ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ	วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ

Land use Classification in Chi and Mun River Basin using NDVI

นามผู้วิจัย นายชัยณรงค์ โอภาไพบูลย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ....

(ศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระวัฒน์ กณะสุต, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณดี ไทยสยาม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

....

(....)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ .... เดือน .... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ

Land use Classification in Chi and Mun River Basin using NDVI

โดย

นายชัยณรงค์ โอภาไพบูลย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)
พ.ศ. 2564

ชัยณรงค์ โอภาไพบูลย์ 2564: การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D. 167 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 ด้วยดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ซึ่งคำนวณจากค่าการสะท้อนกลับที่ตรวจวัดได้โดยตัวรับรู้ MODIS และเป็นข้อมูลแบบราย 16 วัน ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 250 เมตร โดยการศึกษาเริ่มด้วยการใช้กระบวนการ HANTS ซึ่งมีพื้นฐานของวิธีการ Fourier transform เพื่อปรับแก้อนุกรมเวลาของดัชนี NDVI ที่ได้รับผลกระทบจากเมฆและสภาพบรรยากาศ จากนั้นได้นำกระบวนการจำแนกแบบไม่มีการกำกับด้วยวิธี ISODATA มาใช้กับอนุกรมเวลาของดัชนี NDVI ในแต่ละปี เพื่อการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน ทั้งนี้ในการวิเคราะห์เริ่มด้วยการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยอนุกรมเวลาของดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 เพื่อนำผลการแยกประเภทไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินที่เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2558-2559 โดยผลการเปรียบเทียบพบว่า ลุ่มน้ำชีมีการใช้ที่ดินหลัก 7 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย (1) น้ำ (2) ข้าวนาปี (3) ข้าวนาปีและนาปรัง (4) อ้อยและมันสำปะหลัง (5) ข้าวโพด (6) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และ (7) ป่าไม่ผลัดใบ ส่วนในลุ่มน้ำมูลมี 5 ประเภท โดยไม่มีการใช้ที่ดินประเภทข้าวนาปีและนาปรัง และข้าวโพด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชี จากนั้นจึงนำผลการจำแนกการใช้ที่ดินไปตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับข้อมูลภาคสนามในปี พ.ศ. 2562 จำนวน 26 จุด และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 จากโปรแกรม Google Earth จำนวน 2,000 จุด ผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับจุดสำรวจภาคสนามพบว่า การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีและมูลมีค่าความถูกต้องทั้งหมดเท่ากับ 91.67% และ 85.71% ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.87 และ 0.77 ตามลำดับ ส่วนผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมพบว่ามีค่าความถูกต้องทั้งหมดเท่ากับ 80.44% และ 86.02% ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.70 และ 0.73 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ดังนั้น จึงนำแนวทางมาประยุกต์ใช้ในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2560 โดยผลการศึกษา พบว่าการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลคิดเป็น 82.5% และ 81.5% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยลุ่มน้ำชีมีการปลูกพืชไร่มากที่สุดคือ 54.6% และลุ่มน้ำมูลมีการปลูกข้าวมากที่สุดคือ 64.1% ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้รวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นของลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำชีเท่ากับ 17.1% และ 15.9% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ

ลายมือชื่อนิสิต	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	___ / ___ / ___

Chainarong Ophaphaibun 2021: Land use Classification in Chi and Mun River Basin using NDVI. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Professor Nutchanart Sriwongsitanon, Ph.D. 167 pages

The objective of this study is to classify land use for the Chi and Mun Basins between 2001 and 2018 using NDVI. NDVI - which is calculated using reflectance data detected by MODIS - has been produced on 16-day interval and at a spatial resolution of 250 m. First of all, the HANTS algorithm based on Fourier transform was used to remove random noise and cloud contamination from the time series of NDVI. An unsupervised classification using the ISODATA was later applied to annual time series of NDVI to classify land use classes. The classification was first carried out for the time series of NDVI in 2018 to be compared with land use data distributed between 2015 and 2016 from the Land Development Department. The results show that there are 7 major land use classes for the Chi Basin comprising (1) water body (2) wet season- paddy field (3) wet and dry season-paddy field (4) sugarcane field and cassava field (5) corn field (6) deciduous including forest plantation and perennial and (7) evergreen forest. There are only 5 land use classes for Mun Basin without wet and dry season paddy field and corn field compared to those of for Chi Basin. The results of land use classification for Chi and Mun Basins were validated for their accuracy with the survey data at 26 locations and the satellite data provided by Google Earth at 2,000 locations. The results reveal that the overall accuracy for land use classification using the survey data for Chi and Mun Basins are shown to be 91.67% and 85.71%, respectively, and the Kappa coefficients are 0.87 and 0.77, respectively. The overall accuracy using the satellite data are 80.44% and 86.02%, respectively, and the Kappa coefficients are 0.70 and 0.73, respectively. Therefore, it is suitable to apply the procedures of land use classification in 2018 to the time series of NDVI between 2001 and 2017. The results show that the agricultural areas of Chi and Mun Basins are 82.5% and 81.5% of the total areas, respectively. The highest percentage of land uses is 54.6% for field crops in Mun Basin and 64.1% for paddy fields in Chi Basin. The forest and perennial areas in Mun Basin is a little more than those of in Chi Basin, which are 17.1% and 15.9%, respectively.

