

การประเมินความแห้งแล้งแบบหลายฉากทัศน์ด้วยดาวเทียมโดยใช้ดัชนีความเครียดของน้ำในพืช ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สุก อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา

ศิริวรรณ รื่นรมย์¹, รังสรรค์ เกตุอื้อต² และ นิตี เอี่ยมชื่น^{1*}

Multi-scenario Satellite Drought Assessment using Moisture Stress Index (MSI) in Mae Suk Watershed, Mae Chai District, Phayao Province

Siriwan Ruenrom¹, Rangsan Ket-ord² and Niti Iamchuen^{1*}

¹ School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

² Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

* Corresponding author: niti018@hotmail.com

Received: December 13, 2023; Revised: June 4, 2024; Accepted: June 19, 2024

บทคัดย่อ

ความแห้งแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นมาช้านานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และสามารถเกิดขึ้นได้ในทุก ๆ พื้นที่ ซึ่งมักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฝน คือมีปริมาณฝนลดลงกว่าปกติ เป็นเวลานาน ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร สภาพความแห้งแล้งในปัจจุบันสามารถประเมินได้จากดัชนีที่คำนวณจากการใช้เทคนิคการรับรู้จากระยะไกล โดยใช้ดัชนีความเครียดของน้ำในพืช (Moisture Stress Index: MSI) เพื่อใช้วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์ (1) เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้ง ภายใต้ ความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน (2) เพื่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการเกิดความแห้งแล้ง กับสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลการวิจัยพบว่า พื้นที่ภัยแล้ง (แล้งปานกลาง-แล้งมาก-แล้งรุนแรง) ยังปรากฏในทั้งสามฉากทัศน์โดยมีพื้นที่ 10,193 ไร่ (ฝนน้อย), 13,654 ไร่ (ฝนปกติ) และ 5,736 ไร่ (ฝนมาก) และเมื่อนำค่าดัชนี MSI มาวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่ากิจกรรมต่าง ๆ มีดัชนีความแห้งแล้งแตกต่างกันออกไป ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม (0.6 – 1.9), พื้นที่ป่าไม้ (0.4 – 1.4), พื้นที่เบ็ดเตล็ด (0.6 – 1.9), พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง (0.6 – 1.4) และพื้นที่แหล่งน้ำ (0.4 – 1.6) จากการศึกษาดัชนี MSI สามารถบอกค่าความแห้งแล้งของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทสามารถนำไปใช้ในการวางแผนสนับสนุนการตัดสินใจในการเกษตรกรรมในแต่ละช่วงตามปริมาณฝนที่แตกต่างกันแต่ละช่วงเวลา

คำสำคัญ: การรับรู้จากระยะไกล, การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ดัชนีความเครียดของน้ำในพืช, พะเยา, ลุ่มน้ำอิงตอนบน

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Abstract

Drought is a natural disaster that has persisted from the past to the present. It can occur in any area and is usually caused by changes in rainfall. The amount of rainfall decreases more than usual for an extended period, affecting agricultural production. Current drought conditions can be assessed using indices calculated through remote sensing techniques. The Moisture Stress Index (MSI) is used to analyze drought-prone areas and their impact on land use. In this research study, the aims are (1) to analyze areas at risk of drought under varying rainfall amounts and (2) to examine the relationship between drought risk areas and land use status. The research results indicate that drought areas (ranging from moderate to extreme drought) appear in all three landscapes, with 10,193 rai in low rainfall areas, 13,654 rai in normal rainfall areas, and 5,736 rai in high rainfall areas. When analyzing the MSI index values in conjunction with land use, it was found that various activities have different drought indices: agricultural areas (0.6 – 1.9), forest areas (0.4 – 1.4), miscellaneous areas (0.6 – 1.9), urban and built-up areas (0.6 – 1.4), and water resource areas (0.4 – 1.6). Studying the MSI index can indicate the drought level for each type of land use, which can be utilized in planning to support decision-making in agriculture based on the varying amounts of rainfall during different periods.

Keywords: Remote sensing, Land use, Moisture Stress Index, Phayao, Upper Ing watershed

บทนำ

ความแห้งแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำเป็นระยะเวลานานเป็นเดือนๆ หรือเป็นปี โดยทั่วไปเกิดขึ้นเมื่อพื้นที่ที่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอเกิดฝนตกต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เกิดผลกระทบอย่างมากต่อการดำรงชีวิต การเกษตร และระบบนิเวศในพื้นที่ สาเหตุอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก เช่น ระบบการหมุนเวียนของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงส่งผลให้สภาวะอากาศในฤดูร้อนที่ร้อนมากกว่าปกติ เช่น ฝนทิ้งช่วง ฝนตกน้อย ดินเก็บความชื้นต่ำได้ไม่ดี ปริมาณน้ำใต้ดินมีน้อย อีกสาเหตุคือการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้น้ำอย่างไม่เหมาะสมหรือสิ้นเปลืองเกินไป ทั้งการอุปโภค บริโภค และการเกษตร ทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำและน้ำใต้ดินลดลง บริเวณภาคเหนือที่เกิดพื้นที่ความแห้งแล้งทำให้มีผลกระทบต่อการเกษตรกรรมโดยเป็นความแห้งแล้งที่เกิดจากขาดฝนหรือ ฝนแล้งมักจะเกิดในเดือน มีนาคม และเมษายน ในฤดูฝน และเกิดฝนทิ้งช่วงมักจะเกิดในเดือน มิถุนายน และกรกฎาคม ซึ่งพื้นที่ศึกษาครั้งนี้อยู่ทางภาคเหนือ บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สุกที่มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง คือ อ่างเก็บน้ำแม่สุก และอ่างเก็บน้ำแม่จั่ว ซึ่งในพื้นที่ศึกษามีอ่างเก็บน้ำและพื้นที่ชลประทาน และยังมีพืชหลักของจังหวัดพะเยา คือ ลิ้นจี่และนาข้าว มีผลผลิตอยู่ที่ 4,055 ตัน และ 305,006 ตัน ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) แต่เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สุกมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่ไม่สามารถเก็บน้ำได้ในช่วงฤดูแล้ง มีดินและตะกอนดินถูกชะล้างลงสู่อ่างเก็บน้ำ ทำให้ไม่สามารถนำน้ำมาใช้ในการเกษตรหรืออื่น ๆ ได้ และนำไปสู่ปัญหาการขาดแคลนน้ำที่ทำให้ในพื้นที่เกิดความแห้งแล้ง และส่งผลกระทบต่อเกษตรกร และคนชุมชน

