

# การประเมินดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการสำรวจ ความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่ Evaluating the Indices of Satellite-Derived Data for Identifying Temporal and Spatial Drought Patterns

เอกรัฐ สีขาว<sup>1\*</sup> รศ. ดร. ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์<sup>2</sup>

1 สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2 ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Email: seekaw\_a@hotmail.com, charat@kku.ac.th

## บทคัดย่อ

การประเมินความแห้งแล้งมักจะใช้ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาซึ่งมักจะขาดข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ข้อมูลที่ได้มาไม่สามารถใช้ได้ทันทีจะต้องใช้เวลาวิเคราะห์เป็นเวลานาน ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทันทีต่อเหตุการณ์ เทคโนโลยีดาวเทียมเป็นทางเลือกเพื่อติดตามรูปแบบของพื้นที่เชิงเวลาและเชิงพื้นที่ ซึ่งสะท้อนจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และพืชพรรณ การประเมินในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่ และทำแผนที่จำแนกระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งจากดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่อ่อนไหวต่อความแห้งแล้ง พื้นที่ศึกษาครอบคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร ในการศึกษาใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS 10 ปี ช่วงปี พ.ศ. 2544-2553 โดยจะใช้ทำแผนที่เชิงเวลาจากดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI), ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Difference Water Index: NDWI), ดัชนีผลต่างความแห้งแล้ง (Normalized Difference Drought Index: NDDI), ดัชนีพืชพรรณสัมพัทธ์ (Vegetation Condition Index: VCI) และดัชนีความแห้งแล้งหลายช่วงคลื่น (Normalized Multiband Drought Index: NMDI) จากดัชนีดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณน้ำฝน ผลที่ได้รับแสดงความสัมพันธ์เชิงเวลาของปริมาณน้ำฝน ความแปรปรวนของดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และความสัมพันธ์ของดัชนีอนุพัทธ์ปริมาณน้ำฝน (ปริมาณน้ำฝนและดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI)) กับค่าดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม พบว่า ดัชนี NDDI มีความอ่อนไหวต่อความแห้งแล้งได้ดีที่สุด คือ เมื่อค่า NDDI มีค่าที่สูงความแห้งแล้งก็จะยิ่งมีความรุนแรง ค่า NDWI มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนดีที่สุดในดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลทางเลือกหนึ่งซึ่งมีประสิทธิภาพในการใช้ประเมินความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่โดยประเมินผลได้อย่างรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์ และมีความสัมพันธ์กันระหว่างดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมกับผลการวิเคราะห์ดัชนีทางอุตุนิยมวิทยา

## Abstract

*Drought assessment is usually based on climatic data collected by meteorological stations which often lack the continuous spatial coverage and immediate data availability, requiring long time for analysis. With the advent of satellite technology, rapid access to satellite data provides a choice for monitoring spatial and temporal drought patterns which reflect manifestation of meteorological, hydrological and vegetation conditions. The assessment was conducted with objective of comparing temporal and spatial patterns of drought using satellite-derived indices, including the mapping of drought severity obtained from the sensitive indices. The study area, Northeast Thailand, covers an area of approximately 170,000 square kilometers and is relatively diverse land cover types. A ten-year (2001-2010) history of Terra MODIS covering the Northeast Thailand was used to create temporal and spatial patterns of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), Normalized Difference Drought Index (NDDI), Vegetation Condition Index (VCI) and Normalized Multiband Drought Index (NMDI). Establishment of the relationships between the indices and rainfall-derived data (amount of rainfalls and Standardized Precipitation Index (SPI)) was performed to obtain the sensitive indices responding to the drought condition. The proposed NDDI and NDWI had a stronger response to drought conditions than the other indices and are therefore used for identifying temporal and spatial drought in the Northeast.*

**Keywords: Satellite-Derived Data, Rainfall-Derived data, NDDI, Drought, and Terra/MODIS**

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การประเมินความแห้งแล้งในพื้นที่โดยทั่วไปมักจะใช้ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา ซึ่งมักจะขาดข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมานั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ทันทีจะต้องนำเข้าสู่ข้อมูลและต้องใช้ระยะเวลาที่นานในวิเคราะห์ ไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้ได้ทันต่อเหตุการณ์ โดยที่เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นเครื่องมือทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อติดตามรูปแบบของความแห้งแล้งในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ได้ ซึ่งมีค่าการสะท้อนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และพืชพรรณได้ [1] การประเมินความแห้งแล้งในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/MODIS ซึ่งมีการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นที่หลากหลาย มีการบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง และมีการบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ [2] ซึ่งเหมาะแก่การนำมาเป็นเครื่องมือในการประเมินความแห้งแล้งและใช้ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้ทั้งเชิงเวลาและพื้นที่

การประเมินเพื่อตรวจวัดความแห้งแล้งครั้งนี้ได้ใช้ดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite-Derived Data) และดัชนีอนุพัทธ์ปริมาณน้ำฝน (Rainfall-derived data) ในการวิเคราะห์เพื่อตรวจวัดความแห้งแล้งดังต่อไปนี้ ดัชนีอนุพัทธ์ปริมาณน้ำฝน (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และดัชนีปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI)) ดัชนีดังกล่าวใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียวในการคำนวณค่าระดับความแห้งแล้ง และเป็นเครื่องมือตรวจวัดเชิงเวลาที่สามารถปรับให้เข้ากับแต่ละสถานการณ์ โดยค่าของดัชนี SPI สามารถเปรียบเทียบเชิงเวลาและประมาณค่าเชิงพื้นที่ได้ [3, 4, 5] และดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม เป็นดัชนี

(Index) ที่ใช้ปรับเน้นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อให้ความเหมาะสมต่อการใช้งาน หรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูลให้แสดงความชัดเจนในสิ่งที่ทำการศึกษามากขึ้น เช่น ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) เน้นข้อมูลพืชพรรณให้มีความสว่างและเด่นชัดขึ้น [6] ดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ในการประเมินความแห้งแล้งมีดังต่อไปนี้ 1) ดัชนีผลต่างความแห้งแล้ง (Normalized Difference Drought Index: NDDI) [7] เป็นอัตราส่วนระหว่างดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) เป็นผลจากการหาสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น NIR (ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้) กับ RED (ช่วงคลื่นสีแดง) จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง 1.0 [7, 8, 9] กับดัชนีผลต่างน้ำขึ้น (Normalized Difference Water Index: NDWI) เป็นผลจากการหาสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่นช่วงคลื่น NIR กับ SWIR (ช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้น) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 [7, 10] 2) ดัชนีความแห้งแล้งหลายช่วงคลื่น (Normalized Multiband Drought Index: NMDI) เป็นการใช้ผลต่างระหว่างช่วงคลื่น SWIR ในการตรวจสอบความแห้งแล้งใช้ได้ในพื้นที่เป็นดินหรือพืชพรรณ และมีความไวต่อการเผาไหม้ในการเกิดไฟป่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 [11] 3) ดัชนีพืชพรรณสัมพัทธ์ (Vegetation Condition Index: VCI) เป็นดัชนีที่ถูกพัฒนามาจาก NDVI มีคุณสมบัติแสดงให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณในแต่ละช่วงเวลา มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 [8]

### วัตถุประสงค์

เพื่อได้มาซึ่งดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่สะท้อนถึงความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่จากการเปรียบเทียบรูปแบบความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่ บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS หลายช่วงเวลา และเพื่อทำแผนที่จำแนกระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งจากการวิเคราะห์ดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

