

ความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล และดัชนีพืชพรรณผลต่าง
นอร์มอลไลซ์ในเมืองเชียงใหม่

Relationship between Tasseled Cap Transformation and
Normalized Difference Vegetation Index in the City of Chiang Mai

ภาติยะ พัฒนาศักดิ์^{1*}

Patiya Pattanasak^{1*}

¹ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

*Corresponding author: patiya13@gmail.com

Received: November 28, 2019

Revised: December 23, 2019

Accepted: December 27, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ในเมืองเชียงใหม่ ซึ่งดัชนีพืชพรรณเป็นตัวบ่งชี้ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในส่วนของพืช ดิน และน้ำ สามารถใช้ประโยชน์กับเมืองเชียงใหม่และปริมาณพลที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้ใช้ภาพจากดาวเทียมแลนด์แซท 8 โดยการปรับแก้เชิงเรขาคณิต และปรับแก้เชิงคลื่นก่อนการประมวลผล สุ่มตัวอย่างจุดสำรวจจำนวน 203 จุดครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน วิเคราะห์และแสดงสมการจากความสัมพันธ์ที่ได้ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเขียว และ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ มีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกันและสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก ($r = 0.897$, $p < .01$) สมการแสดงความสัมพันธ์ได้แก่ ค่าความเขียว = 0.275 (ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์) - 0.0623 ($R^2 = 0.81$) ในขณะที่ ค่าความสว่าง และ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ มีความสัมพันธ์กันทิศทางตรงกันข้ามและสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($r = -0.301$, $p < .01$) ส่วนค่าความชื้น และ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ มีความสัมพันธ์กันทิศทางเดียวกันและสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($r = 0.322$, $p < .01$)

คำสำคัญ: การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล / ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ / เมืองเชียงใหม่

Abstract

This research aimed to study relationship between Tasseled Cap Transformation (TCT) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in the city of Chiang Mai. The vegetation indices indicated the characteristics of land use and land cover in a part of vegetation, soil and water which applied for Chiang Mai city and surrounding area with rapid changes of area. Landsat 8 OLI satellite images used in this research with geometric correction and atmospheric correction before analyzed. This research focused mainly on sampling of 203 points covering of 5 types land uses which were urban and build up land, agricultural land, forest land, water body and miscellaneous land. Data were gathered through Pearson Product Moment Coefficient and shown equation from relationship between variables. The study found that there was high positive correlation between Tasseled cap greenness and NDVI ($r = 0.897$, $p < .01$). The equation was Tasseled cap greenness = $0.275(NDVI) - 0.0623$ ($R^2 = 0.81$).

Meanwhile, there was low negative correlation between Tasseled cap brightness and NDVI ($r = -0.301$, $p < .01$). On the other hand, there was low positive correlation between Tasseled cap wetness and NDVI ($r = 0.322$, $p < .01$).

Keyword: Tasseled cap Transformation / Normalized Difference Vegetation Index / The city of Chiang Mai

1. บทนำ

ในปัจจุบันข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดเชียงใหม่ ไม่สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่จริง เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องการขาดแคลนข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูง ดังนั้นจึงไม่สามารถจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินให้ครบทั้งหมดได้ในครั้งเดียว ปัจจุบันได้นำภาพจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูง มาติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่จะมีข้อจำกัดทางด้านการติดตามแบบใกล้เคียงเวลาจริง ซึ่งสภาพพื้นที่โดยเฉพาะเมืองเชียงใหม่และปริมณฑลมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อย่างรวดเร็ว โดยมีการขยายความเป็นเมืองสูง (Urbanization) สาเหตุจากการปัจจัยในการพัฒนาเมืองหลายด้าน ทั้งการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร รวมถึงการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างเข้มข้นจากภาคส่วนอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ของจังหวัด [1]