การใช้ดัชนีความแห้งแล้งในปัจจุบันที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลที่ได้รับการยอมรับเพื่อการประเมินสภาพความแห้งแล้ง มีด้วยกันหลายดัชนีได้แก่ ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติรังสีอินฟราเรด (Normalized Difference Infrared Index, NDII) ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของน้ำ (Normalized Difference Water Index, NDWI) และ ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของแบนด์ผสม (Normalized Difference Multiband Drought Index, NMDI) ซึ่งมีการคิดค้นที่ใช้ดัชนีหลายๆตัวมาทดสอบหาพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้ง ในปี ค.ศ. 1983 Hardisky et al. (1983) ได้พัฒนาดัชนี NDII และใช้ประเมินสภาพความแห้งแล้งได้ดีกว่าดัชนี NDVI, NDWI และ NMDI และต่อมาในงานของ นุชนารถ (2558) ได้ทำการเปรียบเทียบของดัชนี NDII, NDVI, NDWI และ NMDI นี้ในการประเมินสภาพความแห้งแล้งของพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทย และเปรียบเทียบกับข้อมูลฝน โดยพบว่า ดัชนี NDII แสดงความสอดคล้องกับสภาพความแห้งแล้งและปริมาณฝนในแต่ละภูมิภาคทั่วประเทศไทยได้ดีกว่าดัชนี NDVI, NDWI และ NMDI ต่อมาในปี ค.ศ. 2017 Welikhe et al. (2017) ได้พัฒนาดัชนี Moisture Stress Index (MSI) มีการศึกษาในรัฐออลาบามา ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ใช้ดัชนี MSI มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความชื้นในดินที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามจำนวน 26 จุด ผลการศึกษาพบว่า ดัชนี MSI มีความสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในดิน มีการศึกษาเกี่ยวกับดัชนี MSI ในพื้นที่ประเทศไทย เรื่อง การตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งของประเทศไทยโดย Moisture Stress Index (MSI) Drought Monitoring for Thailand and using Moisture Stress Index (MSI) (ศรีธวัช และ นุชนารถ, 2562)) จากการศึกษาพบ ระดับค่าดัชนี MSI ที่ใช้ในการศึกษามีความสอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินและปริมาณฝนแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค โดยที่ความแห้งแล้งเกิดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด รองลงมาภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ตามลำดับ

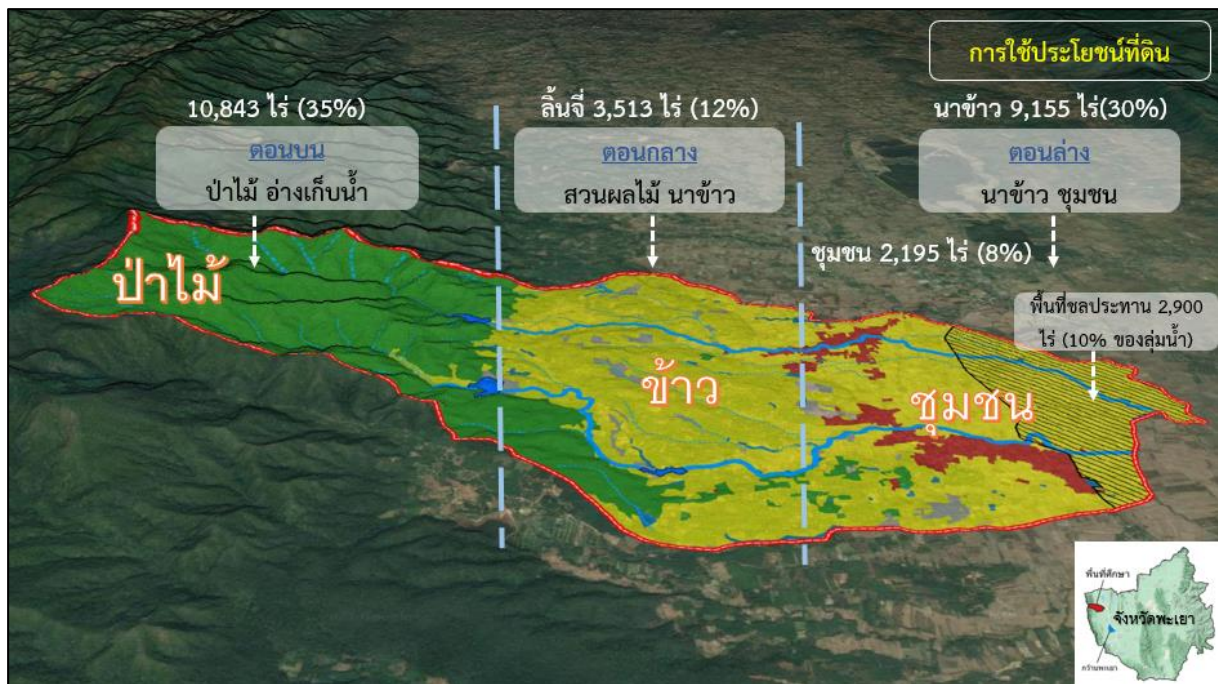
ในการศึกษาครั้งนี้จึงนำดัชนี MSI มาใช้ตรวจสอบความแห้งแล้งของพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน และตรวจสอบกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อวิเคราะห์หาค่าระดับของความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งนี้เนื่องจากฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการเกิดความแห้งแล้ง ดังนั้นในกรณีที่พบว่าค่าดัชนี MSI มีค่ามากขึ้นมีความสัมพันธ์กับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจะเกิดความแห้งแล้ง และสามารถนำไปใช้ในการประเมินสภาพความแห้งแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้ง ภายใต้ ความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน
2. เพื่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการเกิดความแห้งแล้งกับสถานภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำแม่สุกมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในตำบลแม่สุก รองลงมาตำบลศรีถ้อย และตำบลแม่ใจ ทางทิศเหนือติดกับตำบลศรีถ้อย ทิศใต้ติดกับตำบลบ้านใหม่ ทิศตะวันออกติดกับตำบลแม่ใจและตำบลแม่ปืม ทิศตะวันตกติดกับตำบลวังแก้ว อำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง ลักษณะภูมิประเทศมีสภาพพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบถึงพื้นที่สูงชัน มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 400–1,050 เมตร โดยทางด้านทิศตะวันตกเป็นพื้นที่สูงชันและเป็นพื้นที่ต้นน้ำของห้วยแม่จั่วและห้วยแม่สุกที่ไหลไปทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนทางด้านทิศตะวันออกเป็นที่ราบลุ่ม โดยตั้งอยู่ทางทิศใต้ของอำเภอแม่ใจ มีเนื้อที่ 30,103 ไร่ (รูปที่ 1 สีเขียวป่าไม้ สีเหลือง เกษตรกรรม และ สีแดง พื้นที่ชุมชน)