### ขอบเขตของการวิจัย

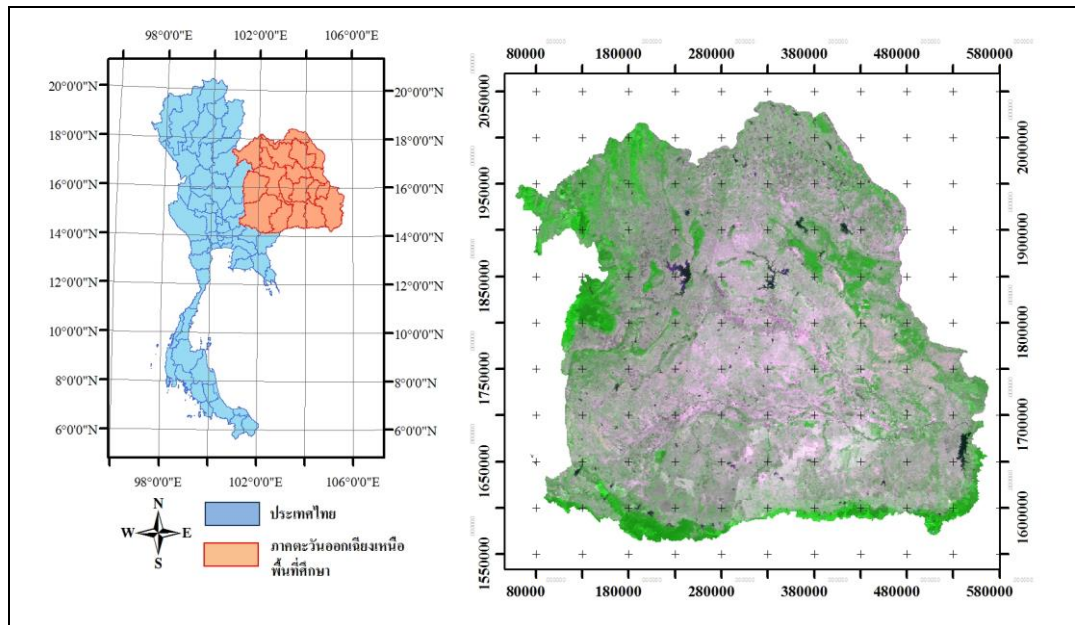
การศึกษานี้ได้ทำการประเมินดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการสำรวจความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการใช้ดัชนีทางอุณหภูมิตาม SPI และดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม NDVI NDWI NDDI VCI และ NMDI เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ประกอบด้วยข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ 2 ชุดข้อมูล คือข้อมูลชุด MOD09A1 Surface Reflectance Bands 1-7 [12] และข้อมูลชุด MOD13Q1 Vegetation Indices [13] และข้อมูลปริมาณน้ำฝน ที่ทำการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลปริมาณน้ำฝน 10 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

### พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 1) มีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 14° 7' ถึงละติจูด 18° 26' เหนือ และลองจิจูด 100° 54' ถึง ลองจิจูด 105° 38' ตะวันออก [14] ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะเหมือนกันกระเพาะ โดยที่บริเวณตอนกลางของเขตต่ำลงไปเป็นแอ่ง โดยมีภูเขาขนาบตัวขึ้นมาเป็นขอบสูงชันสองด้าน ระดับความสูงของพื้นที่ร้อยละ 66 อยู่ระหว่าง 120-200 เมตรจากระดับน้ำทะเล

[15] ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี (2544-2553) เท่ากับ 1,400 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำฝนต่อปีประมาณ 1,200-1,600 มิลลิเมตร

ทั้งนี้ความแห้งแล้งจะปรากฏให้เห็นทุกปีและมักพบปรากฏการณ์ความแห้งแล้งได้ทั้งในช่วงฤดูฝน โดยในช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องจนถึงฤดูร้อนนั้นจะมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น การใช้ประโยชน์ที่ดิน/พื้นที่การเกษตรแบ่งเป็นพื้นที่นาข้าว, พืชไร่, ไม้ผล/ไม้ยืนต้น, พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, การเกษตรอื่นๆ และพื้นที่นอกการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 37.95, 41.49, 15.10, 3.01, 0.11 และ 2.33 ตามลำดับ [16]



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

## วิธีการศึกษา

ในการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ โดยมีลำดับในการตรวจสอบความแห้งแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 6 ขั้นตอน คือ 1) ตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลปริมาณน้ำฝน 2) วิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนเชิงเวลาและพื้นที่ด้วยค่าเฉลี่ยราย 16 วัน วิเคราะห์ดัชนีน้ำฝนมาตรฐาน SPI และวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับค่าเฉลี่ยดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม 4) คัดเลือกดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่อ่อนไหวต่อความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่ 5) ทำแผนที่ความแห้งแล้งจากอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และ 6) สรุปผลการวิจัย

### 1. ตรวจสอบเอกสาร และทำการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลปริมาณน้ำฝน

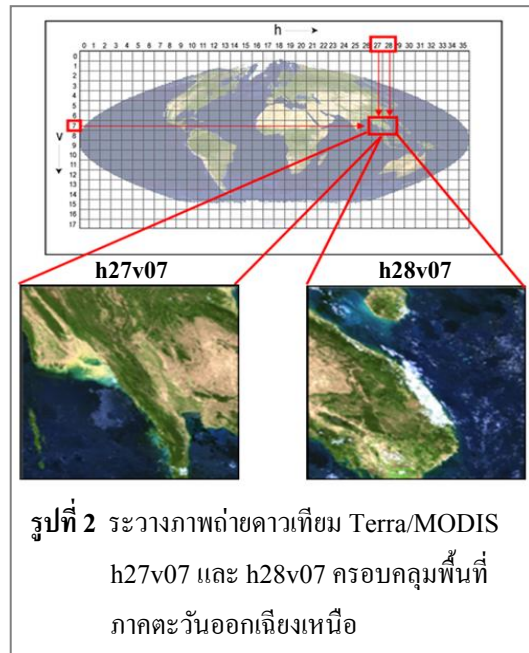
#### 1.1 ตรวจสอบเอกสาร

เพื่อหาวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา และตรวจสอบข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลปริมาณฝน

## 1.2 การรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลปริมาณน้ำฝน

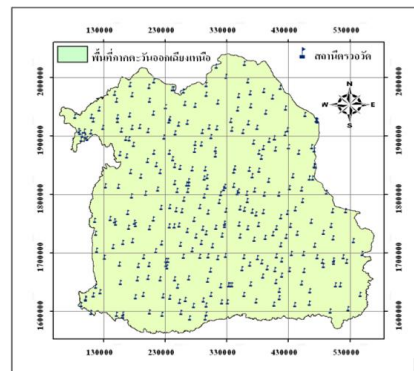
### 1.2.1 การรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ทำการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS จากชุดผลิตภัณฑ์ 2 ชุด คือ ข้อมูลชุด MOD09A1 ข้อมูลมีบันทึกเป็นราย 8 วัน มีความแยกชัด 500 เมตร [12] ข้อมูลที่ต้องการใช้จากชุดผลิตภัณฑ์ คือ ช่วงคลื่น Red, NIR, SWIR และข้อมูลชุด MOD13Q1 มีการบันทึกข้อมูลราย 16 วัน มีความแยกชัด 250 เมตร [13] ข้อมูลที่ต้องการใช้จากชุดผลิตภัณฑ์ คือ NDVI ทำการรวบรวมข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นระยะเวลา 10 ปี (2544-2553) โดยที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นแบ่งออกเป็น 2 ระวัง คือ ระวังที่ h27v07 กับ h28v07 (รูปที่ 2) นั้นต้องทำการ Mosaic Image จึงต้องทำการต่อภาพทั้งสองระวังเข้าด้วยกัน เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จากนั้นทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) โดยใช้ฟังก์ชันอิมเมจ image to image จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ที่มีฟังก์ชันในระบบ WGS84 - UTM zone 48N โดยประเมินค่าของจุดภาพ (pixels) ด้วยวิธี Nearest Neighbor และทำการตัดภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้ขอบเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากนั้นสร้างหน้ากากเพื่อกำหนดค่าที่เป็นพื้นที่น้ำและพื้นที่เมฆ และเปลี่ยนค่าภายใต้หน้ากากนั้นให้เป็นข้อมูลไม่มี (No data) เพื่อหลีกเลี่ยงค่าที่สูงและต่ำอย่างผิดปกติจากพื้นที่น้ำและเมฆออกไปไม่ให้นำมาใช้เป็นพื้นที่ในการคำนวณ



