

การตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งของประเทศไทยโดย Moisture Stress Index (MSI) Drought Monitoring for Thailand using Moisture Stress Index (MSI)

ศรินทร์ส์ เอี่ยมอำไพ^{1*} และ นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์²

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

^{1,2} Remote Sensing Research Centre for Water Resources Management (SENSWAT) ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author; E-mail address: sarunphass@gmail.com

บทคัดย่อ

สภาพความแห้งแล้งเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สามารถเกิดขึ้นได้ในหลายพื้นที่ทั่วโลกและมีแนวโน้มของความรุนแรงมากขึ้นจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลได้ถูกนำมาใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์ดัชนีที่ใช้ตรวจสอบสภาพภัยแล้งเนื่องจากความมีประสิทธิภาพและการเข้าถึงข้อมูลที่ใช้คำนวณได้โดยง่าย ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้นำดัชนี Moisture Stress Index (MSI) ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นในดินมาใช้เพื่อตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์ดัชนี MSI ในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2561 พบว่า มีค่าระหว่าง 0.2 ถึง 1.9 และมีค่าต่ำกว่า 1 ในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม - ตุลาคม) สำหรับค่า MSI ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน - เมษายน) มีการแจกแจงดังนี้ (1) 16.9% อยู่ในช่วง $1.0 \leq MSI < 1.2$ (2) 13.7% อยู่ในช่วง $1.2 \leq MSI < 1.4$ (3) 4.0% อยู่ในช่วง $1.4 \leq MSI < 1.6$ และ (4) 0.3% อยู่ในช่วง $1.6 \leq MSI < 1.9$ จากผลการศึกษานี้สามารถนำมาสร้างเกณฑ์ระดับความแห้งแล้งได้ดังนี้ (1) ระดับน้อย (2) ระดับปานกลาง (3) ระดับมาก และ (4) ระดับรุนแรง ทั้งนี้ จากผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยเกิดสภาพความแห้งแล้งระดับรุนแรงมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 14.8 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ และพื้นที่ที่ได้รับความแห้งแล้งมากที่สุดในประเทศไทย คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่ภาคใต้ไม่มีสภาพความแห้งแล้งแม้แต่ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณฝนในแต่ละภูมิภาค นอกจากนั้น พบว่า พื้นที่ป่าไม่มีสภาพความชุ่มชื้นมากกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่นอย่างชัดเจน จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า MSI เป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งของประเทศไทย

คำสำคัญ: เทคนิคการรับรู้ระยะไกล, สภาพความแห้งแล้ง, ดัชนีการขาดแคลนความชื้น

Abstract

Drought is natural disaster in many parts of the world and their severity tends to increase due to the effect of climate change. Remote sensing has been increasing used to calculate the drought indices to be used for tracking droughts due to their effectiveness and the data used can be easily accessed. Therefore, Moisture Stress Index (MSI) which has been proved to be highly related to soil moisture was selected drought assessment in Thailand. The results of MSI values in Thailand between 2002 and 2018 are shown to be between 0.2 and 1.9 and lower than 1 during the wet season. MSI values in the dry season are distributed as in the followings: (1) 16.9% are in the range $1.0 \leq MSI < 1.2$ (2) 13.7% are in the range $1.2 \leq MSI < 1.4$ (3) 4.0% are in the range $1.4 \leq MSI < 1.6$ and (4) 0.3% are in the range $1.6 \leq MSI < 1.9$. The results can be used to separate droughts into 4 levels as follows: (1) minor drought (2) moderate drought (3) major drought and (4) severe drought. In 2005, Thailand experienced the most severe drought. Which accounted for 14.8 percent of the area. The most drought-affected area in Thailand is in the Northeast, while there is no drought in Southern Thailand even in the dry season. This is corresponded to the rainfall depth in each region. Moreover, the forest areas have shown high moisture more than other land use classes. The results have shown that MSI can be effectively used for drought monitoring for Thailand.

Keywords: Remote Sensing, Drought, Moisture Stress Index

1. คำนำ

ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกพื้นที่ไม่ว่าบริเวณที่ฝนมากหรือฝนน้อย โดยทั่วไปภัย

แล้งมักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฝน คือมีปริมาณฝนลดลงกว่าปกติ เป็นระยะเวลาสั้น [1] โดยภัยแล้งจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงสุขภาพเศรษฐกิจและสังคมโดยรวม สภาพความแห้งแล้งสามารถประเมินได้จากดัชนีความแห้งแล้งที่คำนวณจากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาหลายดัชนี โดยดัชนีที่นิยมอย่างแพร่หลาย คือ (1) ดัชนี Palmer Drought Severity Index (PDSI) ซึ่งเป็นดัชนีความแห้งแล้งดัชนีแรกที่ได้รับการพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา โดยใช้ข้อมูลฝน อุณหภูมิในการคำนวณ และข้อมูลความจุของน้ำในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Local available water content (AWC) of the soil) [2] และ (2) ดัชนี Standardized Precipitation Index (SPI) ซึ่งใช้เฉพาะข้อมูลฝนประกอบการคำนวณตามหลักการของการกระจายตัวแบบแกมมา (Gamma distribution) เพื่อกำหนดช่วงความรุนแรงของความแห้งแล้งรวมทั้งช่วงที่ไม่ประสบภาวะความแห้งแล้ง [3] อย่างไรก็ตาม ดัชนีความแห้งแล้งทั้ง 2 ดัชนี สามารถประเมินความแห้งแล้งสำหรับพื้นที่ที่พิจารณาโดยการเปรียบเทียบระหว่างสภาพความแห้งแล้ง ณ เวลาที่พิจารณากับสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยรวมตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา ทำให้ดัชนีความแห้งแล้งดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพความแห้งแล้งในพื้นที่ที่แตกต่างกันได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการนำเทคนิคการรับรู้ระยะไกลมาใช้ในการประเมินดัชนีความแห้งแล้ง เนื่องจากเป็นดัชนีที่คำนวณมาจากค่าการสะท้อนกลับในแต่ละจุดภาพของพื้นที่ศึกษา ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของแต่ละจุดภาพ ดังนั้น ดัชนีความแห้งแล้งที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลจึงสามารถนำมาเปรียบเทียบกับในระหว่างพื้นที่ที่แตกต่างกันได้ นอกจากนี้แล้ว ข้อมูลที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลสามารถเข้าถึงได้โดยง่าย ไม่เสียค่าใช้จ่าย รวมทั้งมีความละเอียดเชิงพื้นที่และเวลาในระดับค่อนข้างสูง