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา ลุ่มน้ำแม่สุก อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการศึกษา

ในการศึกษา การประเมินความแห้งแล้งด้วยข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ดัชนี Moisture Stress Index (MSI) ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สุก อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา มีขั้นตอนในการดำเนินงาน 4 ส่วนได้แก่ 1.ข้อมูลที่ใช้ประมวลผล 2.การวิเคราะห์คำนวณข้อมูลค่าดัชนี MSI 3.วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้ง และ 4.ตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ประมวลผลประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน 1) การเลือกช่วงเวลาของข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม (ตารางที่ 1) โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำฝนรายปีคาบเวลา 30 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยาในเดือนมีนาคมของทุกปี คัดเลือกปีที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดเป็นตัวแทนปีฝนน้อย (จากทัศนที่ 1 ฝนน้อย) ถัดมาปริมาณน้ำฝนปกติเป็นตัวแทนปีฝนปกติ (จากทัศนที่ 2 ฝนปกติ) และปริมาณน้ำฝนมากที่สุดเป็นตัวแทนปีฝนมาก (จากทัศนที่ 3 ฝนมาก) โดยวันที่ 16 เดือน มีนาคม ปี พ.ศ. 2558 ปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดอยู่ที่ 636 มิลลิเมตร ช่วงปริมาณน้ำฝนปกติ วันที่ 17 เดือน มีนาคม ปี พ.ศ. 2541 ปริมาณน้ำฝนอยู่ที่ 1,135 มิลลิเมตร ค่าใกล้เคียงเฉลี่ย 30 ปี คือ ปี พ.ศ. 2541 ฝนอยู่ที่ 1,136 มิลลิเมตร และช่วงปริมาณน้ำฝนมาก วันที่ 25 เดือน มีนาคม ปี พ.ศ. 2544 ปริมาณน้ำฝนอยู่ที่ 1,907 มิลลิเมตร (ฤดูกาลของภาคเหนือคือช่วงเดือนมีนาคม-เมษายนทำให้เกิดความแห้งแล้ง สาเหตุที่เลือกเดือนมีนาคมเนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมเดือนเมษายนมีเมฆปกคลุมทำให้ค่าสะท้อนของดาวเทียมที่นำมาวิเคราะห์ผิดพลาดได้) จึงเลือกภาพถ่ายดาวเทียมให้มีความใกล้เคียงกับช่วงเวลาข้างต้นคือ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ปี พ.ศ. 2541 และ ปี พ.ศ. 2544 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ปี พ.ศ. 2558 (รายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร ตารางที่ 2-3) และ 2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่เมือง และสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินกับผลของค่าดัชนี MSI

ตารางที่ 1 ข้อมูล

ข้อมูล	แหล่งที่มา
1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 วันที่ 17 มีนาคม 2541 และ วันที่ 25 มีนาคม 2544	สำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา USGS
2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 วันที่ 16 มีนาคม 2558	สำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา USGS
3. การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2541 ปี พ.ศ. 2544 และ ปี พ.ศ. 2558	กรมพัฒนาที่ดิน

2. จากการเลือกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมข้างต้น เพื่อนำมาวิเคราะห์คำนวณข้อมูลค่าดัชนี MSI โดยใช้ช่วงคลื่นค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้น SWIR และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ NIR ดาวเทียม LANDSAT-5 NIR (Band 4) ช่วงคลื่น 0.76 – 0.90 SWIR (Band 5) ช่วงคลื่น 1.55 – 1.75 ในดาวเทียม LANDSAT-8 NIR (Band 5) ช่วงคลื่น 0.85 – 0.87 SWIR (Band 6) ช่วงคลื่น 1.56 – 1.65 ดาวเทียมทั้ง 2 ดวงมีรายละเอียดภาพ (Resolution) 30 เมตร โดย สูตร ดัชนี MSI คือ

$$MSI = SWIR/NIR \quad (\text{สมการที่ 1})$$

โดย NIR = ค่าการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นอินฟราเรด ใกล้ (Near Infra-Red)

SWIR 1 = ค่าการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น 1

ตารางที่ 2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบ Thematic Mapper (TM)

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)
Band 1 (Blue)	0.45 – 0.52	30
Band 2 (Green)	0.52 – 0.60	30
Band 3 (Red)	0.60 – 0.69	30
Band 4 (NIR)	0.77 – 0.90	30
Band 5 (SWIR)	1.55 – 1.75	30
Band 6 (TIRS)	10.40 – 12.50	30
Band 7 (Panchromatic)	2.08 – 2.35	30

ตารางที่ 3 ข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซท 8 ระบบ Operational Land Imager (OLI)

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)
Band 1 (Coastal/Aerosol)	0.435 – 0.451	30
Band 2 (Blue)	0.452 – 0.512	30
Band 3 (Green)	0.533 – 0.590	30
Band 4 (Red)	0.636 – 0.673	30
Band 5 (NIR)	0.851 – 0.879	30
Band 6 (SWIR-1)	1.566 – 1.651	30
Band 7 (SWIR-2)	2.107 – 2.294	30
Band 8 (Pan)	0.503 – 0.676	15
Band 9 (Cirrus)	1.363 – 1.384	30

3. วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งขั้นตอนนี้เป็นการหาพื้นที่ของทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยได้จากการคำนวณดัชนี MSI เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งในแต่ละปีมีการแบ่งระดับ ทั้งหมด 8 ระดับ อ้างอิงตามผลของงานวิจัยของ ศรัณภัสร์ และ นุชนารถ, (2562) โดยการแบ่งค่าเป็น 8 ระดับ เพื่อจะได้ทราบรายละเอียดของระดับทั้งหมดว่ามีความสอดคล้องกับพื้นที่ขนาดเล็กที่ศึกษาหรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 4