### 1.2.2 การรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันถูกรวบรวมจากสถานีตรวจวัดในขอบเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือรายวัน (รูปที่ 3) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2553 นำเข้าโปรแกรม Microsoft Excel และทำการตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในแต่ละสถานี เพื่อตัดสถานีที่มีข้อมูลที่ไม่มีข้อมูลหรือข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์อยู่มากออก เพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากนั้นทำการรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันให้เป็นค่าเฉลี่ยราย 16 วัน รายเดือน และรายปี เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน และ SPI โดยจำนวนสถานีในแต่ละปีดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 จำนวนสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน

ปี พ.ศ.	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553
จำนวน	275	267	196	226	211	254	259	225	224	168

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเวลาและพื้นที่

### 2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

วิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ราย 16 วัน ด้วยดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม เพื่อประเมินความแห้งแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ดัชนี NDVI, NDWI, NDDI, VCI และ NMDI

โดยที่ดัชนี NDVI เป็นผลจากการหาสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น NIR กับ RED มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งค่า -1 แสดงว่าไม่มีพืชพรรณหรือเป็นพื้นที่ที่ไม่มีคลอโรฟิลล์จากพืช และค่า 1 จะแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่นั้นมีพืชพรรณอยู่กันหนาแน่นมากหรือเป็นพื้นที่ที่มีคลอโรฟิลล์จากพืชสูงมาก [7, 8, 9, 17] NDWI เป็นผลจากการหาสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น NIR กับ SWIR มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งค่า -1 แสดงว่าเป็นพื้นที่แหล่งน้ำหรือมีความชุ่มชื้นสูงมาก และค่า 1 แสดงว่าเป็นพื้นที่แห้งแล้งหรือไม่มีความชุ่มชื้น [7, 10, 18] NDDI เป็นผลจากการหาสัดส่วนระหว่าง NDVI กับ NDWI

VCI เป็นการปรับค่า NDVI ให้ค่าของพืชพรรณมีความสว่างขึ้น โดยใช้ค่าสูงสุดและต่ำสุดของค่า NDVI มาใช้ในการคำนวณ ค่าที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 [8]

NMDI เป็นดัชนีที่ใช้ความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรด 2 ช่วง คือ ช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้น (1.640 ไมโครเมตร อยู่ใน channel ที่ 6 จากชุดผลิตภัณฑ์ Terra/MODIS ชุด MOD09A1) และช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง (2.130 ไมโครเมตร อยู่ใน channel ที่ 7 จากชุดผลิตภัณฑ์ Terra/MODIS ชุด MOD09A1) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 [11]

สมการในการคำนวณในแต่ละดัชนีเป็นดังสมการที่ 1 ถึง 6

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

$$NDWI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{SWIR_7})}{(\rho_{NIR} + \rho_{SWIR_7})} \quad (2)$$

$$NDDI = \frac{(NDVI - NDWI)}{(NDVI + NDWI)} \quad (3)$$

$$VCI = \frac{(NDVI_i - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} + NDVI_{min})} \quad (4)$$

$$NMDI_{Veg} = \frac{(\rho_{NIR} - (\rho_{SWIR_6} - \rho_{SWIR_7}))}{(\rho_{NIR} + (\rho_{SWIR_6} - \rho_{SWIR_7}))} \quad (5)$$

$$NMDI_{Soil} = 9 - \frac{(\rho_{NIR} - (\rho_{SWIR_6} - \rho_{SWIR_7}))}{(\rho_{NIR} + (\rho_{SWIR_6} - \rho_{SWIR_7}))} \quad (6)$$

โดยที่

$PRED$  = ค่าการสะท้อนแสงของคลื่นสีแดง

$P_{NIR}$  = ค่าการสะท้อนแสงของคลื่นอินฟราเรดใกล้

$P_{SWIR}_{6,7}$  = ค่าการสะท้อนแสงของคลื่นอินฟราเรด channel ที่ 6 และ 7 จากชุดผลิตภัณฑ์ของดาวเทียม Terra/MODIS ชุด MOD09A1

$NDVI_i$  = ค่า NDVI ณ จุดภาพ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

$NDVI_{max}$  = ค่าสูงสุดของ NDVI ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

$NDVI_{min}$  = ค่าต่ำสุดของ NDVI ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

## 2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลน้ำฝนที่ทำการรวบรวมมาเป็นรายวันจากสถานีตรวจวันทางอุตุนิยมวิทยา และทำการรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันให้เป็นค่าเฉลี่ยราย 16 วัน รายเดือน และรายปี เพื่อใช้ในการสังเกตความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงไปของปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลา และนำค่าเฉลี่ยราย 16 วัน รายเดือน และรายปีของปริมาณน้ำฝนรายสถานีมาคำนวณหาค่า SPI จากนั้นนำผลการคำนวณของแต่ละสถานีมาทำการประมาณค่าข้อมูล (Interpolation) ให้เป็นข้อมูลเชิงเลข (Grid data) ด้วยวิธี Inverse Distance Weight (IDW) โดยพิจารณาประเมินระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งจากเกณฑ์การจำแนกระดับความแห้งแล้งจาก SPI ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความแห้งแล้งของ SPI [3, 4]

SPI value	Drought Category
2.00 and above	Extremely wet
1.50 to 1.99	Severely wet
1.00 to 1.49	Moderately wet
0 to 0.99	Mild wet
-0.99 to 0	Mild drought
-1.00 to -1.49	Moderately drought
-1.50 to -1.99	Severe drought
-2.00 and less	Extreme drought

ในการคำนวณหาค่า SPI นั้นได้ใช้ฟังก์ชันสมการในโปรแกรม Microsoft Excel [1, 19] ดังต่อไปนี้

$$SPI = \text{NORMSINV}(\text{GAMMADIST}(x, \alpha, \beta, \text{true}))$$

โดยที่

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right), \quad \beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

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

$x$  = ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงเวลาเดียวกัน

$n$  = 10 (ปี พ.ศ. 2544-2554)

$\bar{x}$  = ค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาเดียวกัน

### 3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับค่าเฉลี่ยดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation) หรืออาจเรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) เพื่อใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับค่าเฉลี่ยของดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และทำการสังเกตความสัมพันธ์จากค่าเฉลี่ยเชิงเวลา

### 4. คัดเลือกดัชนีที่อ่อนไหวต่อความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่

ทำการกำหนดค่าระดับความแห้งแล้ง และคัดเลือกดัชนีที่มีความอ่อนไหวกับการประเมินและตรวจวัดความแห้งแล้งได้ดีที่สุด โดยใช้แผนที่ SPI ในการเปรียบเทียบเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ เพื่อสังเกตความคล้ายคลึงเชิงพื้นที่