สำหรับดัชนีความแห้งแล้งที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลที่ได้รับการยอมรับเพื่อการประเมินสภาพภัยแล้งมีอยู่มากมาย อาทิเช่น ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติรังสีอินฟราเรด (Normalized Difference Infrared Index, NDII) ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของน้ำ (Normalized Difference Water Index, NDWI) และ ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของแบนด์ผสมของภัยแล้ง (Normalized Difference Multiband Drought Index, NMDI) เป็นต้น โดยที่ NDVI เป็นดัชนีแรกที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Rouse et al. [4] เพื่อวัตถุประสงค์หลักในการตรวจสอบปริมาณคลอโรฟิลล์ของพืชซึ่งสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น จึงได้มีการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบสภาพความแห้งแล้ง อย่างไรก็ตาม ค่าการสะท้อนกลับจากช่วงคลื่นสีแดงที่ตามองเห็นได้ (Visible red) ที่ใช้ในการประเมินดัชนี NDVI จะถูกดูดกลืนโดยเมฆ ทำให้ค่าการสะท้อนกลับต่ำกว่าความเป็นจริง และส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของดัชนี NDVI ต่อมาในปี พ.ศ. 2526 Hardisky et al. [5] ได้พัฒนาดัชนี NDII ขึ้นมา ซึ่งมีการคำนวณโดยใช้ค่าการสะท้อนกลับจากช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near infrared, NIR) และช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้น (shortwave infrared, SWIR) ซึ่งทั้งสองช่วงคลื่นจะไม่ได้รับผลกระทบจากเมฆ ทำให้ดัชนี NDII สามารถประเมินสภาพความแห้งแล้งได้ดีกว่าดัชนี NDVI รวมทั้งดีกว่าดัชนี NDWI [6] และ NMDI [7] ตามที่

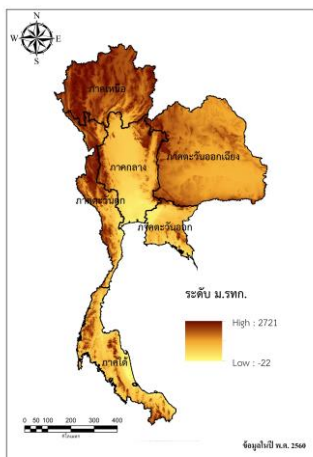
นุชนารถ [8] ได้ทำการเปรียบเทียบศักยภาพของดัชนีเหล่านี้ในการประเมินสภาพความแห้งแล้งของพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทยและเปรียบเทียบกับข้อมูลฝน โดยพบว่า ดัชนี NDII แสดงความสอดคล้องกับสภาพความแห้งแล้งและปริมาณฝนในแต่ละภูมิภาคทั่วประเทศไทย ได้ดีกว่าดัชนีอื่น ๆ ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 Welikhe et al. [9] ได้พัฒนาดัชนี Moisture Stress Index (MSI) ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้นและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ซึ่งเป็นช่วงคลื่นเดียวกับที่ใช้คำนวณดัชนี NDII โดยในการศึกษาดังกล่าวได้นำดัชนี MSI มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความชื้นในดินที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามจำนวน 26 จุด ในมลรัฐอาลาบามา ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งผลการศึกษพบว่า ดัชนี MSI มีความสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อความลึกจากผิวดินเพิ่มขึ้น

ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้นำดัชนี MSI มาใช้เพื่อตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งของพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2561 โดยทำการประเมินค่าของดัชนี MSI ราย 8 วัน ในช่วงเวลาดังกล่าว จากนั้นนำค่าของดัชนี MSI ทุกช่วงเวลาและทุกจุดภาพของประเทศมาแจกแจงความถี่ เพื่อนำไปกำหนดระดับของสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นที่สอดคล้องกับช่วงเวลาและลักษณะเฉพาะของแต่ละภูมิภาคของประเทศ

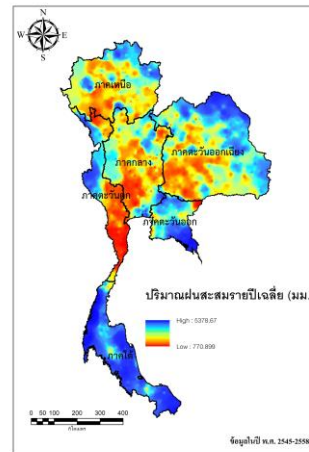
2. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในช่วงพิกัด $5^{\circ}37'N - 20^{\circ}27'N$ และ $97^{\circ}22'E - 105^{\circ}37'E$ โดยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตเขตร้อนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชียท่ามกลางคาบสมุทรอินโดจีนและมีพื้นที่ประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้ มรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย ประกอบด้วย ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านประเทศในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมซึ่งพัดพาเอาความชื้นจากทะเลเข้าสู่ประเทศ ทำให้มีฝนตกในช่วงเวลาดังกล่าว และสำหรับ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดผ่านประเทศในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และได้นำความแห้งแล้งจากแผ่นดินใหญ่ของประเทศจีน เป็นผลให้สภาพอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง ยกเว้นภาคใต้ซึ่งได้รับความชื้นจากอ่าวไทยในช่วงเวลาดังกล่าวทำให้ปริมาณฝนมากกว่าภูมิภาคอื่นของประเทศ ประเทศไทยมีการแบ่งภูมิภาคออกเป็น 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และ ภาคใต้ ซึ่งในแต่ละภูมิภาคจะมีลักษณะภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน ประเภทของดิน และปริมาณฝนที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดสภาพความแห้งแล้งที่แตกต่างกันตามไปด้วย โดยในที่นี้ได้แสดงสภาพภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน และความลึกฝนรายปีเฉลี่ย ดังในรูปที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ ทั้งนี้ ในภาคเหนือมีสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาซึ่งวางตัวยาวในแนวเหนือ-ใต้ อาทิเช่นเทือกเขาแดนลาว เทือกเขาหลวงพระบาง เทือกเขาดนรงชัย และมีพื้นที่ป่าไม้ปกคลุมเป็นบริเวณกว้างใหญ่ ทำให้เป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยา สำหรับภาคกลางนั้น มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่