____________________ ____________________________ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือและสนับสนุนในการวางแผนวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษา และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระวัฒน์ กณะสุต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ให้คำปรึกษาในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณสรรสฤษฎ์ เธียรโพธิ์ภิรักษ์ นิสิตปริญญาเอกของภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ช่วยเหลือในขั้นตอนการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้กระบวนการ HANTS ตลอดจนให้คำแนะนำในขั้นตอนการดำเนินงานอื่น ๆ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดินที่ได้สนับสนุนข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินมาใช้เพื่อประกอบการศึกษาวิจัยนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์วิจัยข้อมูลการรับรู้ระยะไกลเพื่อการจัดการน้ำ (Remote Sensing Research Centre for Water Resources Management, SENSWAT) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

ด้วยความดีและประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดามารดาและครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยในทุกเรื่องตลอดมา

ชัยณรงค์ โอภาไพบูลย์

กรกฎาคม 2564

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	46
สรุปและข้อเสนอแนะ	128
สรุป	128
ข้อเสนอแนะ	130
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	131
ภาคผนวก	133
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	167

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำชี 6
2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี 8
3 ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำมูล 9
4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล 12
5 รายละเอียดผลิตภัณฑ์ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลจากตัวรับรู้ MODIS ที่ผ่านการประมวลผลเป็นระดับ 3 ของดัชนี NDVI 16
6 พารามิเตอร์ของกระบวนการ HANTS 21
7 พื้นที่และเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินทุกประเภทของลุ่มน้ำชี ที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาที่ดินในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2559 27
8 พื้นที่และเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินทุกประเภทของลุ่มน้ำมูล ที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาที่ดินในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2559 28
9 ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการ HANTS ที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล 53
10 ค่าของดัชนี NDVI (Signature) รายเดือน สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 8 ประเภทของลุ่มน้ำชี ในปี พ.ศ. 2561 59
11 ค่าของดัชนี NDVI (Signature) รายเดือน สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 7 ประเภท ของลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561 61
12 เปอร์เซ็นต์การเข้ากันระหว่างการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำชี 64
13 เมตริกความเข้ากันได้ของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำชี 73
14 เปอร์เซ็นต์การเข้ากันระหว่างการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำมูล 75
15 เมตริกความเข้ากันได้ของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำมูล 83
16 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจการใช้ที่ดินภาคสนามในลุ่มน้ำชี 85
17 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจการใช้ที่ดินภาคสนามในลุ่มน้ำมูล 85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ | หน้า

ตารางที่		หน้า
18	ผลการสำรวจภาคสนามของข้อมูลการใช้ที่ดินในแต่ละจุดสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำชี	87
19	ผลการสำรวจภาคสนามของข้อมูลการใช้ที่ดินในแต่ละจุดสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล	88
20	การสำรวจการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของ Google Earth	91
21	เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามสำหรับลุ่มน้ำชี	93
22	เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามสำหรับลุ่มน้ำมูล	94
23	เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับลุ่มน้ำชี	95
24	เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับลุ่มน้ำมูล	96
25	พื้นที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทที่จำแนกโดยดัชนี NDVI และความลึกฝนรายปีของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2544-2561	101
26	พื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2544-2561	103
27	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนของ Signature ดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	112
28	พื้นที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทที่จำแนกโดยดัชนี NDVI และความลึกฝนรายปีของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2544-2561	117
29	พื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2544-2561	120
30	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนของ Signature ดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล	126