### 5. ทำแผนที่ความแห้งแล้งจากดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ทำแผนที่ความแห้งแล้งพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากดัชนีที่มีความอ่อนไหวกับความแห้งแล้งที่มีประสิทธิภาพเชิงเวลาและเชิงพื้นที่

### 6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

## ผลการศึกษา

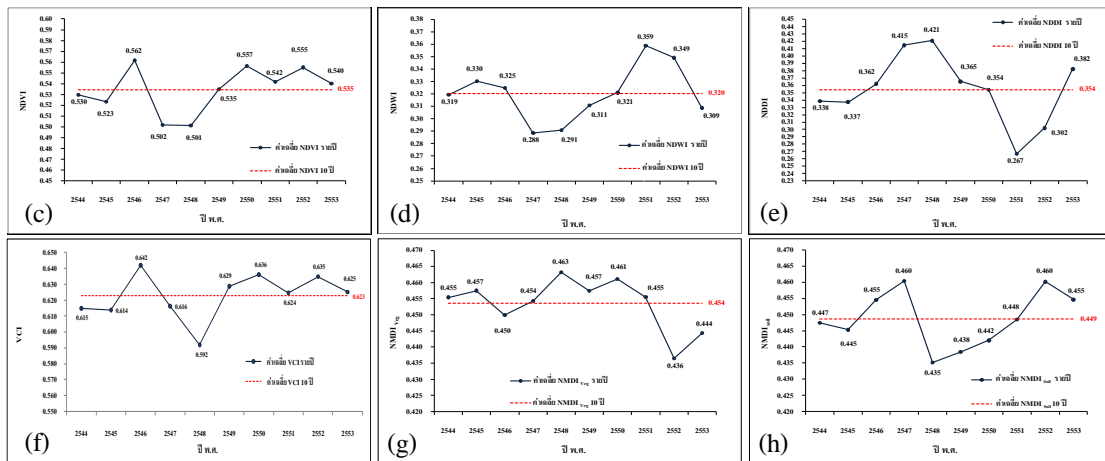
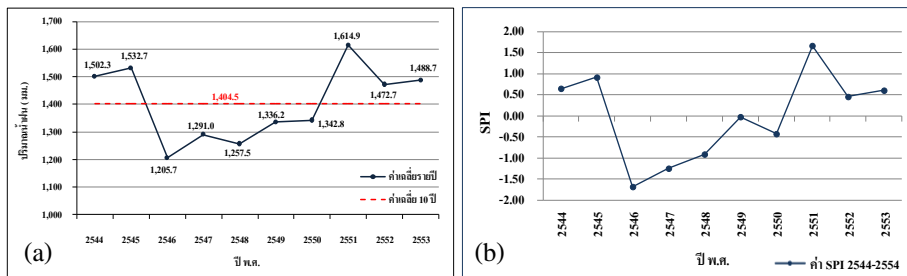
จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อประเมินความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า

#### 1. ปริมาณน้ำฝน และ SPI

ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี (2544-2553) มีค่าเท่ากับ 1,404.5 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 1,200-1,600 มิลลิเมตร/ปี มีเฉลี่ยสูงที่สุดในปี พ.ศ. 2551 มีค่าเท่ากับ 1,614.94 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในปี พ.ศ. 2546 มีค่าเท่ากับ 1,205.72 มิลลิเมตร โดยที่ในช่วงปี พ.ศ. 2546-2550 มีค่าเฉลี่ยรายปีต่ำกว่าปริมาณน้ำฝนค่าเฉลี่ยในช่วง 10 ปี (รูปที่ 4a)

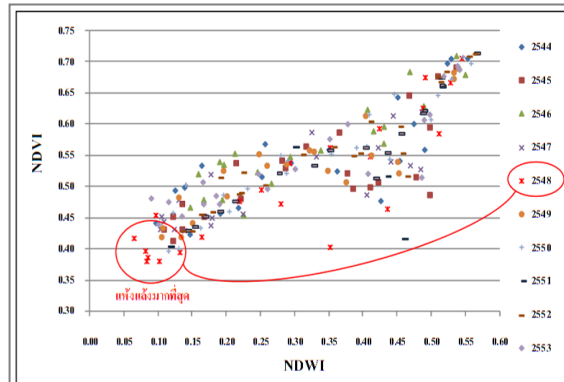
SPI จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2554 พบว่า SPI ในปีพ.ศ. 2546 มีค่าที่ต่ำที่สุดในช่วง 10 ปี มีระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งอยู่ในระดับแห้งแล้งที่รุนแรง โดยที่ค่า SPI ในปี พ.ศ. 2546 มีค่าเท่ากับ -1.68 รองลงมาคือปี พ.ศ.2547 มีค่า SPI เท่ากับ -1.25 มีระดับความรุนแรงของความแห้งแล้งอยู่ในระดับแห้งแล้งปานกลาง และในปี พ.ศ.2551 มีค่า SPI สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ แต่มีค่าอยู่ในระดับชุ่มชื้นปานกลางเท่านั้น (รูปที่ 4b)





รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปี (2544-2553) (a), SPI รายปี (2544-2553) (b), ค่าเฉลี่ย NDVI (c), ค่าเฉลี่ย NDWI (d), ค่าเฉลี่ย NDDI (e), ค่าเฉลี่ย VCI (f), ค่าเฉลี่ย NMDI<sub>veg</sub> (g) และ ค่าเฉลี่ย NMDSoil (h) รายปี (2544-2553)

รูปที่ 5 แสดงภาพการกระจายของค่าเฉลี่ยราย 16 วันระหว่างค่า NDVI กับ NDWI ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2553 พบว่า ในปี 2548 มีค่าการกระจายของ NDVI กับ NDWI มีค่าต่ำกว่าปีอื่นๆ ในช่วงระยะเวลา 10 ปี และอาจบ่งบอกได้ว่าค่าเฉลี่ยจากภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำการวิเคราะห์ด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI กับ ดัชนีความชุ่มชื้น NDWI ในภาคตะวันออกเฉียงในปี พ.ศ. 2548 ปรากฏว่าอาจเกิดความแห้งแล้งมากกว่าปีอื่นๆ ในช่วง 10 ปี (2544-2553) (รูปที่ 5) ซึ่งไม่มีความสอดคล้องกับค่าเฉลี่ย NDVI และ NDWI รายปีในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในปี 2547 มีค่าเฉลี่ย NDVI และ NDWI ต่ำกว่าทุกปี และในปี พ.ศ. 2546 ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและค่า SPI มีค่าที่ต่ำที่สุด ดังรูปที่ 4



รูปที่ 5 แผนภาพการกระจายจากค่าเฉลี่ยราย 16 วันของค่า NDVI และ NDWI ช่วงปี 2544-2553

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ราย 16 วัน โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ค่า NDWI ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนดีกว่าดัชนีอื่น รองลงมาคือค่า NDVI NDDI VCI โดยมีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับที่สูง ค่า  $r$  อยู่ในช่วงประมาณ 0.6-0.8 และค่า  $|r|$  ของ NMNDI ของพืชและดินนั้นอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำมีความประมาณ 0.1-0.4

