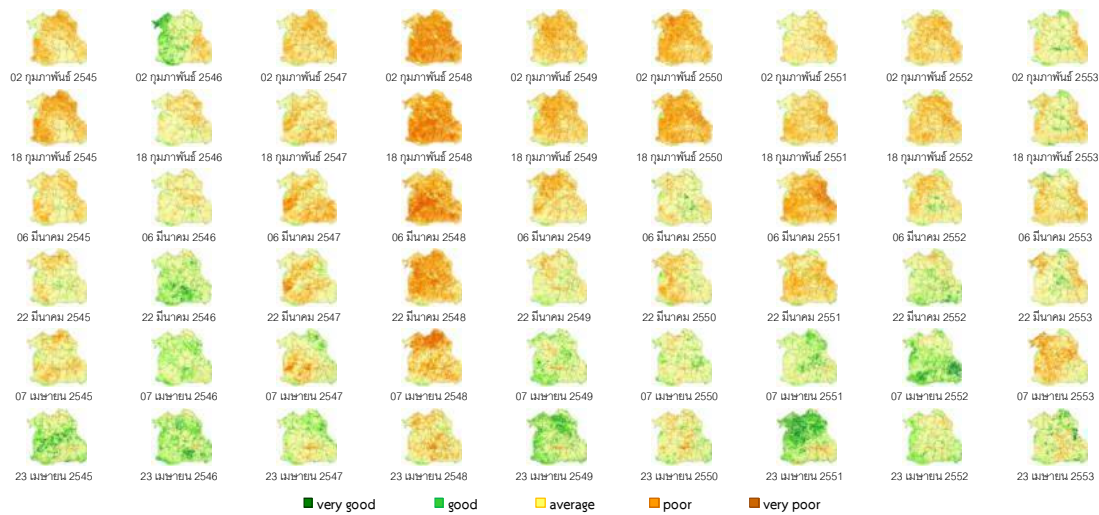
รูปที่ 10 SVI ฤดูฝนช่วงแรก (09 พฤษภาคม ถึง 28 กรกฎาคม)



รูปที่ 11 SVI ฤดูฝนช่วงหลัง (13 สิงหาคม ถึง 16 ตุลาคม)



รูปที่ 12 SVI ฤดูแล้งช่วงแรก (01 พฤศจิกายน ถึง 17 มกราคม)



รูปที่ 13 SVI ฤดูแล้งช่วงหลัง (02 กุมภาพันธ์ ถึง 23 เมษายน)

7. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาให้ค่าเฉลี่ย SVI ใน 4 ช่วงเวลา ได้แก่ ฤดูฝนช่วงแรก ฤดูฝนช่วงหลัง ฤดูแล้งช่วงแรก และฤดูแล้งช่วงหลัง ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาจะแสดงเป็นราย 16 วัน ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าเปรียบเทียบได้ หาก SVI ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ มีความแห้งแล้งและยิ่งต่ำเข้าใกล้ 0 มากเท่าไรหมายถึงความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นนั้นมีความรุนแรงมากแต่หากสูงกว่าค่าเฉลี่ย คือ มีความชุ่มชื้นและหากมีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าไรความชุ่มชื้นก็จะสูงตามไปด้วย ซึ่งได้แสดงเป็นกราฟมาตรฐานได้จากข้อมูลดัชนีพืชพรรณเปรียบเทียบในช่วง 10 ปี ซึ่งน่าจะเป็นเกณฑ์ตัดสินความแห้งแล้งได้เป็นอย่างดีและมีเหตุผล และเมื่อนำ SVI มาหาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนราย 16 วัน พบว่า มีความสัมพันธ์มี $r = 0.46$ แต่เนื่องจากค่าที่ได้จากค่าเฉลี่ย SVI มีค่าที่ขึ้นอยู่กับค่าการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณและมีค่าที่เหลื่อมกันในช่วงเวลา ประมาณ 48 วัน หรือ 3 ช่วงเวลา ค่า r จะมีค่าที่เพิ่มขึ้นเป็น 0.67 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับ SPI ในช่วงเวลาเดียวกันโดยใช้ค่าเฉลี่ยจาก 4 ช่วงเวลา เช่นเดียวกับ SVI พบว่า การเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนเชิงพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกัน โดยแผนที่ความแห้งแล้ง SVI ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือแสดงให้เห็นพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้ง ความแห้งแล้งในฤดูแล้งช่วงแรกและช่วงหลังจะเกิดในบริเวณตอนกลางของภูมิภาคแล้วค่อยๆแผ่ขยายออกไปสู่บริเวณรอบๆ แต่ในช่วงฤดูฝนจะเกิดในบริเวณตอนบนและตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การศึกษาดังนี้หากนำไปใช้ประโยชน์ควรมีหน่วยงานที่ทำค่า SVI ในขณะนั้นแล้วนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตามหากเป็นไปได้น่าจะหาค่า SVI จากข้อมูลที่มีมากกว่า 10 ปี เพื่อให้ค่าเฉลี่ยที่ได้มีความเป็นกลางกับค่า SVI ในปีอื่นๆ มากที่สุด

8. เอกสารอ้างอิง

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2540). การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote sensing). ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2549). ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ศักยภาพเชิงพื้นที่เพื่อการพัฒนา (Northeast Thailand: spatial potentials for development). ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และคณะ. (2550). ระบบฐานข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (GIS Data Base : Drought Risk Area in North-East Thailand). ขอนแก่น: ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

สุพรรณ กาญจนสุธรรม และคณะ. (2544). **หนังสือแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายทางอากาศออร์โธรี**

มาตราส่วน 1:4,000 ปี 2545. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

Bayarjargal, Y., Karnieli, A., Bayasgalan, M., Khudulmur, S., Gandush, C., and Tucker, C. J. (2006). A comparative study of NOAA–AVHRR derived drought indices using change vector analysis.