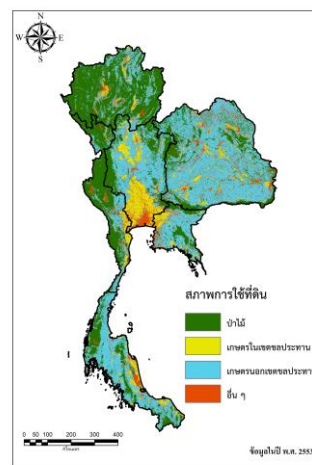
ราบลุ่มแม่น้ำลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินตะกอนที่อุดมสมบูรณ์และมีระบบชลประทานอยู่มากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้ภาคกลางเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศ ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและลักษณะดินเป็นดินทราย ทำให้ไม่อุ้มน้ำและน้ำซึมผ่านโดยเร็ว รวมทั้งสภาพภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำและส่งผลกระทบต่อการทำเกษตรกรรมซึ่งเป็นอาชีพหลักของประชาชนในภูมิภาค สำหรับภาคตะวันตกมีสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมกับการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่จึงเป็นแหล่งเก็บกักน้ำที่สำคัญของประเทศและมีการส่งน้ำไปสนับสนุนการใช้ในภาคกลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้น้ำเพื่อการประปาในกรุงเทพมหานคร สำหรับในส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณฝนมากกว่าในภูมิภาคอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นและมีสภาพภูมิประเทศที่สามารถสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำได้พอสมควร สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์จึงเป็นแหล่งเพาะปลูกผลไม้ที่สำคัญของประเทศ แต่เนื่องจากสภาพภูมิสัณฐานที่อยู่ใกล้ทะเลและใกล้กรุงเทพมหานคร จึงเป็นแหล่งอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ ทำให้เกิดภาวะการขาดแคลนน้ำในบางครั้ง สำหรับในภาคใต้มีปริมาณฝนที่มากกว่าทุกภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศ โดยมีฝนตกถึง 8 เดือนใน 1 ปี จากอิทธิพลของลมมรสุมตั้งได้กล่าวแล้วข้างต้น รวมทั้งสภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ และมีแหล่งท่องเที่ยวที่ติดทะเลที่สวยงามอยู่มาก แต่บางพื้นที่อาจไม่มีแหล่งเก็บกักน้ำที่เพียงพอ จึงอาจเกิดสภาพการขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ อาทิเช่น ภูเก็ต และ เกาะสมุย ทำให้การบริหารจัดการน้ำมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตแบบองค์รวมของประเทศ สำหรับในรูปที่ 2 ได้แสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,497 มิลลิเมตร (พศ.2545 - 2558) โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับช่วงเวลาดังกล่าวในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และ ภาคใต้เท่ากับ 1,322 1,265 1,785 1,428 1,263 และ 2,252 มิลลิเมตรตามลำดับ และสำหรับสภาพการใช้ที่ดินของประเทศไทยซึ่งแสดงในรูปที่ 3 นั้น ประกอบด้วยประเภทการใช้ที่ดินหลัก ๆ คือ พื้นที่ป่าไม้ เกษตรชลประทาน เกษตรกรรมน้ำฝน และอื่น ๆ โดยมีสัดส่วนของพื้นที่ดังกล่าวเท่ากับ 37.8% 7.9% 42.5% และ 11.8% ตามลำดับ



รูปที่ 1 ลักษณะภูมิประเทศไทย



รูปที่ 2 ความลึกฝนรายปีเฉลี่ยของประเทศไทย



รูปที่ 3 สภาพการใช้ที่ดินของประเทศไทย

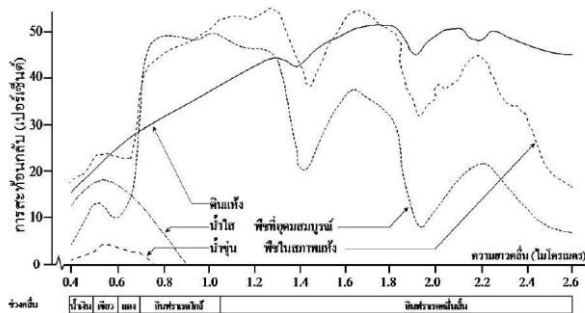
3. ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้พิจารณาใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลจากชุดผลิตภัณฑ์ MOD09A1 ที่ได้จากดาวเทียม Terra ด้วยตัวรับรู้ MODIS โดยผลิตภัณฑ์ MOD09A1 มีข้อมูลการสะท้อนกลับของสเปกตรัมจากพื้นผิวจำนวน 7 ช่วงคลื่น (แบนด์) ซึ่งประกอบด้วย 1. ช่วงคลื่นสีแดง (Red Band) 2. ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band, NIR) 3. ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (Blue Band) 4. ช่วงคลื่นสีเขียว (Green Band) 5. ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) 6. ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Shortwave Infrared, SWIR) และ 7. ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) ซึ่งมีความยาวคลื่นที่ศูนย์กลางเท่ากับ 645, 860, 469, 555, 1,240 1,640 และ 2130 นาโนเมตร ตามลำดับ โดยข้อมูลภาพมีความละเอียดเชิงกริดเท่ากับ 500 เมตร และความละเอียดเชิงเวลาเท่ากับ 8 วัน ทั้งนี้ ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ MOD09A1 ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้คือ ข้อมูล NIR band และ SWIR band ซึ่งมีความยาวคลื่นที่ศูนย์กลางเท่ากับ 860 และ 1,640 นาโนเมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลาระหว่าง พ.ศ. 2545-2561 ที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย โดยประกอบด้วยข้อมูลจำนวน 5 ระยะเวลา คือ ระยะเวลาที่ h27v06, h27v06, h27v08, h28v07 และ h28v08

4. ทฤษฎี

การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) เป็นการสำรวจข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัดที่ปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุ พื้นผิว หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยตรง หลักการในการทำงานของการรับรู้จากระยะไกลคือการใช้คุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบส่วนต่าง ๆ บนโลกแล้วจะเกิดปฏิสัมพันธ์ด้านพลังงานพื้นฐาน 3 ประเภทคือ 1. พลังงานที่สะท้อนกลับ 2. พลังงานที่ถูกดูดกลืน และ 3. พลังงานที่ถูกส่งผ่าน โดยเมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบสิ่งต่าง ๆ บนโลกจะเกิดการดูดกลืนและการส่งผ่านที่แตกต่างกันไปจึงเหลือเป็นพลังงานที่สะท้อนกลับที่แตกต่างกันไปด้วย โดยพลังงานที่สะท้อนกลับจะถูกตรวจวัดโดยตัวรับรู้ (sensors) ที่ติดตั้งบนอากาศยานหรืออวกาศยานและถูกจัดเก็บโดยอุปกรณ์การสำรวจในรูปแบบของรูปภาพหรือรูปแบบเชิงเลข เพื่อนำไปสู่การแปลความหมายในรูปแบบของรูปภาพหรือข้อมูลจากตัวรับรู้เชิงเลข (digital sensor data) ต่อไป [10]