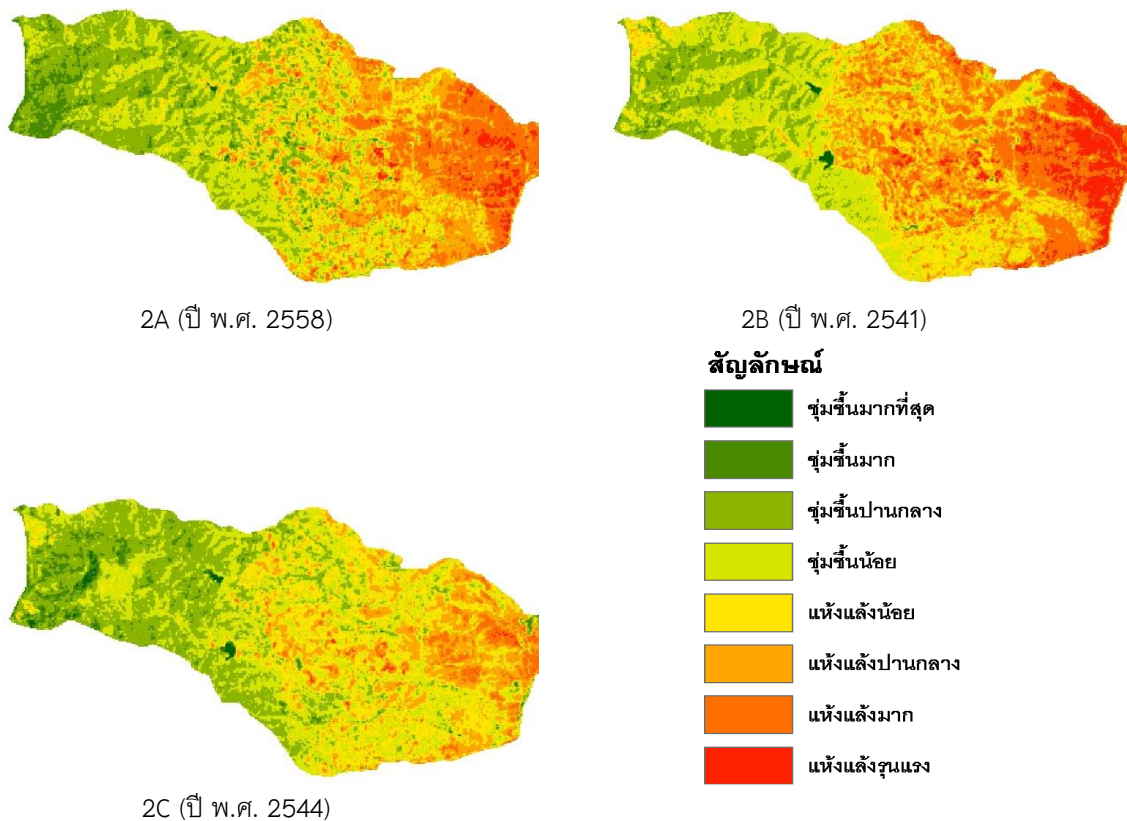
ตารางที่ 4 ค่าระดับความชุ่มชื้น/แห้งแล้งจากดัชนี MSI (เรียงจากความชื้นสูงไปยังค่าความชื้นต่ำหรือแห้งแล้ง)

ความชุ่มชื้น				ความแห้งแล้ง			
มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อย	ปานกลาง	มาก	รุนแรง
< 0.4	0.4 – 0.6	0.6 – 0.8	0.8 – 1.0	1.0 – 1.2	1.2 – 1.4	1.4 – 1.6	> 1.6

4. ตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2563 โดยจะทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่แห้งแล้ง โดยนำพื้นที่ที่เสี่ยงแห้งแล้งและการใช้ประโยชน์ที่ดินมาหาความสัมพันธ์กัน เพื่อที่จะทราบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมีค่าดัชนีอยู่ในช่วงใด โดยใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งตามระดับที่ 1 (Level 1) 5 ประเภท 1) พื้นที่เกษตรกรรม 2) พื้นที่ป่าไม้ 3) พื้นที่เบ็ดเตล็ด 4) พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง และ 5) พื้นที่แหล่งน้ำ ในส่วนของพื้นที่แห้งแล้งจะพิจารณาในพื้นที่อ้างอิงตามดัชนีที่ระดับวิกฤตได้แก่ คือ แห้งแล้งปานกลาง แห้งแล้งมาก และแห้งแล้งรุนแรง

ผลการศึกษา

1. เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้ง ภายใต้ ความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน ตาม วัตถุประสงค์ที่ 1 ทั้ง 3 ช่วงเวลา มีพื้นที่ของการแบ่งระดับ ทั้ง 8 ระดับ (รูปที่ 2 และ ตารางที่ 5-6) ชุ่มชื้นมากที่สุด ชุ่มชื้นปานกลาง ชุ่มชื้นน้อย แห้งแล้งน้อย แห้งแล้งปานกลาง แห้งแล้งมาก และ แห้งรุนแรง มีดังนี้ จากทัศนที่ 1 ปี พ.ศ. 2558 (ฝนน้อย) มีพื้นที่อยู่มากที่สุดอยู่ในระดับ ชุ่มชื้นปานกลาง ชุ่มชื้นน้อย และ แห้งแล้ง ปานกลาง 7,226 ไร่, 6,933 ไร่ และ 5,262 ไร่ ตามลำดับ จากทัศนที่ 2 ปี พ.ศ. 2541 (ฝนปกติ) มีพื้นที่อยู่มากที่สุดอยู่ ในระดับ ชุ่มชื้นน้อย แห้งแล้งมาก และ แห้งแล้งน้อย 6,604 ไร่, 5,937 ไร่ และ 5,821 ไร่ ตามลำดับ และ จากทัศนที่ 3 ปี พ.ศ. 2544 (ฝนมาก) มีพื้นที่อยู่มากที่สุดอยู่ในระดับ ชุ่มชื้นน้อย ชุ่มชื้นปานกลาง และ แห้งแล้งน้อย 8,482 ไร่, 7,872 ไร่ และ 6,954 ไร่ ตามลำดับ



รูปที่ 2 แผนที่พื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้ง พ.ศ. 2558(2A), 2541(2B) และ 2544(2C)

ตารางที่ 5 จำนวนพื้นที่ชุ่มชื้น 3 ช่วงเวลา

ปีฝน	ชุ่มชื้นมากที่สุด		ชุ่มชื้นมาก		ชุ่มชื้นปานกลาง		ชุ่มชื้นน้อย	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
จากทัศนที่ 1 ฝนน้อย	12	0.04	1,239	4.09	7,226	23.83	6,933	22.87
จากทัศนที่ 2 ฝนปกติ	69	0.23	239	0.79	3,929	12.96	6,604	21.78
จากทัศนที่ 3 ฝนมาก	145	0.48	1,130	3.73	7,872	25.97	8,482	27.98