การวิจัยในครั้งนี้จึงได้นำได้ทำเทคนิคการรับรู้จากระยะไกล มาการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียมแลนด์แซท 8 ในปี พ.ศ.2561 โดยใช้การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (Tasseled Cap Transformation: TCT) เป็นการวิธีการนำข้อมูลในหลายๆ แบนด์มาจัดเรียงข้อมูลใหม่ ซึ่งใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับพืช ดิน และน้ำ วิธีการดังกล่าวจะเป็นการพัฒนาวิธีการศึกษาด้านการเน้นข้อมูลภาพ (Image enhancement) และสามารถนำไปเปรียบเทียบกับกับดัชนีพืชพรรณประเภทอื่น ๆ โดยสามารถนำผลการศึกษาไปปรับใช้ในการวางแผนการขยายตัวของเมืองเชียงใหม่ในอนาคตได้อย่างเหมาะสม โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (TCT) และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ในเมืองเชียงใหม่

2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา แบ่งออกได้เป็น

1. ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงเลขแลนด์แซท 8 (LANDSAT 8 ระบบ OLI) จำนวน 11 ช่วงคลื่น พ.ศ. 2561 มีรายละเอียดภาคพื้นดิน 30 เมตรในระบบหลายช่วงคลื่น (Multi – spectral) จาก กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา [2]
2. แผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวัง 4746 I, 4746 II, 4747 II, 4846 I, 4846 II, 4846 III, 4846 IV, 4847 II, 4847 III
3. ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะประจำในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง ถนน แม่น้ำ สถานที่สำคัญ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลและเครื่องพิมพ์
2. ซอฟต์แวร์ด้านภูมิสารสนเทศศาสตร์

การนำเข้าข้อมูล

1. นำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 ที่ผ่านการจัดความผิดพลาดเชิงคลื่น บันทึกในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา
2. นำเข้าแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ราว 4746 I, 4746 II, 4747 II, 4846 I, 4846 II, 4846 III, 4846 IV, 4847 II, 4847 III ลงในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction)

เพื่อให้ภาพถ่ายดาวเทียมสามารถอ้างอิงพิกัดตรงกับพิกัดบนพื้นดิน ใช้วิธีการปรับแก้ทางตำแหน่งของภาพดังต่อไปนี้

1. การปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท โดยอ้างอิงจากแผนที่เชิงเลข มาตราส่วน 1:50,000 ที่มีความถูกต้องทางเรขาคณิตแล้วเป็นภาพอ้างอิง โดยเลือกจุดควบคุมตามสมการโพลีโนเมียล (Polynomial) ในลำดับที่สอง จะได้จุดควบคุมจำนวนอย่างน้อย 6 จุด โดยจะต้องเป็นจุดที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันทั้งในแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียม และให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษา
2. ตรวจสอบการใช้หลักการรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง โดยมีค่าไม่เกิน 1 จุดภาพ
3. คำนวณค่าความสว่างใหม่ด้วยวิธีการประมาณค่าข้อมูลแบบจุดข้างเคียงที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Interpolation)

การปรับแก้เชิงคลื่น (Atmospheric correction)

โดยการปรับค่าการสะท้อนของจุดภาพ (DN) ให้เป็นค่าการสะท้อนจากผิวโลก (Reflectance) จากภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 8 ก่อนไปวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ [3] ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การแปลงค่าการสะท้อนของจุดภาพ (DN) เป็นค่าแผ่รังสีช่วงคลื่น (Radiance) โดยนำค่าเกน (Gain) ค่าความเอนเอียง (Bias) และค่าออฟเซต (Offset) ที่ได้จากข้อมูลเมทาดาตา (Metadata) ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละช่วงคลื่น มาแทนค่าในสมการ