การสะท้อนกลับเชิงสเปกตรัมสำหรับพืช ดิน และ น้ำ แสดงดังในรูปที่ 4 จากรูปดังกล่าวซึ่งเป็นการแสดงตัวอย่างของเปอร์เซ็นต์การสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบวัตถุบนผิวโลก 3 ประเภท คือ พืชสีเขียว (green vegetation) พื้นที่ดินที่ว่างเปล่าและแห้ง (dry bare soil) และพื้นน้ำใสในทะเลสาบ (clear lake water) ในกรณีที่เป็นการสะท้อนกลับของพืชที่อุดมสมบูรณ์จะได้ค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared, NIR) ที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 0.860 ไมโครเมตร (แบนด์ที่ 2) ประมาณ 49% และค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Shortwave Infrared, SWIR) ที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 1.640 ไมโครเมตร (แบนด์ที่ 6) ประมาณ 38% ซึ่งเมื่อนำค่าการสะท้อนกลับจากคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้นหารด้วยค่าการสะท้อนกลับจากช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (SWIR/NIR) จะได้เท่ากับ 0.78 และสำหรับในกรณีที่พืชในสภาพแห้งนั้น การสะท้อนกลับของแบนด์ที่ 2 และ 6 มีค่าเท่ากับ 47% และ 53% ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำหาค่าส่วนของ SWIR/NIR จะได้เท่ากับ 1.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่า สัดส่วนดังกล่าวจะมีค่ามากสำหรับการสะท้อนกลับจากพืชในสภาพแห้งและมีค่าน้อยสำหรับพืชที่อุดมสมบูรณ์ [10]



รูปที่ 4 การสะท้อนกลับเชิงสเปกตรัมของพืช ดิน และ น้ำ

จากผลการหาค่าสัดส่วนของ SWIR/NIR ดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นที่มาของของดัชนี MSI (Moisture Stress Index) ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Hunt & Rock [11] ดังแสดงในสมการที่ (1) โดยคณะวิจัยพบว่าดัชนี MSI มีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินตั้งแต่ระดับ 5-20

เซนติเมตร โดยในระดับความลึกที่ 20 เซนติเมตร ดัชนี MSI มีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินได้ดีกว่าที่ระดับความลึกอื่นๆ โดยดัชนี MSI มีค่าระหว่าง 0 ถึงมากกว่า 3 และค่าที่มากขึ้นจะบ่งบอกถึงสภาพการขาดน้ำที่มากขึ้น [12]

$$MSI = SWIR / NIR \quad (1)$$

5. วิธีการ

งานวิจัยเรื่องการตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งในประเทศไทยโดยใช้ดัชนี Moisture Stress Index (MSI) มีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้ (1) ดาวน์โหลดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชุดผลิตภัณฑ์ MOD09A1 ที่ได้จากดาวเทียม Terra ด้วยตัวรับรู้ MODIS จากเว็บไซต์ [ftp://efft.cr.usgs.gov/MOLT](http://efft.cr.usgs.gov/MOLT) จากนั้นประยุกต์ใช้โปรแกรม HEG (The HDF-EOS To GeoTIFF Conversion Tool) เพื่อดึงค่าการสะท้อนกลับของทั้ง 7 แบนด์ รวมทั้งการแปลงไฟล์ให้เป็นประเภท GeoTIFF (2) ใช้โปรแกรม ArcGIS 10.5 เพื่อการนำเข้าข้อมูล GeoTIFF และเลือกใช้ข้อมูลแบนด์ 2 ซึ่งเป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared, NIR) และแบนด์ 6 ซึ่งเป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Shortwave Infrared, SWIR) จากนั้นนำมาคำนวณดัชนี MSI สำหรับทุกช่วงเวลาระหว่าง พ.ศ. 2545-2561 (3) แจกแจงความถี่ของดัชนี MSI ในแต่ละช่วงเวลาโดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2545-2561 จากนั้นทำการแบ่งเกณฑ์เพื่อแยกระดับสภาพความแห้งแล้งตามค่าของดัชนี MSI โดยประเมินจากเปอร์เซ็นต์การกระจายของดัชนี MSI ในแต่ละเดือนและฤดูกาล ตลอดจนความสมเหตุสมผลมากที่สุด (4) นำเกณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ดัชนี MSI มาแสดงเป็นแผนภาพสภาพความแห้งแล้งโดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.5 เพื่อดูสถานที่ที่เกิดสภาพความแห้งแล้งควบคู่กับการดูสภาพพื้นที่จริงของสถานที่ที่เกิดสภาวะแห้งแล้งนั้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเกณฑ์ที่สร้างขึ้น และ (5) นำค่าดัชนี MSI มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ โดยแบ่งพื้นที่ตามสภาพการใช้ที่ดิน และภูมิภาค เพื่อตรวจสอบสภาพความแห้งแล้ง

6. ผลการศึกษา

6.1 การแบ่งระดับสภาวะความแห้งแล้งและความชุ่มชื้น

ในการศึกษานี้ได้นำค่าของดัชนี MSI สำหรับประเทศไทยราย 8 วัน ในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2561 มาศึกษาการกระจายตัวจากการศึกษา พบว่า ค่าของดัชนี MSI มีค่าระหว่าง 0.2 ถึง 1.9 ดังนั้น จึงทำการแบ่งช่วงค่าของดัชนี MSI ออกเป็น 8 ช่วง โดยแต่ละช่วงมีค่าของดัชนี MSI แตกต่างกันช่วงละ 0.2 ยกเว้นช่วงสุดท้าย ดังนี้ (1) $0.2 \leq MSI < 0.4$ (2) $0.4 \leq MSI < 0.6$ (3) $0.6 \leq MSI < 0.8$ (4) $0.8 \leq MSI < 1$ (5) $1 \leq MSI < 1.2$ (6) $1.2 \leq MSI < 1.4$ (7) $1.4 \leq MSI < 1.6$ และ (8) $1.6 \leq MSI < 1.9$ จากนั้นทำการแจกแจงความถี่โดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2545-2561 ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ค่าของดัชนี MSI ในช่วงดังกล่าวสำหรับประเทศไทย มีค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1.2%, 28.7%, 36.0%, 14.1%, 10.2%, 7.5%, 2.1% และ 0.2% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) เท่ากับ 1.3%, 37%, 45.7%, 10.9%, 3.5%, 1.3%, 0.3% และ 0% ตามลำดับ และในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน) เท่ากับ