ตารางที่ 6 จำนวนพื้นที่แห้งแล้ง 3 ช่วงเวลา

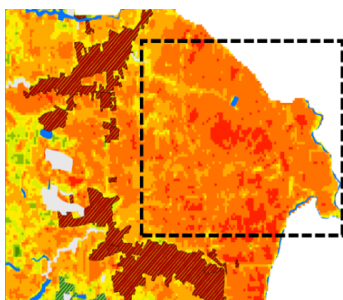
ปีฝน	แห้งแล้งน้อย		แห้งแล้งปานกลาง		แห้งแล้งมาก		แห้งแล้งรุนแรง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย	4,714	15.55	5,262	17.36	4,345	14.33	586	1.93
ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ	5,821	19.20	5,674	18.72	5,937	19.58	2,043	6.74
ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก	6,954	22.94	4,458	14.7	1,232	4.06	46	0.15

2. เพื่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการเกิดความแห้งแล้ง กับสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามวัตถุประสงค์ที่ 2 พื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม ทั้ง 3 ระดับคือ แห้งแล้งปานกลาง แห้งแล้งมาก และแห้งแล้งรุนแรง ดังนี้

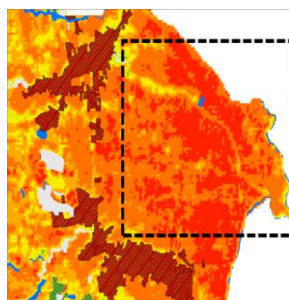
2.1 พื้นที่เกษตรกรรม ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย มีขนาดพื้นที่ 4,586 ไร่, 4,202 ไร่ และ 575 ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ มีขนาดพื้นที่ 4,765 ไร่, 5,726 ไร่ และ 2,008 ไร่ ตามลำดับ และ ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก มีขนาดพื้นที่ 4,226 ไร่, 1,183 ไร่ และ 33 ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่เกิดซ้ำ (ซ้ำกันทั้ง 3 ฉากทัศน์) พบอยู่ในระดับชุมชนปานกลาง-แห้งแล้งรุนแรง แต่ส่วนใหญ่พบในระดับแห้งแล้งปานกลาง-แห้งแล้งรุนแรง มีพื้นที่ 227 ไร่ (21.06%), 331 ไร่ (30.71%), 9 ไร่ (0.83%) ตามลำดับ (รูปที่ 3 และตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนพื้นที่เกษตรกรรม 3 ช่วงเวลา

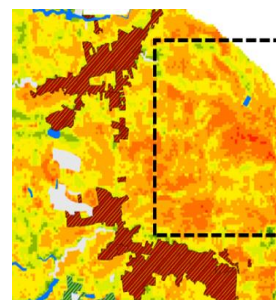
ฉากทัศน์ปริมาณฝน	พื้นที่เกษตรกรรม					
	แห้งแล้งปานกลาง		แห้งแล้งมาก		แห้งแล้งรุนแรง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย	4,586	48.98	4,202	44.88	575	6.14
ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ	4,765	38.12	5,726	45.81	2,008	16.07
ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก	4,226	77.66	1,183	21.74	33	0.61



3A (ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย)



3B (ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ)



3C (ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก)

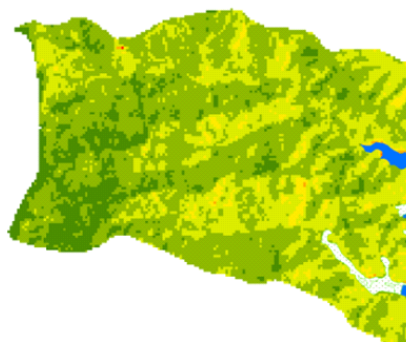
รูปที่ 3 ตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม

พ.ศ. 2558(3A), 2541(3B) และ 2544(3C)

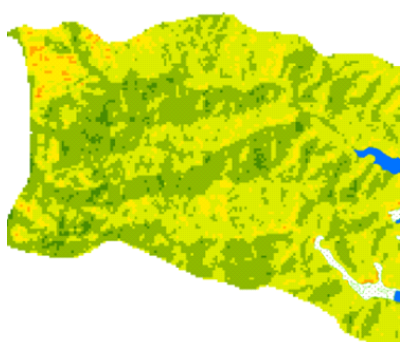
2.2 พื้นที่ป่าไม้ จากทัศนที่ 1 ฝนน้อย มีขนาดพื้นที่ 68, 1 และ 11 ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ จากทัศนที่ 2 ฝนปกติ มีขนาดพื้นที่ 151, 13 และ 0 ไร่ ตามลำดับ และ จากทัศนที่ 3 ฝนมาก มีขนาดพื้นที่ 34, 1 และ 0 ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่เกิดซ้ำ (ซ้ำกันทั้ง 3 จากทัศน) พบอยู่ในระดับชุ่มชื้นมาก-แห้งแล้งปานกลาง แต่ส่วนใหญ่พบในระดับชุ่มชื้นมาก-ชุ่มชื้นน้อย มีพื้นที่ 135 ไร่ (3.39%), 2,292 ไร่ (57.63%), 1,482 ไร่ (37.26%) ตามลำดับ (รูปที่ 4 และตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 จำนวนพื้นที่ป่าไม้ 3 ช่วงเวลา

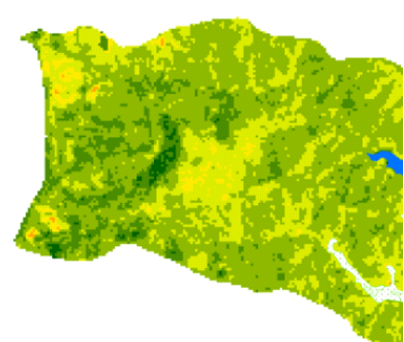
จากทัศนปริมาณฝน	พื้นที่ป่าไม้					
	แห้งแล้งปานกลาง		แห้งแล้งมาก		แห้งแล้งรุนแรง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ไร่	ร้อยละ	ไร่
จากทัศนที่ 1 ฝนน้อย	68	85.00	1	1.25	11	13.75
จากทัศนที่ 2 ฝนปกติ	151	92.07	13	7.93	-	-
จากทัศนที่ 3 ฝนมาก	34	97.14	1	2.86	-	-



4A (จากทัศนที่ 1 ฝนน้อย)



4B (จากทัศนที่ 2 ฝนปกติ)