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชี	7
2	ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูล	11
3	การสะท้อนกลับเชิงสเปกตรัมสำหรับพืช ดิน และน้ำ	14
4	การจำแนกโดยวิธี ISODATA	18
5	หน้าเว็บไซต์แสดงการดาวน์โหลดข้อมูล MODIS	25
6	แผนที่แสดงการใช้ที่ดินระดับ 2 ของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2558-2559 โดยกรมพัฒนาที่ดิน	26
7	แผนที่แสดงการใช้ที่ดินระดับ 2 ของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2558-2559 โดยกรมพัฒนาที่ดิน	26
8	ดัชนี NDVI ราย 16 วัน ระหว่างวันที่ 1 ม.ค. 2544 ถึง 18 ธ.ค. 2561 สำหรับ 1 จุดภาพบริเวณพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว จ.กาฬสินธุ์ ในลุ่มน้ำชี	30
9	หน้าต่างหลักของโปรแกรม ArcGIS และการเปิดคำสั่ง Composite Bands	32
10	ขั้นตอนการรวมไฟล์ภาพโดยใช้คำสั่ง Composite Bands	32
11	หน้าต่างหลักของโปรแกรม ERDAS Imagine 9.1	33
12	การเปิดไฟล์ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับการจำแนกการใช้ที่ดิน	34
13	การคัดลอกขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินเก็บไว้ใน AOI	34
14	การบันทึกขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำใน AOI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดิน	35
15	ขั้นตอนการตั้งค่าการจำแนกการใช้ที่ดินแบบไม่มีการกำกับด้วยวิธี ISODATA	36
16	การเปิดหน้าต่าง Signature Editor	36
17	การตรวจสอบ Signature ของประเภทการใช้ที่ดิน	37
18	การคำนวณค่าความสามารถในการแบ่งแยก (Separability)	37
19	หน้าต่างหลักของโปรแกรม ArcGIS และการเปิดคำสั่ง Create Random Points	40
20	ขั้นตอนการสร้างจุดแบบสุ่มโดยใช้คำสั่ง Create Random Points	41
21	แผนที่แสดงจุดสำรวจที่สุ่มขึ้นสำหรับการสำรวจการใช้ที่ดินบนภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Layer to KML เพื่อแปลงไฟล์ .shp เป็น .kmz ไปใช้ใน Google Earth	42
23	หน้าต่างของโปรแกรม Google Earth และจุดสำรวจที่เปิด	43
24	การดูประวัติของภาพถ่ายในพื้นที่ที่สำรวจของโปรแกรม Google Earth และการเปิด Street view ของ Google Earth	44
25	การดูภาพถ่ายแบบมุมมอง Street view ของ Google Earth	44
26	ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ nf และ nb	47
27	ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ Hi/Lo	48
28	ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ fet	49
29	ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ dod	50
30	ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ delta	51
31	ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว จ.กาฬสินธุ์ ในลุ่มน้ำชี	54
32	ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่นาข้าวนอกเขตชลประทาน จ.ร้อยเอ็ด ในลุ่มน้ำชี	55
33	ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่ปลูกอ้อย จ.ชัยภูมิ ในลุ่มน้ำชี	56
34	ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ จ.ชัยภูมิ ในลุ่มน้ำชี	57
35	ค่าความสามารถในการแบ่งแยกเฉลี่ยและการแบ่งแยกต่ำสุดของแต่ละจำนวนของประเภทการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561	59
36	Signature ของดัชนี NDVI สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 8 ประเภทของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561	60
37	แผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดิน 8 ประเภท จากการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
38	ค่าความสามารถในการแบ่งแยกเฉลี่ยและการแบ่งแยกต่ำสุดของแต่ละจำนวนของประเภทการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561	61
39	Signature ของดัชนี NDVI สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 7 ประเภท ของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561	62
40	แผนที่การใช้ที่ดินจากการจำแนกการใช้ที่ดิน 7 ประเภทจากการจำแนกการใช้ที่ดินโดย NDVI ของลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561	62
41	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ	64
42	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับพื้นที่ป่าผลัดใบ	66
43	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับพื้นที่ข้าว	66
44	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทข้าวกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ	68
45	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทพืชไร่	68
46	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ที่เป็นพืชไร่	69
47	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ที่เป็นพืชไร่	70
48	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ที่เป็นพืชไร่	71
49	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า