1.2%, 20.3%, 26.2%, 17.3%, 16.9%, 13.7%, 4.0% และ 0.3% ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่า ในช่วงฤดูฝนซึ่งไม่ควรมีสภาพความแห้งแล้งอย่างมีนัยสำคัญนั้น ค่าของดัชนี MSI ที่อยู่ในช่วง $0.2 \leq \text{MSI} < 1$ มีค่าสูงถึง 94.9% ในขณะที่ในช่วงฤดูแล้งลดมาเหลือเพียง 65% ดังนั้นจึงมีความสมเหตุสมผลที่จะกำหนดให้ในกรณีที่ดัชนี MSI มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 หมายถึงสภาพพื้นที่เริ่มเกิดสภาวะความแห้งแล้งและในกรณีที่ดัชนี MSI มีค่าน้อยกว่า 1 หมายถึงสภาพพื้นที่เกิดสภาวะความชุ่มชื้น ทั้งนี้ สภาวะความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นจะถูกแบ่งออกเป็นประเภทละ 4 ช่วง กล่าวคือ สภาวะความแห้งแล้งประกอบด้วย (1) $1.0 \leq \text{MSI} < 1.2$ หมายถึง สภาพความแห้งแล้งน้อย (2) $1.2 \leq \text{MSI} < 1.4$ หมายถึง สภาพความแห้งแล้งปานกลาง (3) $1.4 \leq \text{MSI} < 1.6$ หมายถึง สภาพความแห้งแล้งมาก และ (4) $1.6 \leq \text{MSI} < 1.9$ หมายถึง สภาพความแห้งแล้งรุนแรง และสำหรับสภาวะความชุ่มชื้นประกอบด้วย (1) $0.8 \leq \text{MSI} < 1.0$ หมายถึง สภาพความชุ่มชื้นน้อย (2) $0.6 \leq \text{MSI} < 0.8$ หมายถึง สภาพความชุ่มชื้นปานกลาง (3) $0.4 \leq \text{MSI} < 0.6$ หมายถึง สภาพความชุ่มชื้นมาก และ (4) $0.2 \leq \text{MSI} < 0.4$ หมายถึง สภาพความชุ่มชื้นมากที่สุด จากการแบ่งช่วงสภาวะความแห้งแล้งดังกล่าว พบว่า ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี MSI มีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์และต่ำสุดในเดือนกันยายน โดยมีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.61 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฝนในแต่ละเดือนที่มีค่าเท่ากับ 13 และ 270 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนเท่ากับ 0.88 และ 0.67 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฝนในแต่ละฤดูกาลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48 และ 202 มิลลิเมตร ตามลำดับ เพื่อแสดงให้เห็นสภาวะความแห้งแล้งในช่วงฤดูแล้งและสภาวะความชุ่มชื้นในช่วงฤดูฝนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตามการแบ่งระดับข้างต้น ดังนั้น ในที่นี้จึงได้แสดงเปอร์เซ็นต์การกระจายตัวรายเดือนของช่วงดัชนี MSI ทั้งสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2561 ดังในรูปที่ 5 จากรูปที่ 5 (ก) จะเห็นว่า สภาพความแห้งแล้งมาก ($1.4 \leq \text{MSI} < 1.6$) เกิดขึ้นสูงสุด 3 ลำดับแรก ในปี พ.ศ. 2548, 2547 และ 2550 โดยมีค่า MSI เฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 1.06, 1.02 และ 1.00 ตามลำดับ ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ และจากรูปที่ 5 (ข) แสดงให้เห็นว่าสภาพความชุ่มชื้นมาก ($0.4 \leq \text{MSI} < 0.6$) เกิดขึ้นสูงสุด 3 ลำดับแรก ในปี พ.ศ. 2552, 2556 และ 2550 โดยมีค่า MSI เฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 0.61, 0.61 และ 0.62 ตามลำดับ ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกันยายน

6.2 การเปรียบเทียบสภาวะความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นตามช่วงของดัชนี MSI สำหรับประเทศไทย

จากผลการแบ่งระดับสภาวะความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นออกเป็น 8 ช่วง ได้ถูกนำมาใช้แสดงเจดสีของช่วงดัชนี MSI ในฤดูแล้งและฤดูฝนสำหรับประเทศไทยดังในรูปที่ 6 โดยในรูปดังกล่าวได้แสดงช่วงดัชนี MSI เฉลี่ยสำหรับเดือนกุมภาพันธ์และเดือนกันยายนซึ่งเป็นเดือนที่มีสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นสูงสุด ตามลำดับ รวมทั้งแสดงสภาพการใช้ที่ดินของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 เพื่อนำมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับช่วงดัชนี MSI ซึ่งจากรูปดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของดัชนี MSI ในช่วงฤดูแล้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกุมภาพันธ์จะพบความแห้งแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ รองลงมาคือภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และ

ภาคตะวันตก ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม บริเวณพื้นที่ป่าไม้ในภูมิภาคจะไม่เกิดสภาพความแห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พื้นที่ป่าไม้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และนำหวามีสภาพความชุ่มชื้นมากอย่างเห็นได้ชัด รวมทั้งพื้นที่ป่าไม้ในภาคเหนือและภาคตะวันตก นอกจากนั้นแล้ว บริเวณพื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทานได้แสดงสภาพความแห้งแล้งที่น้อยกว่าบริเวณอื่น ๆ ในขณะที่ภาคใต้ไม่เกิดสภาพความแห้งแล้ง ทั้งนี้เนื่องจากภาคใต้มีปริมาณฝนและไม่เย็นต้นมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศ

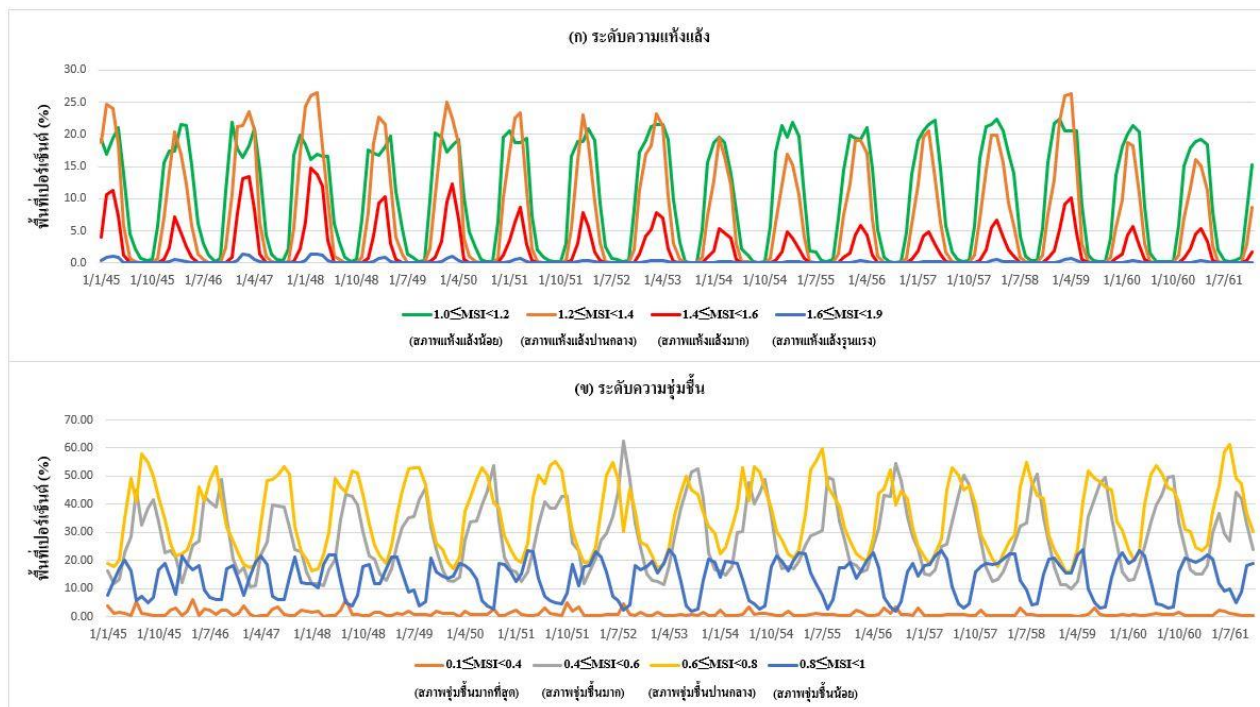
สำหรับค่าเฉลี่ยของดัชนี MSI ในช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกันยายนจะพบความชุ่มชื้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่น้อยกว่าภูมิภาคอื่น ๆ และสภาพความชุ่มชื้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ตามลำดับ โดยสภาพความชุ่มชื้นจะมีความสัมพันธ์กับการใช้ที่ดินและปริมาณฝน กล่าวคือ พื้นที่ป่าไม้จะมีความชุ่มชื้นมากกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ และพื้นที่ภาคใต้ที่มีปริมาณฝนสูงสุดจะมีสภาพความชุ่มชื้นมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด

6.3 การเปรียบเทียบค่าของดัชนี MSI ในแต่ละฤดูกาลตามสภาพการใช้ที่ดินและปริมาณฝนในแต่ละภูมิภาค

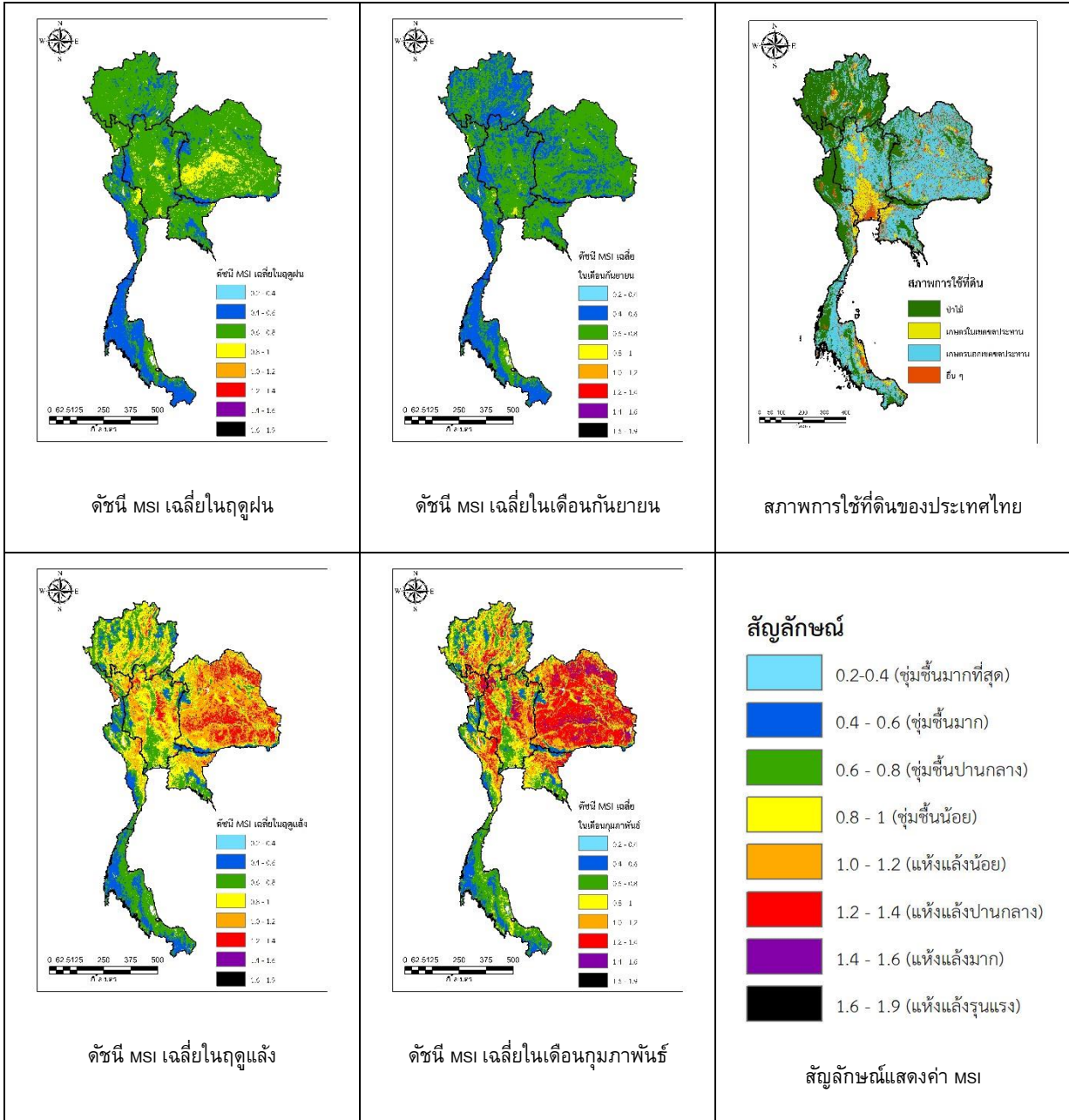
เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี MSI กับการใช้ที่ดินและปริมาณฝนอย่างชัดเจนมากขึ้น ดังนั้น ในที่นี้จึงได้แสดงการเปรียบเทียบค่าของดัชนี MSI ในแต่ละฤดูกาลตามสภาพการใช้ที่ดินและปริมาณฝนในแต่ละภูมิภาคดังในตารางที่ 2 ซึ่งในตารางดังกล่าวได้ทำแบ่งประเภทการใช้ที่ดินออกเป็น 4 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรในเขตชลประทาน พื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทาน และพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่เมือง เป็นต้น จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของดัชนี MSI สำหรับการใช้ที่ดินทุกประเภทในภาคใต้มีค่าต่ำกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศ ซึ่งหมายความว่าภาคใต้มีความชุ่มชื้นมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเฉลี่ยของดัชนี MSI สูงสุดหรือมีความแห้งแล้งมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ตามด้วยภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าของดัชนี MSI ในภูมิภาคเดียวกันแต่มีการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน พบว่าพื้นที่ป่าไม้ในแต่ละภูมิภาคมีสภาพความชุ่มชื้นมากกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทานของภาคกลางบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีสภาพความชุ่มชื้นมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทานอย่างเห็นได้ชัด แต่สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมทั้งสองประเภทในภูมิภาคอื่น ๆ มีความใกล้เคียงกันจนไม่สามารถแยกให้เห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน นอกจากนั้นแล้ว ในตารางดังกล่าวได้แสดงข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยในแต่ละภูมิภาคและฤดูกาล ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนนว่า ปริมาณฝนมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเกิดสภาพความแห้งแล้งในฤดูแล้งและสภาพความชุ่มชื้นในฤดูฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งมีปริมาณฝนมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ จึงเป็นผลให้ภาคใต้มีความชุ่มชื้นมากกว่าทุกภูมิภาคและแม้กระทั่งในช่วงฤดูแล้งก็ไม่ประสบสภาวะความแห้งแล้ง