4C (จากทัศนที่ 3 ฝนมาก)

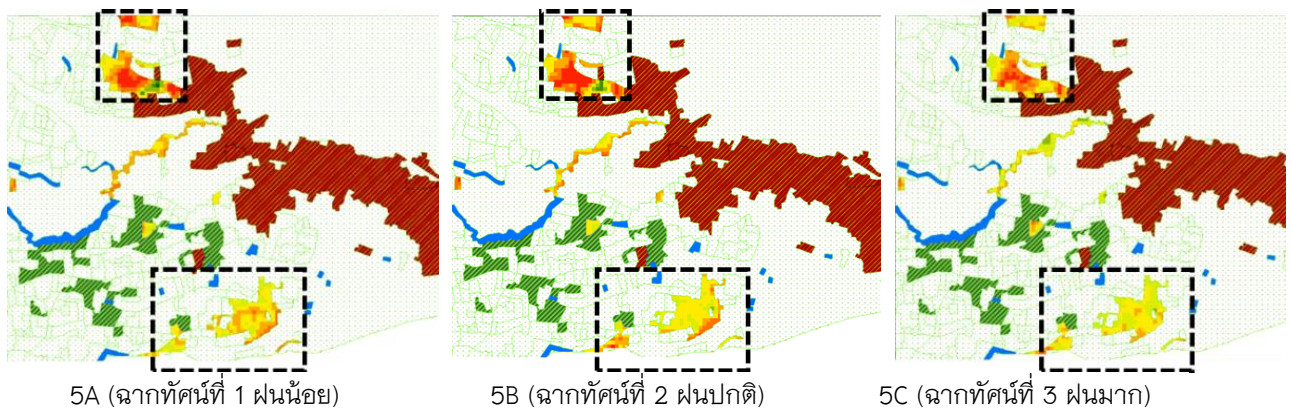
รูปที่ 4 ตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้

พ.ศ. 2558(4A), 2541(4B) และ 2544(3C)

2.3 พื้นที่เบ็ดเตล็ด จากทัศนที่ 1 ฝนน้อย มีขนาดพื้นที่ 124, 42 และ 36 ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ จากทัศนที่ 2 ฝนปกติ มีขนาดพื้นที่ 74, 195 และ 31 ไร่ ตามลำดับ และ จากทัศนที่ 3 ฝนมาก มีขนาดพื้นที่ 67, 27 และ 11 ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่เกิดซ้ำ (ซ้ำกันทั้ง 3 จากทัศน) พบอยู่ในระดับชุ่มชื้นปานกลาง-แห้งแล้งรุนแรง แต่ส่วนใหญ่พบในระดับชุ่มชื้นน้อย-แห้งแล้งปานกลาง มีพื้นที่ 19 ไร่ (25.33%), 32 ไร่ (42.67%), 10 ไร่ (13.33%) ตามลำดับ (รูปที่ 5 และตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 จำนวนพื้นที่เบ็ดเตล็ด 3 ช่วงเวลา

ฉากทัศน์ปริมาณฝน	พื้นที่เบ็ดเตล็ด					
	แห้งแล้งปานกลาง		แห้งแล้งมาก		แห้งแล้งรุนแรง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ไร่	ร้อยละ	ไร่
ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย	124	61.39	42	20.79	36	17.82
ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ	74	24.67	195	65.00	31	10.33
ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก	67	63.81	27	25.71	11	10.48



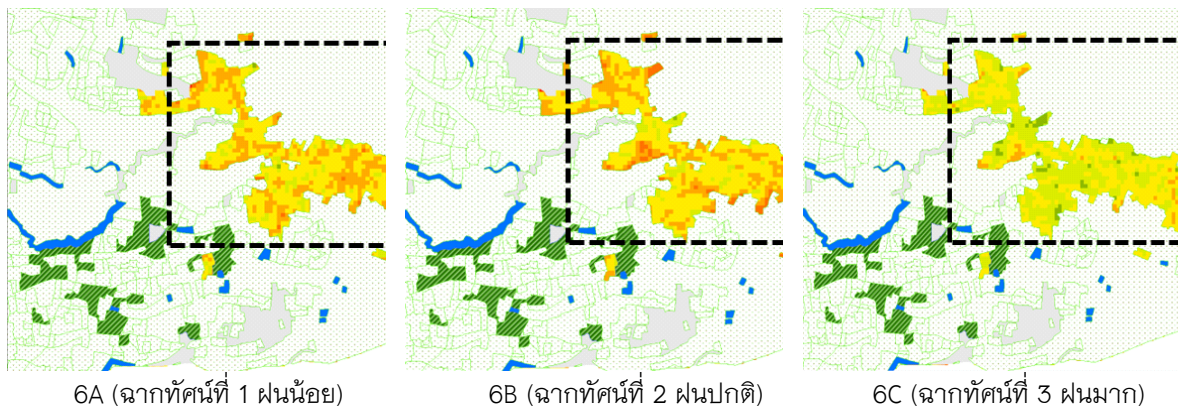
รูปที่ 5 ตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเบ็ดเตล็ด

พ.ศ. 2558(5A), 2541(5B) และ 2544(5C)

2.4 พื้นที่พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย มีขนาดพื้นที่ 415, 38 และ 1 ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ มีขนาดพื้นที่ 429, 95 ไร่ และ 2 ไร่ ตามลำดับ และ ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก มีขนาดพื้นที่ 74 ไร่, 2 ไร่ และ 0 ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่เกิดซ้ำ (ซ้ำกันทั้ง 3 ฉากทัศน์) พบอยู่ในระดับชุ่มชื้นปานกลาง-แห้งแล้งปานกลาง แต่ส่วนใหญ่พบในระดับชุ่มชื้นน้อย-แห้งแล้งปานกลาง มีพื้นที่ 27 ไร่ (15.17%), 125 ไร่ (70.22%), 22 ไร่ (12.36%) ตามลำดับ (รูปที่ 6 และตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 จำนวนพื้นที่เมือง และสิ่งปลูกสร้าง 3 ช่วงเวลา

ฉากทัศน์ปริมาณฝน	พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง					
	แห้งแล้งปานกลาง		แห้งแล้งมาก		แห้งแล้งรุนแรง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ไร่	ร้อยละ	ไร่
ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย	415	91.41	38	8.37	1	0.22
ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ	429	81.56	95	18.06	2	0.38
ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก	74	97.37	2	2.63	-	-