$$P\lambda' = M p * Q cal + A p$$

โดยที่

$P\lambda'$ = ค่าการสะท้อนจากผิวโลกโลกไม่ได้ปรับแก้มุมของดวงอาทิตย์

Mp = ค่าเกนจากข้อมูลเมทาดาตาของแต่ละแบนด์

Ap = ค่าออฟเซตที่วัดได้จากระบบตรวจวัดจากข้อมูลเมทาดาตาของแต่ละแบนด์

$Qcal$ = ค่าการสะท้อนของจุดภาพของภาพจากดาวเทียม

จากนั้น ในขั้นตอนที่ 2 ปรับแก้ค่าการสะท้อนจากผิวโลกด้วยมุมของดวงอาทิตย์ตามสมการ

$$P\lambda = P\lambda' / \cos \theta SZ \text{ หรือ}$$

$$P\lambda = P\lambda' / \sin \theta SE$$

โดยที่

$P\lambda$ = ค่าการสะท้อนจากผิวโลก

$P\lambda'$ = ค่าการสะท้อนจากผิวโลกโดยไม่ได้ปรับแก้มุมของดวงอาทิตย์

θSZ = มุมของดวงอาทิตย์กระทำกับพื้นผิวโลก; $\theta SZ = 90^\circ - \theta SE$

$$\theta_{SE} = \text{มุมยกของดวงอาทิตย์จากข้อมูลเมทาดาทาของภาพจากดาวเทียม [4]}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดทำดัชนีพืชพรรณ

1. นำภาพดาวเทียมแลนด์แซท 8 ที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิต ปรับแก้ค่าขดเขยจากบรรยากาศ เพื่อปรับค่าความสว่างของจุดภาพเป็นการสะท้อน วิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์จากสมการ

$$\text{ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (NDVI)} = \frac{\text{ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR)} - \text{ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (Red)}}{\text{ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR)} + \text{ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (Red)}} \quad (\text{สมการ 1})$$

การวิเคราะห์การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (Tasseled Cap Transformation) ประกอบไปด้วย ค่าความสว่าง (Tasseled cap brightness) ค่าความเขียว (Tasseled cap greenness) และ ค่าความชื้น (Tasseled cap wetness) โดยค่าสัมประสิทธิ์แทสเซิล (Tasseled cap) ดังตาราง 1 และแสดงสมการได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์แทสเซิล ของดาวเทียมแลนด์แซท 8 [5]

	แบนด์ 1	แบนด์ 2	แบนด์ 3	แบนด์ 4	แบนด์ 5	แบนด์ 6	แบนด์ 7
ค่าความสว่าง	0.0000	0.3029	0.2786	0.4733	0.5599	0.5080	0.1872
ค่าความเขียว	0.0000	-0.2941	-0.2430	-0.5424	0.7276	0.0713	-0.1608
ค่าความชื้น	0.0000	0.1511	0.1973	0.3283	0.3407	-0.7117	-0.4559
TCT4	0.0000	-0.8239	0.0849	0.4396	-0.0580	0.2013	-0.2773
TCT5	0.0000	-0.3294	0.0557	0.1056	0.1855	-0.4349	0.8085
TCT6	0.0000	0.1079	-0.9023	0.4119	0.0575	-0.0259	0.0252

$$\begin{aligned} \text{ค่าความสว่าง} &= (0.3029 * \text{แบนด์ 2}) + (0.2786 * \text{แบนด์ 3}) + (0.4733 * \text{แบนด์ 4}) + (0.5599 * \text{แบนด์ 5}) \\ &+ (0.5080 * \text{แบนด์ 6}) + (0.1872 * \text{แบนด์ 7}) \end{aligned} \quad (\text{สมการ 2})$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าความเขียว} &= (-0.2941 * \text{แบนด์ 2}) + (-0.2430 * \text{แบนด์ 3}) + (-0.5424 * \text{แบนด์ 4}) + (0.7276 * \text{แบนด์ 5}) \\ &+ (0.0713 * \text{แบนด์ 6}) + (-0.1608 * \text{แบนด์ 7}) \end{aligned} \quad (\text{สมการ 3})$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าความชื้น} &= (0.1511 * \text{แบนด์ 2}) + (0.1973 * \text{แบนด์ 3}) + (0.3283 * \text{แบนด์ 4}) + (0.3407 * \text{แบนด์ 5}) \\ &+ (-0.7117 * \text{แบนด์ 6}) + (-0.4559 * \text{แบนด์ 7}) \end{aligned} \quad (\text{สมการ 4})$$

2. แสดงแผนที่จากดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ ค่าความสว่าง ค่าความเขียว และ ค่าความชื้น

3. วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ตามเกณฑ์การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในระดับที่ 1 ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build up land) พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land) พื้นที่ป่าไม้ (Forest land) พื้นที่แหล่งน้ำ (Water body) และพื้นที่อื่น ๆ (Miscellaneous land)