เมื่อสังเกตระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณและความชุ่มชื้นหลังการเกิดฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยสังเกตจากค่าปริมาณน้ำฝนกับค่าดัชนี เมื่อค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นในระดับหนึ่งค่าดัชนีต่างๆก็มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของดัชนีนั้นๆ แต่จะทิ้งระยะห่างของช่วงเวลาจากค่าปริมาณน้ำฝนระยะหนึ่ง ถึงมีการเปลี่ยนแปลงตาม และเมื่อค่าปริมาณน้ำฝนลดระดับลงในระยะเวลาหนึ่งค่าดัชนีก็จะมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นเดียวกัน เนื่องจากพืชใช้น้ำในการเจริญเติบโตเมื่อพืชได้รับน้ำพืชก็จะมีผลผลิตคลอโรฟิลล์หรือแคโรทีนอยด์แต่จำเป็นต้องใช้เวลาไม่สามารถเขียวขจีได้ทันทีทันใด เช่นเดียวกันความชุ่มชื้นบนพื้นผิวและในดิน ก็จะมีการการดูดซับไว้ในช่วงที่เกิดฝนและค่อยๆ คายความชุ่มชื้นออกมาในช่วงฝนทิ้งช่วงหรือฤดูแล้งโดยไม่มีกระบวนการคายน้ำในทันทีทันใดเช่นเดียวกัน (รูปที่ 6) และเมื่อสังเกตการความผันแปรของค่าดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบความแห้งแล้งกับปริมาณน้ำฝนสะสม พบว่า เมื่อค่าความชื้นของปริมาณน้ำฝนสะสมเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยประมาณ 1.25 จะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่า NDVI NDWI และ VCI มีค่าเพิ่มขึ้นและในขณะเดียวกันค่า NDDI จะมีค่าลดต่ำลง จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ย 10 ปีของค่า NDWI และ NDDI จะสังเกตความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนที่สุด ค่าความชื้น 1.3 ในช่วงต้นปีจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงปลายเดือนเมษายน และปลายปีจะอยู่ในช่วงกลางเดือนกันยายนถึงช่วงต้นเดือนเมษายนของปีถัดไป ค่า  $NMDI_{veg}$  และ  $NMDI_{soil}$  นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจนเหมือนดัชนีการตรวจสอบในข้างต้น เนื่องจากมีช่วงการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่แคบกว่า ดังรูปที่ 7 ดังนั้นอาจจะกำหนดการเกิดสภาวะความแห้งแล้งบนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและปริมาณน้ำฝน ได้ว่าพื้นที่เสี่ยงที่จะเกิดความแห้งแล้งบนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และในช่วงปลายเดือนกันยายนถึงเดือนเมษายนในปีถัดไป

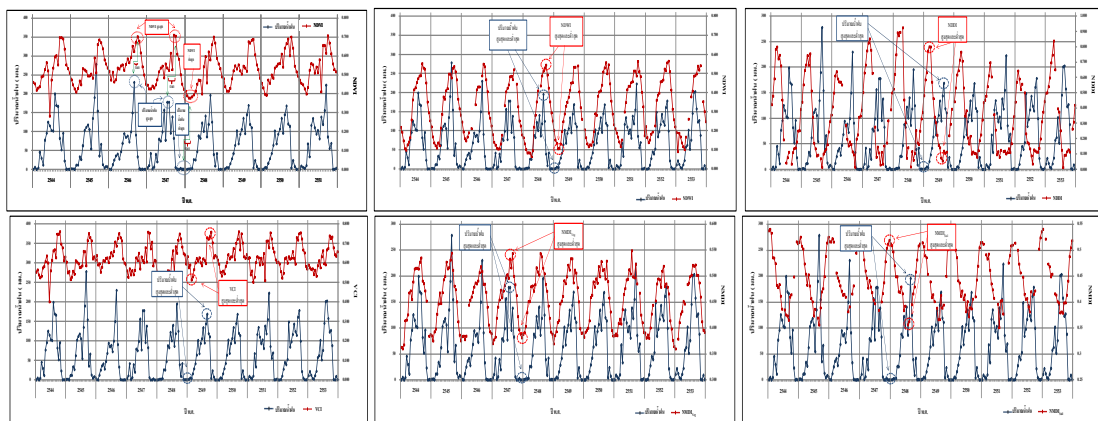
#### 4. การกำหนดระดับความแห้งแล้งจากภาพดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

จากการวิเคราะห์ดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้งในเชิงเวลาในข้างต้นนั้น สามารถกำหนดค่าระดับความแห้งแล้งจากแต่ละดัชนี โดยกำหนดดังนี้ เมื่อค่า NDVI ค่าสูงกว่า 0.4 พืชพรรณไม่มีความผิดปกติหรือไม่แห้งแล้งและค่าเริ่มต่ำกว่า 0.3 ให้เป็นพืชพรรณมีการเปลี่ยนแปลงอย่างผิดปกติหรือเริ่มเกิดความแห้งแล้ง ค่า NDWI ค่าสูงกว่า 0.35 ความชุ่มชื้นไม่มีความผิดปกติหรือไม่แห้งแล้งและค่าเริ่มต่ำกว่า 0.25 ให้เป็นความชุ่มชื้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างผิดปกติหรือเริ่มเกิดความแห้งแล้ง ค่า NDDI ค่าสูงกว่า 0.40 เริ่มเกิดความแห้งแล้งและค่าเริ่มต่ำกว่า 0.30 ยังไม่เกิดความแห้งแล้ง ค่า VCI ค่าสูงกว่า 0.55 ยังไม่เกิดความแห้งแล้งและค่าเริ่มต่ำกว่า 0.45 เริ่มเกิดความแห้งแล้ง ค่า  $NMDI_{veg}$  ค่าสูงกว่า 0.45 ยังไม่เกิดความแห้งแล้งและค่าเริ่มต่ำกว่า 0.40 เริ่มเกิดความแห้งแล้ง และค่า  $NMDI_{soil}$  ค่าสูงกว่า 0.55 เริ่มเกิดความแห้งแล้งและค่าเริ่มต่ำกว่า 0.45 ยังไม่เกิดความแห้งแล้ง จะได้แผนที่ความแห้งแล้งจากดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ดังรูปที่ 8

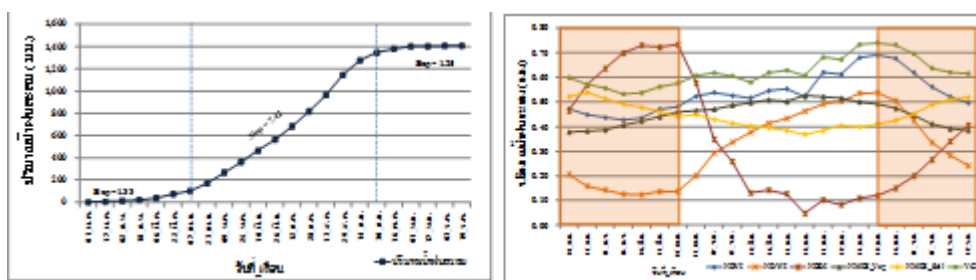
จากการวิเคราะห์ดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้งในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ที่มีความต่อเนื่องกัน ช่วง 10 ปี พบว่า ในช่วงปลายปีตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงช่วง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2548 ดังภาพที่ 8 พบว่า ในวันที่ 7 เมษายน 2548 เกิดความแห้งแล้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือรุนแรงมากกว่าปีอื่นๆ ในช่วงเวลาเดียวกันของดัชนี NDDI ซึ่งดัชนี NDVI NDWI และ NDDI ยังสอดคล้องกับการเพิ่มและลดลงของปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆ และบริเวณที่เกิดความแห้งแล้งนั้นจะเริ่มเกิดขึ้นในตอนกลางของภูมิภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือและค่อยๆ ขยายออกไปจนถึงช่วงที่เกิดความแห้งแล้งมากที่สุดพบพื้นที่เกือบทั้งหมดของภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือเกิดความแห้งแล้ง ซึ่งดัชนี NDDI เห็นความชัดเจนที่สุด รองลงมาคือดัชนี NDWI แต่ดัชนี NMDI นั้นจะปรากฏ พื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งที่เห็นได้เด่นชัดเริ่มที่ตอนบนและตอนล่างทางด้านทิศตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ บริเวณจังหวัดหนองคาย อุดรธานี และจังหวัดนครพนม และจะขยายมาสู่จังหวัดเลย หนองบัวลำภู และสกลนครส่วนตอนล่างคือ จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดอุบลราชธานี และจะขยายออกไปยังจังหวัดบุรีรัมย์ ศรีสะเกษ และอำนาจเจริญ และสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่เกิดจากความแห้งแล้งในช่วงฤดูแล้ง วันที่ 16 ตุลาคม 2547 ถึง 25 พฤษภาคม 2548 เป็นดังรูปที่ 9