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การกระจายตัวของดัชนี MSI เฉลี่ยรายเดือนและปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย

เดือน	0.2 ≤	0.4 ≤	0.6 ≤	0.8 ≤	1.0 ≤	1.2 ≤	1.4 ≤	1.6 ≤	MSI เฉลี่ย	ปริมาณฝน เฉลี่ย (มิลลิเมตร)
	MSI	MSI	MSI	MSI	MSI	MSI	MSI	MSI		
	<0.4	<0.6	<0.8	<1.0	<1.2	<1.4	<1.6	<1.9		
มกราคม	1.6	18.8	25.4	16	19.3	15.6	3.1	0.2	0.89	31
กุมภาพันธ์	1.7	15.1	20.9	14.1	18.9	20.9	7.9	0.5	0.97	13
มีนาคม	1	13.6	19.4	17.6	19.9	20.7	7.2	0.6	0.97	55
เมษายน	0.6	15.6	22.8	20.6	19.7	15.3	5	0.4	0.92	84
พฤษภาคม	1	23.6	32.9	22.1	13	6	1.3	0.1	0.79	180
มิถุนายน	0.9	29.1	45.6	17.7	5.2	1.3	0.2	0	0.70	158
กรกฎาคม	2.2	37.5	48.8	9.5	1.7	0.3	0	0	0.64	200
สิงหาคม	1.6	39	52.5	6.3	0.5	0.1	0	0	0.63	242
กันยายน	1.2	46.2	48.3	4	0.3	0	0	0	0.61	270
ตุลาคม	0.9	46.6	46.2	5.7	0.5	0.1	0	0	0.62	161
พฤศจิกายน	1.1	34.4	38.9	16.9	7	1.5	0.1	0.1	0.70	69
ธันวาคม	1	24.3	29.9	18.6	16.8	8.4	0.9	0.1	0.81	35
ฤดูแล้ง	1.2	20.3	26.2	17.3	16.9	13.7	4	0.3	0.88	48
ฤดูฝน	1.3	37	45.7	10.9	3.5	1.3	0.3	0	0.67	202
เฉลี่ยทั้งปี	1.2	28.7	36	14.1	10.2	7.5	2.1	0.2	0.77	1498



รูปที่ 5 เปอร์เซ็นต์การกระจายตัวรายเดือนของช่วงดัชนี MSI ของประเทศไทยในฤดูแล้งและฤดูฝนระหว่าง ปี พ.ศ. 2545-2561



รูปที่ 6 ช่วงของค่าดัชนี MSI เฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของดัชนี MSI ในแต่ละฤดูกาลสำหรับการใช้ที่ดินประเภทหลักในแต่ละภูมิภาค

ภูมิภาค		MSI เฉลี่ยรายฤดูกาล				ค่าเฉลี่ย	ปริมาณฝนราย ฤดูกาลเฉลี่ย (มม.)
		ป่าไม้	เกษตร ในเขต ชลประทาน	เกษตร นอกเขต ชลประทาน	อื่นๆ		
เหนือ	สัดส่วนพื้นที่ (%)	70.8	2.6	20.6	6.1		
	ฤดูแล้ง	0.73	0.92	0.92	0.91	0.78	168
	ฤดูฝน	0.63	0.71	0.69	0.71	0.66	1152
	รายปี	0.68	0.82	0.81	0.81	0.72	1320
กลาง	สัดส่วนพื้นที่ (%)	23.5	20.4	42.0	14.2		
	ฤดูแล้ง	0.73	0.84	0.98	0.89	0.86	384
	ฤดูฝน	0.61	0.7	0.73	0.74	0.68	1338
	รายปี	0.67	0.77	0.86	0.82	0.77	1722
ตะวันออก	สัดส่วนพื้นที่ (%)	22.3	9.5	51.9	16.3		
	ฤดูแล้ง	0.59	0.82	0.85	0.87	0.78	246
	ฤดูฝน	0.6	0.7	0.68	0.72	0.66	1536
	รายปี	0.59	0.76	0.77	0.80	0.72	1782
ตะวันออก เฉียงเหนือ	สัดส่วนพื้นที่ (%)	18.4	3.7	64.1	13.8		
	ฤดูแล้ง	0.82	1.07	1.08	1.04	1.02	144
	ฤดูฝน	0.64	0.7	0.74	0.74	0.72	1284
	รายปี	0.73	0.90	0.91	0.89	0.87	1428
ตะวันตก	สัดส่วนพื้นที่ (%)	63.1	5.5	22.1	9.2		
	ฤดูแล้ง	0.69	0.84	0.9	0.89	0.76	192
	ฤดูฝน	0.61	0.69	0.72	0.72	0.66	1074
	รายปี	0.65	0.77	0.81	0.81	0.71	1266
ใต้	สัดส่วนพื้นที่ (%)	28.5	5.9	54.1	11.4		
	ฤดูแล้ง	0.54	0.66	0.61	0.68	0.6	1056
	ฤดูฝน	0.53	0.64	0.57	0.63	0.58	1194
	รายปี	0.54	0.65	0.59	0.66	0.59	2250
ประเทศไทย	รายปี	0.65	0.76	0.79	0.80		