4. กำหนดจุดสำหรับเปรียบเทียบค่าจากดัชนีพืชพรรณ โดยใช้หลักการเดียวกับการสุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องจากการจำแนก ตามสมการ

$$N = \frac{z^2(p)(q)}{E^2} \quad (\text{สมการ 5})$$

โดยที่

N = จำนวนจุดภาพ

Z = 2 (จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 1.96 สำหรับร้อยละ 95 ของความเชื่อมั่น 2 ทาง)

P = ร้อยละของการยอมรับได้

q = 100 – p (ร้อยละ)

E = ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

โดยกำหนดร้อยละของการยอมรับได้ เท่ากับ ร้อยละ 85 กำหนดความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 5 สามารถคำนวณจำนวนจุดภาพในการสำรวจเท่ากับ 203 จุด [6]

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

6. สร้างสมการทำนาย ค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้นจากดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ ด้วยสมการในรูปแบบที่มีความเชื่อมั่นสูงสุด

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices)

ดัชนีพืชพรรณเป็นการคำนวณโดยนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกันแล้วให้ผลลัพธ์ในการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชพรรณปกคลุมกับบริเวณที่ไม่ใช่พืชพรรณ เป็นประโยชน์ในการติดตามเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพืชพรรณและสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา ช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณได้แก่ ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง มีคุณสมบัติในการวัดค่าการสะท้อนจากส่วนที่มีการดูดกลืนพลังงานในใบพืชหรือส่วนที่มีคลอโรฟิลล์ และช่วงอินฟราเรดใกล้ มีคุณสมบัติในการแยกแยะพืชพรรณและวัดปริมาณมวลชีวภาพ

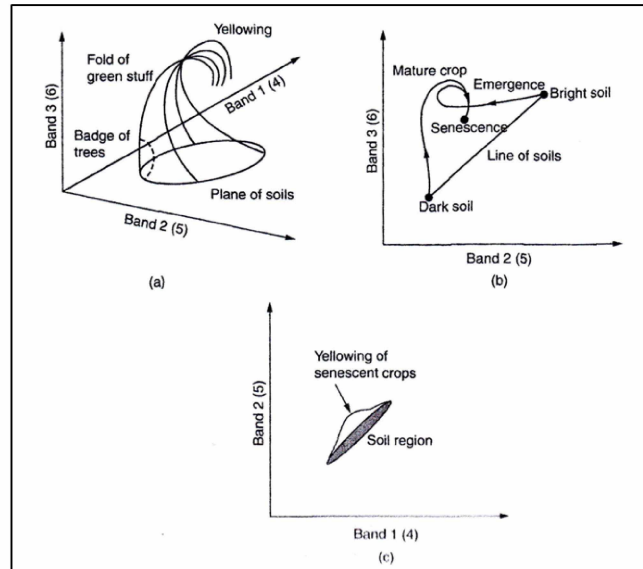
1) ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index)

เป็นการทำสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น 2 ช่วงคลื่นที่ปรับให้มีลักษณะเป็นการกระจายปกติ คือ นำช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ลบด้วยช่วงคลื่นตามองเห็นได้ในช่วงคลื่นสีแดง หาคด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดบวกด้วยช่วงคลื่นตามองเห็นได้ในช่วงคลื่นสีแดง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยพื้นที่ที่มีปริมาณพืชปกคลุมมากจะมีค่าใกล้เคียง 1 ส่วนที่ไม่มีพืช ค่าจะเข้าใกล้ 0 และส่วนที่เป็นพื้นน้ำ ค่าจะเข้าใกล้ -1

2) ดัชนีพืชพรรณโดยใช้วิธีการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (Tasseled cap Transformation)

เคาท์และโธมัส (Kauth – Thomas) ได้พัฒนาดัชนีพืชพรรณโดยใช้ภาพดาวเทียม 4 แบนด์ แทนที่ 2 แบนด์ แล้วแปลงสู่ที่ว่าง 4 มิติใหม่ หรือที่เรียกว่าดัชนีหมวกพู่ห้อย (Tasseled cap) ทั้งนี้เพราะผลจากการแปลงทำให้ข้อมูลความสว่างที่อยู่ในที่ว่าง 4 มิติมีรูปร่างเหมือนพู่ห้อย แกนทั้ง 4 แกน จะประกอบไปด้วยแกนความสว่างชัด (Brightness) แกน