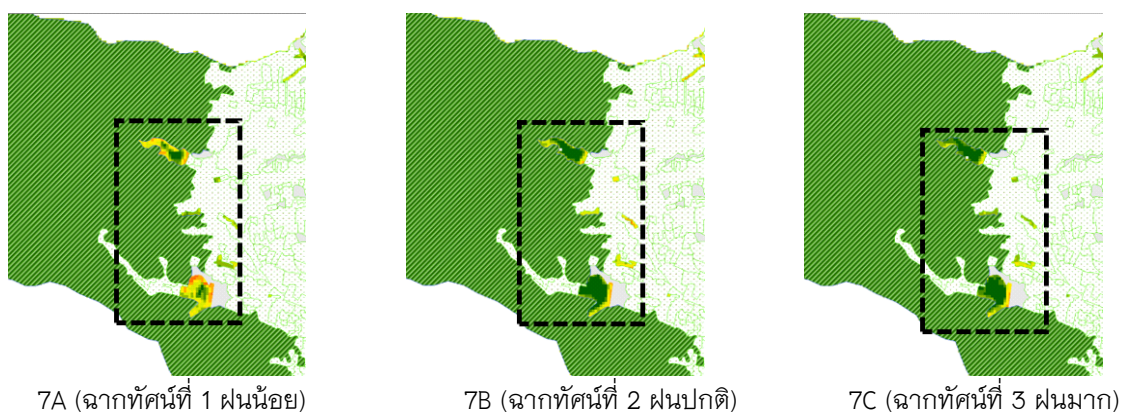


รูปที่ 6 ตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเมือง และ สิ่งปลูกสร้าง
พ.ศ. 2558(6A) 2541(6B) และ 2544(6C)

2.5 พื้นที่แหล่งน้ำ ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย มีขนาดพื้นที่ 77, 16 และ 0 ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ มีขนาดพื้นที่ 82 ไร่, 32 ไร่ และ 4 ไร่ ตามลำดับ และ ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก มีขนาดพื้นที่ 39 ไร่, 6 ไร่ และ 0 ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่เกิดซ้ำ (ซ้ำกันทั้ง 3 ฉากทัศน์) พบอยู่ในระดับชุ่มชื้นมาก-แห้งแล้งมาก แต่ส่วนใหญ่พบในระดับชุ่มชื้นมาก-ชุ่มชื้นน้อย มีพื้นที่ 135 ไร่ (3.39%), 2,292 ไร่ (57.56%), 1,482 ไร่ (37.22%) ตามลำดับ (รูปที่ 7 และตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 จำนวนพื้นที่แหล่งน้ำ 3 ช่วงเวลา

ฉากทัศน์ปริมาณฝน	พื้นที่แหล่งน้ำ					
	แห้งแล้งปานกลาง		แห้งแล้งมาก		แห้งแล้งรุนแรง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ไร่	ร้อยละ	ไร่
ฉากทัศน์ที่ 1 ฝนน้อย	77	82.80	16	17.20	–	–
ฉากทัศน์ที่ 2 ฝนปกติ	82	69.49	32	27.12	4	3.39
ฉากทัศน์ที่ 3 ฝนมาก	39	86.67	6	13.33	–	–



รูปที่ 7 ตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงความแห้งแล้งที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำ
พ.ศ. 2558(7A), 2541(7B) และ 2544(7C)

สรุปผลและอภิปรายผล

โพลการวิเคราะห์ในการศึกษางานวิจัย จากการประเมินความแห้งแล้งด้วยดาวเทียม ความแห้งแล้งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่พื้นที่แห้งรุนแรง รุนแรง แห้งแล้งมาก และแห้งแล้งปานกลาง จะเห็นได้ว่า พื้นที่แห้งรุนแรงมากที่สุด อยู่ในช่วงปริมาณน้ำฝนปกติ พ.ศ. 2541 มีพื้นที่ความแห้งแล้งรุนแรงมากที่สุด 2,043 ไร่ 6.74 ร้อยละ เนื่องจากใช้ข้อมูลสภาพดาวเทียมในช่วงเดือน มีนาคมเป็นช่วงฤดูร้อนทำให้แห้งรุนแรง และปริมาณน้ำฝนในเดือน มีนาคม ปี พ.ศ. 2541 (น้ำฝนปกติ) มีปริมาณ 2.06 มิลลิเมตร ซึ่งน้อยกว่าในปี พ.ศ. 2558 (น้ำฝนน้อย) มีปริมาณ 14 มิลลิเมตร ของเดือนมีนาคม และ ปี พ.ศ. 2544 (น้ำฝนมาก) มีปริมาณ 116.90 มิลลิเมตร และในปี พ.ศ. 2541 ยังเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) จากการวิเคราะห์ข้อมูลในซีกโลกเหนือ ย้อนหลังไป 1,000 ปี พบว่า อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นมากในศตวรรษที่ 20 โดยสูงขึ้นมากที่สุดในทศวรรษที่ 1990 และ ค.ศ. 1998 (พ.ศ. 2541) เป็นปีที่ร้อนมากที่สุดในรอบ 1,000 ปี ส่วนในปีน้ำฝนน้อย พ.ศ. 2558 มีพื้นที่ความแห้งแล้งรุนแรง แห้งแล้งมาก และแห้งแล้งปานกลาง 586 ไร่ 1.93 ร้อยละ, 4,345 ไร่ 14.33 ร้อยละ และ 5,262 ไร่ 17.36 ร้อยละ ตามลำดับ ในปีน้ำฝนปกติ พ.ศ. 2541 มีพื้นที่ 2,043 ไร่ 6.74 ร้อยละ, 5,937 ไร่ 19.58 ร้อยละ และ 5,674 ไร่ 18.72 ร้อยละ ตามลำดับ และในปีน้ำฝนมาก พ.ศ. 2544 มีพื้นที่ 46 ไร่ 0.15 ร้อยละ, 1,232 ไร่ 4.06 ร้อยละ และ 4,458 ไร่ 14.7 ร้อยละ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าดัชนี MSI สามารถใช้วิเคราะห์ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อวิเคราะห์ความแห้งแล้งของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทได้ แต่จะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินบางประเภทที่ไม่ส่งผลต่อการใช้ดัชนี MSI ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ ที่มีระดับความแห้งแล้งรุนแรงน้อยกว่าระดับความแห้งแล้งอื่น ๆ เนื่องจากป่าไม้และแหล่งน้ำเป็นพื้นที่ชุ่มชื้น จึงไม่ปรากฏในระดับพื้นที่แห้งแล้งรุนแรง (ทั้ง 3 ช่วงปี น้ำฝนน้อย น้ำฝนปกติ และ น้ำฝนมาก) รวมถึงพื้นที่เมือง และสิ่งปลูกสร้าง ก็จัดอยู่ร่วมกับพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่แหล่งน้ำ เนื่องจากไม่ค่อยพบในระดับความแห้งแล้งรุนแรง ทั้ง 3 ช่วงปี พบเพียงแค่ 1-3 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อการใช้ดัชนี MSI ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เบ็ดเตล็ด พบในระดับความแห้งแล้งปานกลาง-ระดับความแห้งแล้งรุนแรงส่งผลทำให้เกิดความแห้งแล้งในพื้นที่ รวมถึงผลผลิตทางการเกษตร พื้นที่ทำมาหากินของผู้คนในพื้นที่ เช่น พื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติที่เอาไว้ให้ วัว หรือสัตว์ต่างๆกินหญ้า จัดอยู่การใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเบ็ดเตล็ด รวมถึงการใช้ปริมาณน้ำฝนหรือปริมาณน้ำในพื้นที่ที่มากเพื่อให้ผลผลิตดีขึ้น อาจทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ได้