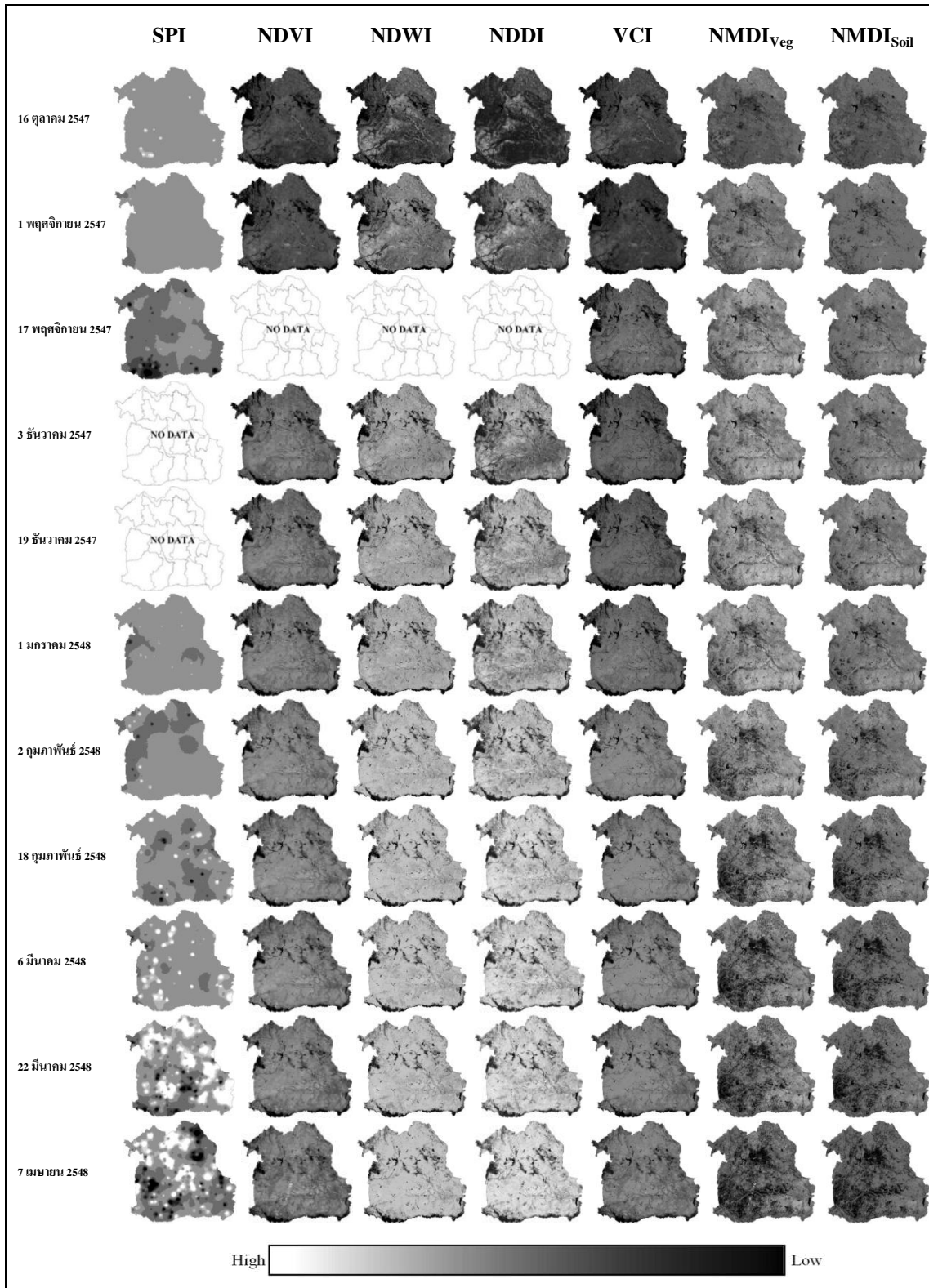
ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบความแห้งแล้งในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อสังเกตความแตกต่างเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ ดังภาพที่ 10 เพื่อแสดงให้เห็นพื้นที่ในช่วงเวลาเดียวกันของแผนที่ความแห้งแล้ง NDDI สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงที่เกิดความแห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันที่ 7 เมษายน 2548 มีพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งในระดับที่มีความรุนแรงมาก และมีพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งมากที่สุด เพื่อแสดงศักยภาพของดัชนี NDDI ในการตรวจสอบความแห้งแล้งจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



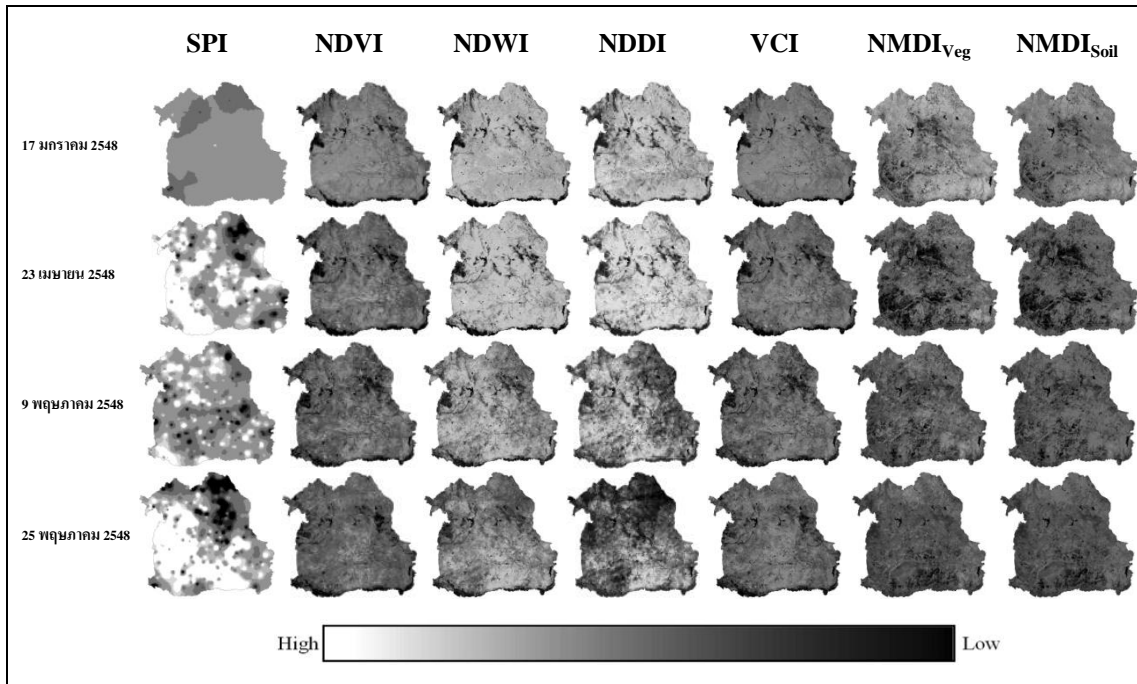
รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ตามฤดูกาลจากค่าเฉลี่ยราย 16 วัน ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนกับค่าดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ช่วงปี พ.ศ. 2544-2553