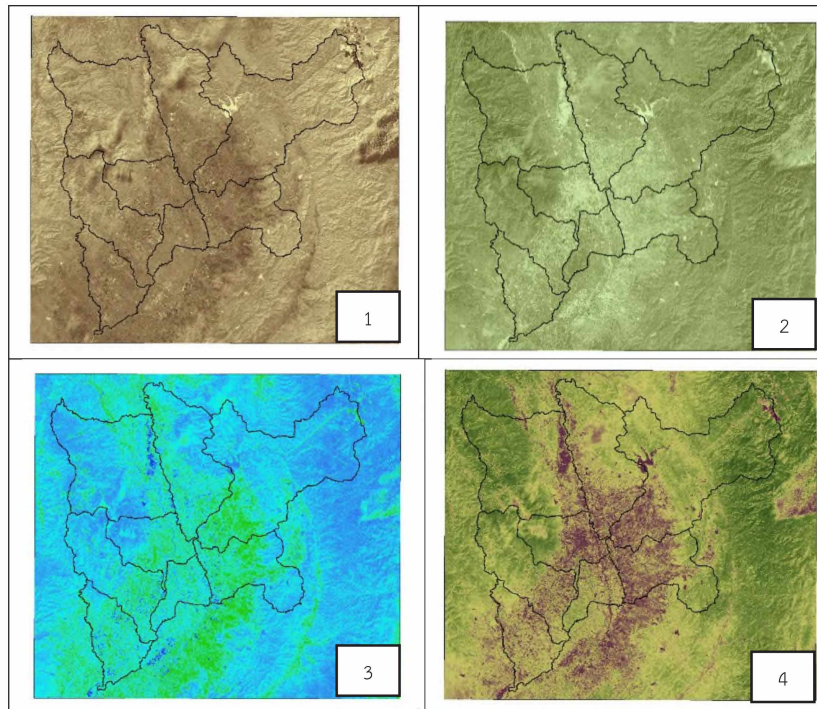
ความเขียว (Greenness) แขนความเหลือง (Yellowness) และแกนเปรียบมิได้ (Non such) โดยที่แกนความสว่างชัดจะสัมพันธ์กับความแปรผันของการสะท้อนแสงจากดิน แขนความเขียวมีสหสัมพันธ์กับความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณที่สมบูรณ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงอายุของการเจริญเติบโต ขณะที่แกนความเหลืองจะสัมพันธ์กับความเปลี่ยนแปลงของพืชที่มีโรคและแมลงรบกวน ส่วนแกนเปรียบมิได้ เป็นแกนที่มิได้สัมพันธ์กับสิ่งปกคลุมดิน [6] แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล [7]