50	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับพื้นที่ป่าผลัดใบ	77
51	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทข้าว	77
52	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ที่เป็นข้าว	79
53	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ที่เป็นข้าว	79
54	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ที่เป็นข้าว	80
55	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับพื้นที่พืชไร่	81
56	แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจภาคสนามในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล	86
57	แผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	98
58	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทของลุ่มน้ำชีในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	104
59	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรมโดยรวมของลุ่มน้ำชี ในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	105
60	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้แต่ละประเภทและพื้นที่น้ำของลุ่มน้ำชีในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	105
61	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน และความลึกฝนรายปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	107
62	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	107

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
63	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	108
64	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรังในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	108
66	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวโพดในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	109
67	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	110
68	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี	110
69	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนในปี พ.ศ. 2544-2560 ของลุ่มน้ำชี	111
70	ค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI สำหรับปี พ.ศ. 2544-2561 สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทของลุ่มน้ำชี	111
71	แผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	114
72	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทของลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	118
73	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรมโดยรวมของลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	121
74	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้แต่ละประเภทและพื้นที่น้ำของลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561	122
75	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน และความลึกฝนรายปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล	122

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่		หน้า
76	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล	123
77	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล	123
78	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกอ้อยและมันสำปะหลังในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล	124
79	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล	124
80	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล	125
81	การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนในปี พ.ศ. 2544-2557 ของลุ่มน้ำมูล	125
82	ค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI สำหรับปี พ.ศ. 2544-2561 สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทของลุ่มน้ำมูล	127

ภาพผนวกที่

ภาพผนวกที่		หน้า
1	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 1	134
2	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 2	135
3	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 3	136
4	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 4	137
5	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 5	138
6	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 6	139
7	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 7	140
8	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 8	141

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
9	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 9	142
10	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 10	143
11	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 11	144
12	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 12	145
13	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 1	146
14	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 2	147
15	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 3	148
16	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 4	149
17	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 5	149
18	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 6	151
19	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 7	152
20	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 8	153
21	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 9	154
22	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 10	155
23	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 11	156
24	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 12	157
25	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 13	158
26	การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 14	159
27	ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทน้ำ แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view	160
28	ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทข้าว แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view	161
29	ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทอ้อย แสดงภาพถ่ายดาวเทียม (ก) และ ภาพ Street view (ข)	162
30	ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทมันสำปะหลัง แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view	163

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

31 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทข้าวโพด แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view 164

32 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทป่าปลูกและไม้ยืนต้น แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view 165

33 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทป่าผลัดใบ 166

34 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทป่าไม่ผลัดใบ 166

การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ

Land use Classification in Chi and Mun River Basin using NDVI

คำนำ

การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land-use land-cover, LULC) มีความสำคัญต่อการบริหารจัดการทรัพยากรในหลาย ๆ ด้าน อาทิเช่น ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรดินเพื่อสร้างความมั่นคงและยั่งยืนของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งแวดล้อมโดยรวม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจัดเก็บข้อมูลการใช้ที่ดินต้องใช้ทรัพยากรบุคคลและงบประมาณในปริมาณมาก สำหรับประเทศไทยนั้น กรมพัฒนาที่ดินทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลการใช้ที่ดินโดยการประมวลผลจากข้อมูลภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเป็นข้อมูลหลัก อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการเก็บข้อมูลดังกล่าวต้องใช้เวลานานในการจัดเก็บและการประมวลผล ดังนั้น ข้อมูลที่เผยแพร่จึงเป็นข้อมูลที่ครอบคลุมช่วงเวลาหลายปี ทำให้สร้างความสับสนในการใช้เป็นตัวแทนการใช้ที่ดินที่ถูกต้องในแต่ละช่วงเวลาที่เผยแพร่ นอกจากนั้นแล้ว ข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลภาคสนามมีลักษณะเป็นข้อมูลสำหรับเฉพาะช่วงเวลาที่ทำการจัดเก็บ จึงไม่มีความเป็นปัจจุบัน ดังนั้น ในการบริหารจัดการทรัพยากรที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีการประเมินจากข้อมูลการใช้ที่ดินในอดีต ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการนำไปใช้เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้มีการตรวจสอบการใช้ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยตรง และสามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีความเป็นปัจจุบันมากกว่าการใช้วิธีการเก็บข้อมูลภาคสนาม รวมทั้งเป็นข้อมูลที่ครอบคลุมทุกจุดภาพของพื้นที่ศึกษาและทุกช่วงเวลาจากอดีตที่เริ่มนำมาใช้งานจนถึงสถานภาพปัจจุบัน ทั้งนี้ ดัชนีที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลที่ถูกนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบการใช้ที่ดินที่เป็นที่นิยมมากที่สุดคือ ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ซึ่งคำนวณจากผลต่างระหว่างค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นแสงสีแดงที่ตามองเห็นได้ (Visible red, VIR) ซึ่งมีความยาวคลื่นในช่วง 0.63 ถึง 0.70 ไมโครเมตร และค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared, NIR) ซึ่งมีความ