7. สรุปผล

ในการศึกษานี้ได้นำดัชนี Moisture Stress Index (MSI) ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้นและช่วงคลื่นอินฟราเรดไกล ที่ได้จากข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลจากชุดผลิตภัณฑ์ MOD09A1 มาใช้เพื่อตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งและสภาพความชุ่มชื้นสำหรับประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2561 จากผลการศึกษา พบว่า ค่าของดัชนี MSI มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 1.9 และเมื่อนำมาตรวจสอบการกระจายตัวของดัชนี MSI ในแต่ละเดือนแต่ละฤดูกาล และแต่ละภูมิภาค พบว่า มีความสมเหตุสมผลที่จะแบ่งช่วงค่าของดัชนี MSI ออกเป็น 8 ช่วง โดยแต่ละช่วงมีค่าของดัชนี MSI แตกต่างกันช่วงละ 0.2 ยกเว้นช่วงสุดท้าย ทั้งนี้ สภาพความแห้งแล้งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ช่วง คือ สภาพความแห้งแล้งน้อย ปานกลางมาก และรุนแรง ซึ่งจะมีค่า MSI ดังนี้ คือ (1) $1.0 \leq \text{MSI} < 1.2$, (2) $1.2 \leq \text{MSI} < 1.4$, (3) $1.4 \leq \text{MSI} < 1.6$ และ (4) $1.6 \leq \text{MSI} < 1.9$ ตามลำดับ และสำหรับสภาพความชุ่มชื้นสามารถแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเช่นกัน คือ สภาพความชุ่มชื้นน้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด โดยจะมีค่า MSI ดังนี้ คือ (1) $0.8 \leq \text{MSI} < 1.0$, (2) $0.6 \leq \text{MSI} < 0.8$, (3) $0.4 \leq \text{MSI} < 0.6$ และ (4) $0.2 \leq \text{MSI} < 0.4$ ตามลำดับ จากการนำช่วงดัชนี MSI ดังกล่าวมาตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งและชุ่มชื้นที่มีการกระจายตัวในแต่ละภูมิภาคพบว่า ช่วงของค่าดัชนี MSI ที่ได้กำหนดขึ้นในการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่แตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค โดยสภาพความแห้งแล้งเกิดขึ้นมากที่สุดใภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามด้วยภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ตามลำดับ ในขณะที่ภาคใต้ไม่มีสภาพความแห้งแล้งในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้เนื่องจาก ภาคใต้มีปริมาณฝนมากกว่าภาคอื่น ๆ ของประเทศ โดยมีฤดูฝนยาวนานถึง 8 เดือน ในขณะที่ภาคอื่นมีฤดูฝนในช่วงเวลาเพียง 6 เดือน นอกจากนั้นแล้วจากการศึกษาพบว่า พื้นที่ป่าไม่มีสภาพความชุ่มชื้นที่สูงกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่า พื้นที่ป่าไม่ในช่วงฤดูแล้งยังคงสภาพความชุ่มชื้นไว้ได้เป็นอย่างดี ดังนั้น การอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม่จึงมีความสำคัญมากต่อการรักษาสมดุลด้านอุทกวิทยาและทรัพยากรน้ำของประเทศ นอกจากนั้นแล้ว พื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทานบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีสภาพความชุ่มชื้นมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทานอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทานในภูมิภาคอื่น ๆ ไม่ได้แสดงความชุ่มชื้นที่มากกว่าพื้นที่นอกเขตชลประทาน จึงมีความสมควรที่จะต้องพัฒนาโครงการชลประทานสำหรับภูมิภาคอื่น ๆ ให้ทัดเทียมกับพื้นที่ชลประทานบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อสร้างความมั่นคงด้านน้ำให้กับประเทศ ดังนั้น จากผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถนำค่าของดัชนี MSI ตามช่วงที่กำหนดไว้ในการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นของพื้นที่ประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยสำหรับนิสิตปริญญาโท และทุนวิจัยเพื่อการ

ดำเนินงานของศูนย์วิจัยการรับรู้จากระยะไกลเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (Remote Sensing Research Centre for Water Resources Management; SENSWAT) รวมทั้งกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kallis, G. (2008). Droughts. Annual Review of Environment and Resources, 33, pp.85-118.
- [2] Palmer, W.C. (1965). Meteorological drought. U.S. Weather Bureau Research, Office of Climatology, U. S. Department of Commerce, Washington D.C, pp.45.
- [3] Mckee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993) The Relationship of Drought Frequency and Duration Times Scales. American Meteorological Society. 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 Janvier, Anaheim, pp.179-184.
- [4] Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W. (1974) Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS-1 Symposium NASA, NASA SP-351, Washington DC, pp.309-317.
- [5] 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, pp.77-83.
- [6] Gao, B., 1996. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment 58, 257-266
- [7] Wang, L., Qu, J.J., 2007. NMDI: A normalized multi-band drought index for monitoring soil and vegetation moisture with satellite remote sensing. Geophysical Research Letter 34.doi:10.1029/2007GL031021.
- [8] นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, การตรวจวัดความชื้นในดินโดยเทคนิคการรับรู้จากระยะไกล (Soil Moisture Monitoring using Remote Sensing Technique). ภาควิชาทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558
- [9] Welikhe P, Quansah JE, Fall S, Elhenney WMc (2017) Estimation of Soil Moisture Percentage Using LANDSAT-based Moisture Stress Index. J Remote Sensing & GIS 6: 200. doi: 10.4172/2469-4134.1000200
- [10] นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, ระบบการบริหารจัดการน้ำเพื่อบรรเทาภัยแล้ง. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร, 2560
- [11] Hunt, E.R and Rock, B.N. (1989) Detection of Changes in Leaf water Content Using near and Middle-Infrared

Reflectances. Remote Sensing of Environment 30, pp.43-54.

- [12] Ceccato, P., Flasse, S., Tarantola, S., Jacquemoud, S., and Grégoire, J. (2001). Detecting Vegetation Leaf Water Content Using Reflectance in the Optical Domain. Remote Sensing of Environment, 77(1), pp.22-33