ตามปกติข้อสนเทศส่วนใหญ่จะปรากฏใน 2 แกนหลัก คือ แกนความสว่างชัดและแกนความเขียวถึงประมาณร้อยละ 95 – 98 ของข้อมูล โดยที่ข้อเทศของดินจะขนานกับแนวแกนความสว่างชัด ที่เรียกว่าเส้นดินหรือเส้นความสว่างชัดของดินและข้อสนเทศของพืชพรรณจะอยู่ในแนวแกนความเขียวซึ่งจะเบนไปในลักษณะที่ตั้งฉากกับเส้นดิน ข้อสนเทศเกี่ยวกับพืชพรรณ เช่น ปริมาณของพืชพรรณสามารถทราบได้จากแนวแกนของความเขียวนี้ กล่าวคือ ถ้าแกนความเขียวที่ตั้งฉากกับเส้นดินอยู่ห่างจากเส้นดินมากเท่าใด ปริมาณของพืชพรรณก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ทั้งนี้เพราะก่อนเริ่มต้นฤดูกาลเพาะปลูกมีการเตรียมดินพื้นดินจึงว่างเปล่า ดังนั้นพื้นดินจะมีการสะท้อนแสงสูง ต่อมาเมื่อทำการเพาะปลูกและพืชเจริญเติบโตขึ้นเป็นลำดับนั้น ใบของพืชจะปกคลุมผิวดินไว้ทำให้การสะท้อนแสงจากดินลดลง ขณะที่พืชจะมีการสะท้อนแสงมากขึ้นมากช่วงอายุของการเจริญเติบโต ลำดับของการสะท้อนแสงของดินและพืชพรรณจะมีลักษณะได้แก่ ความสว่างชัดจะทวนเข็มนาฬิกาจากขาวมูมส่าง ขณะที่พืชพรรณเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยว “ความเขียว” จะเพิ่มมากขึ้นจนอยู่บนมุมซ้ายของแผนภูมิ เมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จแล้วความเขียวจะเริ่มลดลงขณะที่ดินจะเริ่มกลับมาสะท้อนแสงความสว่างชัดจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น [6] ส่วน Hung *et al.* (n.d.) [8] ได้ศึกษาผลการวิเคราะห์การแปลงค่า Tasseled cap จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 พบว่าการแปลงค่าในระบบ 4 แกน เหมาะสำหรับขอบเขตของความเป็นไปได้ทางด้านการปรับแก้เชิงบรรยากาศ Brightness Greenness และ Wetness อธิบายได้ถึงร้อยละ 97 จากการแปลงค่าการสะท้อนจากค่าการสะท้อนของจุดภาพ ส่วนงานวิจัยของรัฐลิทัว (2560) [9] ได้นำการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลมาใช้ในการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไย โดยกล่าวว่าค่าความสว่างแสดงทิศทางความแปรปรวนหลักของการสะท้อนของดิน ค่าความเขียวสัมพันธ์กับปริมาณสีเขียว ส่วนค่าความชื้นสัมพันธ์กับทรงพุ่มของพืชและความชื้นของดิน

ในการวิเคราะห์ค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และ ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ แสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังภาพที่ 2



รูปที่ 2 ค่าความสว่าง (1) ค่าความเขียว (2) ค่าความชื้น (3) และ ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (4)

ความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ โดยกำหนดจุดตัวอย่างครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวน 5 ประเภท จำนวน 203 จุด ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และ ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์

	ดัชนีพืชพรรณ ผลต่างนอร์มอลไลซ์	ค่าความสว่าง	ค่าความเขียว	ค่าความชื้น
ดัชนีพืชพรรณผลต่าง นอร์มอลไลซ์	1	-0.301**	0.897**	0.322**
ค่าความสว่าง	-0.301**	1	-0.065	-0.506**
ค่าความเขียว	0.897**	-0.065	1	0.243**
ค่าความชื้น	0.322*	-0.506**	0.243**	1

** ความสัมพันธ์ตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 พบว่า ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และค่าความสว่าง มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.897 ซึ่งทั้งดัชนีพืชพรรณทั้งสองตัว มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

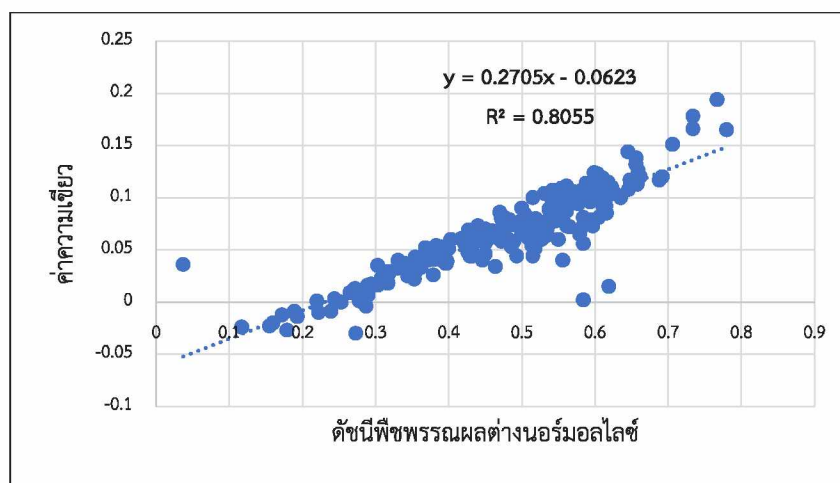
ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และค่าความเขียว มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.301 ซึ่งทั้งดัชนีพืชพรรณทั้งสองตัว มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม ด้วยความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และค่าความชื้น มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.322 ซึ่งทั้งดัชนีพืชพรรณทั้งสองตัว มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์

การแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ เลือกแสดงความสัมพันธ์ของค่าความเขียวและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ได้ดังรูปที่ 3 เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ในระดับสูง

สมการแสดงความสัมพันธ์ของค่าความเขียว และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ แสดงได้ในรูปแบบสมการเชิงเส้น ได้แก่ ค่าความเขียว = 0.275 (ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์) - 0.0623 ($R^2 = 0.81$) ส่วนสมการแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง ค่าความชื้น กับค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ไม่ถูกนำมาแสดงเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ในระดับต่ำ



รูปที่ 3 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความเขียว และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์

สรุป

ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์เป็นการแสดงปริมาณพืชปกคลุมมากจะมีค่าใกล้เคียง 1 ส่วนที่ไม่มีพืช ค่าจะเข้าใกล้ 0 และส่วนที่เป็นพื้นน้ำ ค่าจะเข้าใกล้ -1 ส่วนดัชนีพืชพรรณโดยใช้วิธีการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซลใช้ภาพดาวเทียม 4 แบนด์ แทนที่จะเป็น 2 แบนด์ แล้วแปลงสู่ที่ว่าง 4 มิติใหม่ โดยแกนความเขียวมีสหสัมพันธ์กับ

ความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณที่สมบูรณ์ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และ ค่าความเขียว มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก เนื่องจากทั้งสองดัชนีพืชพรรณแสดงถึงลักษณะความเป็นพืชพรรณ โดยสามารถใช้ทดแทนกันได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Samarawickrama (2017) [9] โดยดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์และค่าความเขียวมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์ที่สูงมาก ในขณะที่เดียวกันดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์และค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามและสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ส่วนดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และ ค่าความชื้น มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ และหากทราบค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ สามารถนำมาวิเคราะห์ค่าความสว่าง ค่าความเขียว และค่าความชื้นได้ เพื่อประเมินพื้นที่แสดงความเป็นพืช พื้นที่แสดงส่วนที่เป็นดิน พื้นที่แสดงส่วนที่เป็นน้ำในพื้นที่อื่น ๆ จากการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแลนด์แซทได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมพร สว่างวงศ์. (2552). การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์. กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พรีน (1998) จำกัด.
- [2] U.S. Geological survey. (2018). EarthExplorer-Home. Retrieved March 13, 2018, from <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- [3] Kiyoshi, H. (2005). DN to reflectance. Retrieved October 1, 2017, from http://www.rsgis.ait.ac.th/~honda/textbooks/advsr/ DN2Reflectance_2p.pdf
- [4] U.S. Geological Survey. (2017). Landsat Project Description. Retrieved August 13, 2017, from <https://landsat.usgs.gov/landsat-project-description>
- [5] Tamblyn, C. (2015). Tasseled cap transformation for Landsat 8. Retrieved August 13, 2017, from http://community.hexagongeospatial.com/t5/tkb/articleprintpage/tkb-id/KS_SpatialModeler_AnalyticalRecipes/article-id/29
- [6] สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2550). การสำรวจระยะไกล: การประมวลผลภาพเชิงเลขเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียน สโตร์.
- [7] Gao, J. (2009). Remotely Sensed Imagery. USA: McGraw-Hill Companies.
- [8] Hung, C., Wylie, W.B., Yang, L., Homer, C and Zylstra, G. (n.d.). Derivation of A Tasseled Cap Transformation Based on Landsat 7 At-Satellite Reflection. Retrieved August 13, 2017, from <http://landcover.usgs.gov/pdf/tasseled.pdf>
- [9] รัฐสิทธิ์ สุขะหุต และคณะ. (2560). การพัฒนาระบบการจำแนกและประมาณพื้นที่การเกษตรด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล กรณีศึกษาสวนลำไยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562, จาก http://stdb.most.go.th/research_detail.aspx? ResearchId=81528
- [10] Samarawickrama, D., Piyaatne, D. and Ranagalage, M. (2017). Relationship between NDVI with Tasseled cap Indices: A Remote Sensing based Analysis. Retrieved December 2, 2019, from http://ijirt.org/master/publishedpaper/IJIRT144493_PAPER.pdf