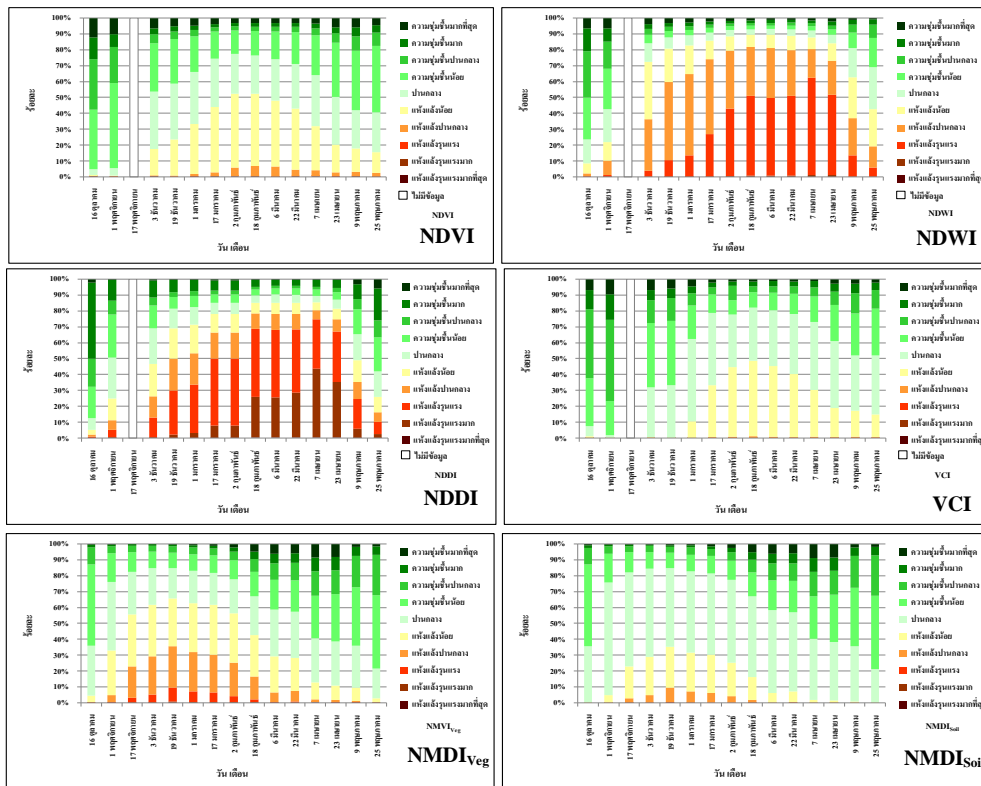
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมกับดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 16 วัน เฉลี่ย 10 ปี



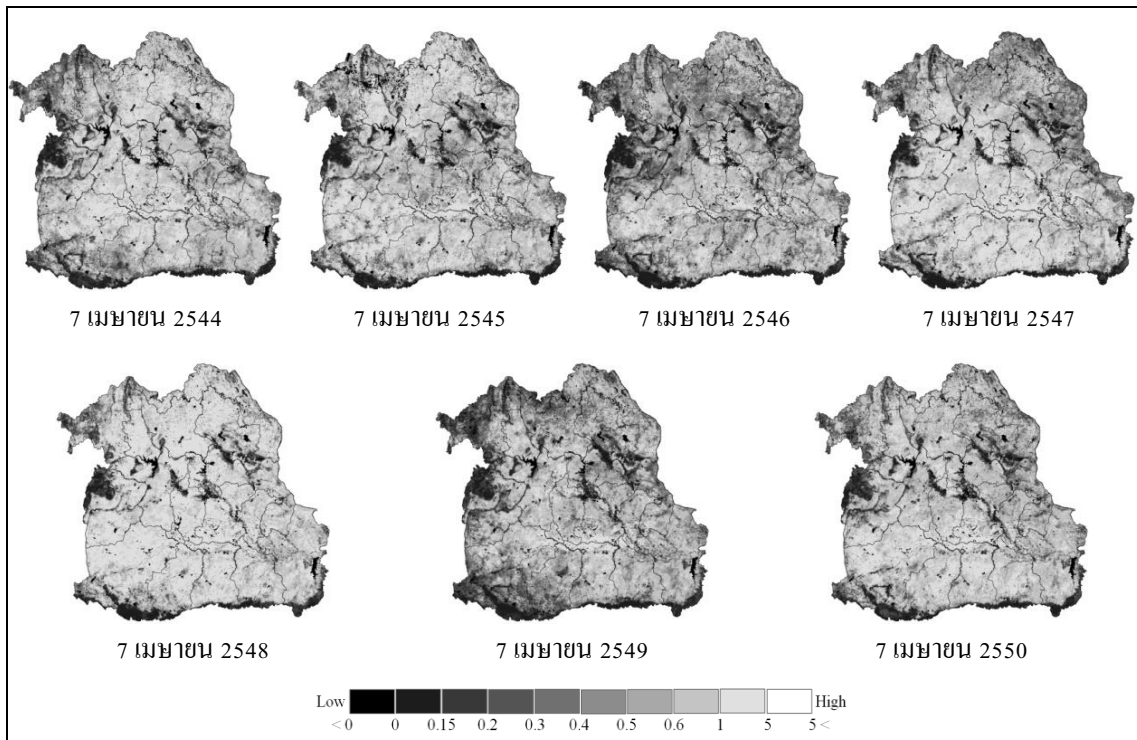
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความแห้งแล้งจากดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และดัชนีน้ำฝนอนุพัทธ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความแห้งแล้งจากดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และดัชนีน้ำฝนอนุพัทธ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)



รูปที่ 9 สัดส่วนเชิงพื้นที่และเวลาของดัชนี NDVI NDWI NDDI VCI และ NMDI ช่วง 16 ตุลาคม 2547 ถึง 25 พฤษภาคม 2548



ภาพที่ 10 แผนที่ระดับความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่ จากดัชนี NDDI ในช่วงเวลาเดียวกัน  
ช่วงวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2544-2550