ในการศึกษางานวิจัย เรื่อง การประเมินความแห้งแล้งแบบหลายจากทัศนด้วยดาวเทียมโดยใช้ดัชนีความชื้นในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สุก อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา พบพื้นที่ความแห้งแล้งของการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่พบในการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 5 ประเภท พบความแห้งแล้งโดยรวมใน 3 ช่วงเวลา ชุ่มชื้นปานกลาง-แห้งแล้งปานกลาง (ค่าดัชนี 0.6 - 1.4) และได้มีการศึกษาเกี่ยวกับดัชนี MSI ของ Welikhe et al. (2017) ที่เป็นคนคิดค้นพัฒนาดัชนี Moisture Stress Index (MSI) มาใช้ศึกษาในรัฐออลาบามา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยที่ดัชนี MSI มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความชื้นในดินที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามจำนวน 26 จุด พบว่า ดัชนี MSI สามารถบอกความสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในดินที่ทำการภาคสนาม และยังมีส่วนเรื่อง การตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งของประเทศไทยโดย Moisture Stress Index (MSI) Drought Monitoring for Thailand and using Moisture Stress Index (MSI) (ศรีธนภัสร์ และ นุชนารถ, 2562) ที่ได้ศึกษาพบ ระดับค่าดัชนี MSI ที่ได้ในการศึกษามีความสอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินและปริมาณฝน โดยสภาพความแห้งแล้งเกิดขึ้นมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก แต่ภาคใต้มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดเพราะมีแค่ 2 ฤดู คือฤดูฝนยาว 8 เดือน ฤดูร้อน 4 เดือน จึงทำให้ภาคใต้ไม่มีความแห้งแล้ง และพื้นที่ป่าไม้มีสภาพความชุ่มชื้นที่สูงกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานที่ศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สุก อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ที่มีความชุ่มชื้นของพื้นที่ป่าไม้ ชุ่มชื้นมากที่สุด-แห้งแล้งปานกลาง (ค่าดัชนี 0.2 - 1.4) ในขณะที่พื้นที่อื่น ๆ มีความชุ่มชื้นน้อย-แห้งแล้งรุนแรง ยกเว้นพื้นที่ประเภทแหล่งน้ำ จะเห็นได้ว่า

สามารถนำดัชนี MSI มาใช้ตรวจหาความแห้งแล้งของพื้นที่ศึกษาได้ เพื่อหาค่าแต่ละระดับของการใช้ประโยชน์ที่ดินว่าแต่ละประเภทมีค่าอยู่ระดับใดของการแบ่งระดับทั้ง 8 ระดับ เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลในพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ปีฝนปกติที่เกิดการแห้งแล้งไม่ได้แห้งแล้งเสมอไป ปริมาณน้ำฝนที่ฝนตกส่วนใหญ่อยู่ช่วงฤดูฝนช่วงประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม แต่ในส่วนของ การนำดาวเทียมมาใช้ดูพื้นที่แห้งแล้งสามารถบอกความแห้งแล้งได้จริงแต่ภาพดาวเทียมที่นำมาใช้ในการศึกษาในพื้นที่เป็นแบบรายเดือนซึ่งเป็นรายปีไม่ได้ และยังเป็นเดือนที่แห้งแล้งและปริมาณน้ำฝนน้อย ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายเดือนทั้งการนำภาพดาวเทียมที่มีเมฆบดบังน้อยที่สุด เพราะอาจจะทำให้ค่าที่นำมาวิเคราะห์ดัชนีคลาดเคลื่อนและผิดพลาดได้ และนำปริมาณน้ำฝนแบบรายเดือนมาใช้ในการศึกษาครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2566). *ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา*. สืบค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2566, จาก <http://climate.tmd.go.th/content/article/9>.
- กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน. (2565). *คำนิยามข้อมูลการใช้ที่ดิน*. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ. 1-289.
- นุชนารถ ศรีวงศ์ตานนท์. (2558). *การตรวจวัดความชื้นในดินโดยเทคนิคการรับรู้จากระยะไกล (Soil Moisture Monitoring using Remote Sensing Technique)*. ภาควิชาทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรัณภัสร์ เอี่ยมอำไพ และ นุชนารถ ศรีวงศ์ตานนท์. (2562). *การตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งของประเทศไทยโดย Moisture Stress Index (MSI)*. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 24 วันที่ 10-12 กรกฎาคม 2562 จ.อุดรธานี, ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ อ.เมือง จ.อุดรธานี
- สุจิตรา เจริญศิริอุทัย. (2561). ความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดในระหว่างดัชนีพืชพรรณกับผลผลิตปาล์มน้ำมันจากทะเลสาบผลสด ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 21, 235-247.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2564). สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2566, จาก <https://mis-app.oae.go>.
- สำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา U.S. Geological Survey (USGS). (n.d.). form <https://earthexplorer.usgs.gov/>.
- Hardisky, M.A., Klemas, V. and Smart, R.M. (1983). *The Influence of Soil Salinity, Growth Form, and Leaf Moisture on the Spectral Radiance of Spartina alterniflora Canopies*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 49, 77-83.
- Welikhe P, Quansah JE, Fall S, and Elhenney WMc. (2017). Estimation of Soil Moisture Percentage Using LANDSATbased Moisture Stress Index. *J Remote Sensing & GIS*, 6, 200. doi: 10.4172/2469-4134.1000200.