Remote Sensing of Environment, 105, 9–22.

Ceccato, P., Gobron, N., Flasse, S., Pinty, B., and Tarantola, S. (2002). Designing a spectral index to estimate vegetation water content from remote sensing data: Part 1. Theoretical approach.

Remote Sensing of Environment, 82, 188–197

Cheng, Y-B., Ustin, S. L., Riano, D., and Vanderbilt, V. C., (2008). Water content estimation from hyperspectral images and MODIS indexes in Southeastern Arizona.

Remote Sensing of Environment, 112, 363-374.

Chen, W., Xiao, Q., and Sheng, Y. (1994). Application of the anomaly vegetation index to monitoring heavy drought in 1992.

Remote Sensing of Environment, 9(2), 106-112.

Chen, D., Huang, J., and Jackson, T. J. (2005). Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near – and short wave infrared bands.

Remote Sensing of Environment, 98, 225-236.

Fensholt, R., and Sandholt, I. (2003). Derivation of a shortwave infrared water stress index from MODIS near- and shortwave infrared data in a semiarid environment.

Remote Sensing of Environment, 87(1), 111–121.

Gao., B-C. (1996). NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space.

Remote Sensing of Environment, 58, pp. 257-266.

Ghulam, A., Qin, Q., Teyip, T., and Li, Z-L. (2007). Modified perpendicular drought index (MPDI): a realtime drought monitoring method.

Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 62, 150-164.

Gu, Y., Brown, J. F., Verdin, J. P., and Wardlow, B. (2007). A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States.

Geophysical Research Letters, 34, L 06407.

Heim, R. R., and Jr. (2002). A review of twentieth-century drought indices used in the United States.

Journal of Climate, 15, 1149–1165.

Huete, A. R., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., and Ferreira, L. G., (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices.

Remote Sensing of Environment, 83, 195-213.

Huete, A. R., Lieu, H. Q., Batchily, K., and Vanleeuwen, W. (1997). A comparison of vegetation indices global set of TM images for EOS-MODIS.

Remote Sensing of environment, 59, 440-451.

Kogan, F. N., (1995). Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar-orbiting satellite data.

Bulletin of the American Meteorological Society, 76(5), 655–668.

Kogan, F. N. (2000). Satellite-Observed Sensitivity of World Land Ecosystems to El Niño/La Niña.

Remote Sensing of Environment, 74, 445-462.

Krajcinovic., Z. (2010). IMPLEMENTATION OF STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX – SPI. Retrieved June 20, 2012, Available: http://www.hidmet.gov.rs/podaci/agro/ciril/REPORT_SPI_in_Serbia.pdf

- Lawrence, R. L., and Ripple, W. J. (1998). Comparisons among Vegetation Indices and Bandwise Regression in a Highly Disturbed, Heterogeneous Landscape. **Remote Sensing of Environment**, **64**, 91-102.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J. (1993). **The relationship of drought frequency and duration to time scales**. 8th ed. (pp. 179-184). Anaheim, CA: Conference on Applied Climatology.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J. (1995). **Drought monitoring with multiple time scales**. 9th ed. (pp. 233-236). Dallas, TX: Conference on Applied Climatology.
- Mongkolsawat, C., Thirangoon, P., Suwanweraknamtorn, R., Karladee, N., Paiboonsak, S., and Champathet, P. (2001). An Evaluation of Drought Risk Area in Northeast Thailand using Remotely Sensed Data and GIS. **Asian Journal of Geoinformatics**, Vol.1,(No.4), June 2001.
- Mongkolsawat, C., Wattanakij, N., and Kamchai, T. (2009). **Exploration of Spatio-Temporal Drought Patterns using Satellite-Derived Indices for Crop Management in Northeastern Thailand**. Proceedings of the 30th Asian Conference on Remote Sensing China.18-23 October 2009. Beijing, China.
- Peters, A. J., WalterShea, E. A., Ji, L., Vliia, A., Hayes, M., and Svoboda, M. D. (2002). Drought Monitoring with NDVI-Based Standardized Vegetation Index. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, **68**(1), 71-75.
- Rhee, J., Carbone, G. J., and Im, J. (2010). Monitoring agricultural drought for arid and humid regions using multi-sensor remote sensing data. **Remote Sensing of Environment**, **114**(12), 2875-2887.
- Shakya, N., and Yamaguchi, Y., (2007). **Drought Monitoring Using Vegetation and LST Indices in Nepal and Northeastern India**. ACRS 2007 Proceedings in CD-ROM, 12-16 November 2007 Kuala Lumpur, Malaysia. Paper No.285.
- Sandholt, I., Rasmussen, K., and Andersen, J. (2002). A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. **Remote Sensing of Environment**, **79**, 213-224.
- Sims, D. A., and Gamon, J. A. (2002). Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, **81**, 337-354.
- United States Geological Survey (2011). **MOD13Q1**. Retrieved November 11, 2011, from Available: https://pdaac.usgs.gov/products/modis_products_table/mod13q1
- Volcani, A., Karnieli, A., and Svoray, T. (2005). The use of remote sensing and GIS for spatio-temporal analysis of the physiological state of a semi-arid forest with respect to drought years. **Forest Ecology and Management**, **215**, 239-250.
- Wang, P., Li, X., Gong, J., and Song, C. (2001). **Vegetation temperature condition index and its application for drought monitoring**. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Sydney, Australia,9-14 July: 141-143.