### สรุปผล

ผลการวิเคราะห์ดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมกับผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน และดัชนีทางอุตุนิยมวิทยาในเชิงเวลานั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีแต่ละดัชนีมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนแต่มีค่าความสัมพันธ์เชิงเวลาที่แตกต่างกันไป โดยที่ดัชนี NDWI มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนดีที่สุด รองลงมาคือ ดัชนี NDDI NDVI และ VCI แต่ดัชนี NMDI มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด และเนื่องจากดัชนี NDDI มีช่วงที่ของค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าดัชนีอื่น มีค่าอยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.74 รองลงมาคือ NDWI NDVI และ VCI มีค่าอยู่ระหว่าง 0.12 ถึง 0.54 , 0.42 ถึง 0.69 และ 0.53 ถึง 0.74 ตามลำดับ และ NMDI มีช่วงของค่าเฉลี่ยแคบที่สุด คือ ประมาณ 0.36 ถึง 0.54 จากค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI NDWI NDDI VCI NMDIVeg และ NMDISoil ราย 16 วันเป็นระยะเวลา 10 ปี ได้กำหนดค่า NDVI NDWI NDDI VCI NMDIVeg และ NMDISoil ที่ค่าสูงกว่า 0.40 , 0.35 , 0.40 , 0.55 , 0.45 และ 0.55 ตามลำดับ จำแนกให้เป็นพื้นที่ที่ไม่มีคามผิดปกติหรือไม่แห้งแล้ง และค่าเริ่มต่ำกว่า 0.30 , 0.25 , 0.30 , 0.45 , 0.40 และ 0.45 ตามลำดับ ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างผิดปกติหรือเริ่มเกิดความแห้งแล้ง และจากการจำแนกระดับความแห้งแล้งเชิงพื้นที่ด้วยภาพดัชนีอนุพัทธ์ พบว่า ความแห้งแล้งโดยส่วนใหญ่ที่ได้จากการจำแนกดัชนี NDVI NDWI NDDI และ VCI นั้น จะเกิดความแห้งแล้งขึ้นในตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและค่อยๆ ขยายออกไป แต่ดัชนี NMDI เริ่มเกิดความเปลี่ยนแปลงจากที่ตอนบนและตอนล่างทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ดังนั้นดัชนี NDDI ที่เป็นอัตราส่วนระหว่างพืชพรรณและความชุ่มชื้น มีช่วงของค่าเฉลี่ยที่กว้าง จึงทำให้การจำแนกพื้นที่ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในแต่ละระดับแยกกันได้อย่างชัดเจนกว่าดัชนีอื่น และมีความอ่อนไหวต่อความแห้งแล้งเนื่องจากเป็นอัตราส่วนระหว่างพืชพรรณ และความชุ่มชื้นในพื้นที่ โดยเมื่อค่า NDDI ยิ่งมีค่าที่สูงความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ก็จะมีระดับความรุนแรงสูงตามไปด้วย และค่า NDWI มีความอ่อนไหวและตอบสนองกับความชุ่มชื้นในพื้นที่ได้ดี และยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนสูงกว่าดัชนีอื่นๆ ดังนั้นดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจึงเป็นข้อมูล วิธีการอีกทางเลือกหนึ่งที่มีความสามารถนำมาบูรณาการกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในการประเมินเพื่อตรวจวัดความแห้งแล้งได้ทั้งเชิงเวลาและพื้นที่ โดยใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์อันสั้น ไม่ซับซ้อน และรวดเร็วสามารถนำผลที่ได้มาไปใช้ได้ทันต่อเหตุการณ์

### ข้อเสนอแนะ

การประเมินความแห้งแล้งด้วยดัชนีอนุพัทธ์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นหากพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของสิ่งปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความแตกต่างกัน ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ก็อาจมีความแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นเพื่อความถูกต้องในการประเมินควรบูรณาการ ใช้ข้อมูลปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการเกิดความแห้งแล้งร่วมการในตัดสินใจ เนื่องจากดัชนี SPI ใช้เพียงตัวแปรปริมาณน้ำฝนเพียงตัวแปรเดียวในการตรวจสอบ ควรใช้ดัชนีทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาที่ใช้ตัวแปรที่หลากหลาย เช่น ดัชนีความรุนแรงของความแล้งแบบพาล์มเมอร์ (Palmer drought severity index: PDSI) ที่บูรณาการข้อมูลที่หลากหลายในการประเมินความแห้งแล้ง อาทิ ข้อมูลปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ น้ำใต้ดิน อุณหภูมิ ความชื้น อัตราการระเหยของน้ำ และข้อมูลทางชลประทาน เป็นต้น และเพื่อเป็นการบูรณาการการวิเคราะห์ความแห้งแล้งจากการใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยากับข้อมูลทางด้านการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้สามารถระบุพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้งได้แม่นยำและมีความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่น้อยที่สุด

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉกร วัฒนกิจ, “การตรวจวัดความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยดัชนี พืชพรรณจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551.
- [2] United States Geological Survey, “MODIS Overview[Online]”, 2011, Available: [https://lpdaac.usgs.gov/products/modis\\_overview](https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_overview)
- [3] T. B. McKee, N. J. Doesken, & J. Kleist, “The relationship of drought frequency and duration to time scales”. 8<sup>th</sup> ed., Anaheim, CA: Conference on Applied Climatology, 1993, pp. 179-184.
- [4] T. B. McKee, N. J. Doesken, & J. Kleist, “Drought monitoring with multiple time scales”, 9<sup>th</sup> ed., Dallas, TX: Conference on Applied Climatology, 1995, pp. 233-236.
- [5] ชลาลัย แจ่มผล, “ความรุนแรงของความแห้งแล้งในประเทศไทย”, กรุงเทพฯ: กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา; 2547.

- [6] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, “การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote sensing)”, ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์; 2540.
- [7] Y. Gu, J. F Brown, J. P. Verdin, & B. Wardlow, “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*, 2007, 34, L06407.
- [8] FN. Kogan, “Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection”, *Advances in Space Research*, 1995, 15: 91-100
- [9] J. Rhee, G.J. Carbone, & J.Im, “Monitoring agricultural drought for arid and humid regions using multi-sensor remote sensing data”, *Remote Sensing of Environment*, 2010, 114: 2875-2887.
- [10] BC. Gao, “NDWI-a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space”, *Remote sensing of environment*, 1996, 58: 257-256.
- [11] L. Wang & JJ. Qu, “NMDI: A normalized multi-band drought index for monitoring soil and vegetation moisture with satellite remote sensing”, *Geophysical Research Letters* 2007, 34: L20405.
- [12] ประเทือง จินตสกุล, “ภูมิศาสตร์กายภาพภาคตะวันออกเฉียงเหนือ”, กรุงเทพฯ: ศิลปบรรณาการ; 2528.
- [13] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, “ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ศักยภาพเชิงพื้นที่เพื่อการพัฒนา (Northeast Thailand: spatial potentials for development)”, ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์; 2549.
- [14] สุพรรณ กาญจนสุวรรณ และคณะ, “หนังสือแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายทางอากาศออร์โธรีโสติมาตรส่วน 1:4,000 ปี 2545”, กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร; 2544.
- [15] United States Geological Survey, “MOD09A1[Online]”, 2011, Available: [https://lpdaac.usgs.gov/products/modis\\_products\\_table/mod09a1](https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table/mod09a1)
- [16] United States Geological Survey, “MOD13Q1[Online]”, 2011, Available: [https://lpdaac.usgs.gov/products/modis\\_products\\_table/mod13q1](https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table/mod13q1)
- [17] R. P. Singh, S. Roy, & F. Kogan, “Vegetation and temperature condition indices from NOAA AVHRR data for drought monitoring over India”, *International Journal of Remote Sensing*, 2003, 24: 4393-4402.
- [18] P. Ceccato, S. Flasse, S. Tarantola, S. Jacquemond, & J. M. Gregoire, “Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain”, ***Remote Sensing of Environment***, 2001, 77(1): 22-33.
- [19] Republic Hydrometeorological Service of Serbia, “IMPLEMENTATION OF STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX - SPI [Online]”, 2013, Available: [http://www.hidmet.gov.rs/podaci/agro/ciril/REPORT\\_SPI\\_in\\_Serbia.pdf](http://www.hidmet.gov.rs/podaci/agro/ciril/REPORT_SPI_in_Serbia.pdf)