ยาวคลื่นในช่วง 0.70 ถึง 1.10 ไมโครเมตร หารด้วยผลรวมของค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นทั้งสองช่วงคลื่น (NDVI = (NIR-VIR)/(NIR+VIR) โดยพืชใบเขียวมีคุณสมบัติในการดูดซับแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ ในขณะที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ดังนั้นพืชใบเขียวจึงมีค่า NDVI สูง ทำให้สามารถนำดัชนี NDVI มาใช้เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของพืชพรรณได้ ทั้งนี้ NDVI มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยค่าใกล้ 0 และน้อยกว่า 0 หมายถึงการสะท้อนกลับจากพื้นที่ที่ไม่มีใบพืชสีเขียว และค่าใกล้ 1 หมายถึงการสะท้อนกลับจากพื้นที่ที่มีใบพืชสีเขียวในปริมาณมาก ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้มีการนำดัชนี NDVI มาใช้ตรวจสอบปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช นอกจากนั้นแล้ว ดัชนี NDVI สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินได้ ทั้งนี้เนื่องจาก ประเภทการใช้ที่ดินมีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่แตกต่างกัน โดยที่พื้นที่ป่าไม้จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากทำให้ NDVI มีค่าสูง ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงมาทำให้ NDVI มีค่าต่ำกว่าในพื้นที่ป่าไม้ และสำหรับพื้นที่ว่างเปล่าและพื้นที่เมืองจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ลดน้อยลงไป ทำให้ NDVI มีค่าต่ำกว่าในพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม ตามลำดับ ทั้งนี้ งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่ศึกษา ณ เวลาใด ๆ อย่างไรก็ตาม Aredehey et al. (2017) ได้ทำการตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินโดยการใช้อนุกรมของภาพดัชนี NDVI จำนวน 23 ภาพในช่วงเวลา 1 ปี ทำให้ได้ผลการตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินที่มีความถูกต้องมากขึ้น โดยการศึกษาดังกล่าวได้นำกระบวนการ Harmonic ANalysis of Time Series (HANTS) (Zhou et al., 2015) มาปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI เพื่อลดผลกระทบจากเมฆปกคลุมและผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศก่อนที่จะนำไปตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดิน

ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้นำดัชนี NDVI ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 ซึ่งมีความละเอียดของจุดภาพเท่ากับ 250 เมตร และมีความถี่ของข้อมูลทุก 16 วัน ที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561 มาใช้เพื่อตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินในช่วงเวลาดังกล่าว โดยใช้วิธีการจำแนกแบบไม่มีการกำกับ (Unsupervised classification) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในช่วงเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียง รวมทั้งการตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google Earth เมื่อได้กระบวนการจำแนกที่เชื่อถือได้สำหรับข้อมูลในปี พ.ศ. 2561 แล้วจึงนำกระบวนการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2560 ต่อไป ทั้งนี้ ก่อนที่จะนำดัชนี NDVI มาประยุกต์ใช้ จำเป็นจะต้องผ่านกระบวนการ HANTS เพื่อปรับแก้ความผิดพลาดที่เกิดจาก

ผลกระทบของเมฆและสภาพภูมิอากาศ เพื่อสร้างความถูกต้องให้กับผลการจำแนกการใช้ที่ดิน สำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาที่ศึกษา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 ด้วยดัชนี NDVI โดยนำผลการจำแนกไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินรวมทั้งข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 จากโปรแกรม Google Earth

2. เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2560 โดยใช้กระบวนการจำแนกการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561 ที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องแล้ว

ขอบเขตการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา คือ ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล ซึ่งมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 49,130 และ 71,072 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ โดยลุ่มน้ำชีเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำมูล

2. การจำแนกการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลได้ดำเนินการโดยใช้ดัชนี NDVI ซึ่งเป็นข้อมูลราย 16 วัน ความละเอียดเชิงพื้นที่ 250 เมตร ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 ที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ในช่วงเวลา 18 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 โดยการจำแนกการใช้ที่ดินได้ยึดหลักในการแยกประเภทการใช้ที่ดินในระดับที่ 1 ตามการจัดลำดับของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยการใช้ที่ดินสำหรับ (1) พื้นที่เกษตรกรรม (2) พื้นที่ป่าไม้ (3) พื้นที่เบ็ดเตล็ด (4) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และ (5) พื้นที่น้ำ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ NDVI มีศักยภาพในการจำแนกการใช้ที่ดินที่ให้รายละเอียดมากกว่าประเภทการใช้ที่ดินในระดับที่ 1 แล้ว จะได้ดำเนินการต่อไป

3. ข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินที่นำมาใช้เปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI เป็นข้อมูลการใช้ที่ดินระดับที่ 1 และระดับที่ 2 (โดยจำแนกเพิ่มเติมจากระดับที่ 1) จำนวน 5 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2543-2545, 2549-2550, 2551-2552, 2553-2556 และ 2558-2559

4. ข้อมูลจุดสำรวจการใช้ที่ดินภาคสนามในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลเพื่อใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI นั้น ได้ดำเนินสำรวจจำนวน 1 ครั้ง รวมทั้งได้มีการพิจารณาใช้ข้อมูลจุดสำรวจการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google Earth

การตรวจเอกสาร

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาสำหรับงานวิจัย คือ พื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล โดยมีรายละเอียดที่สำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ดังนี้

1.1 ลุ่มน้ำชี

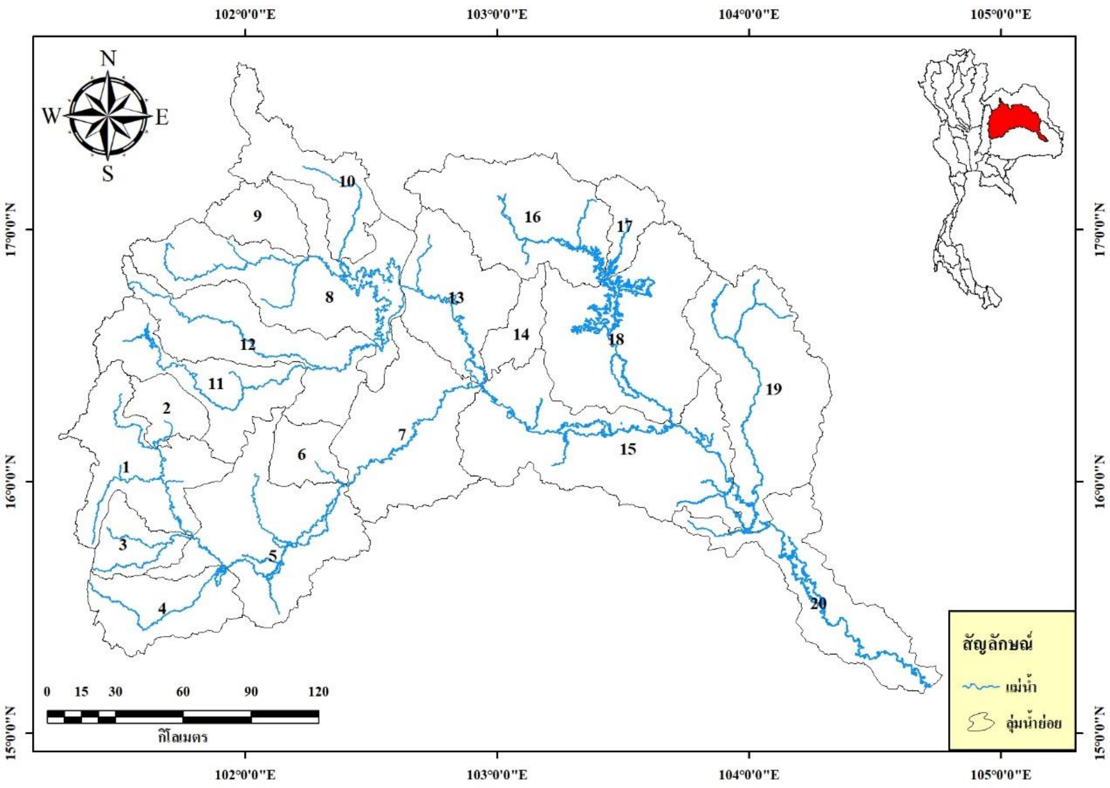
1) สภาพทั่วไป

ลุ่มน้ำชีตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ระหว่างเส้นละติจูด 15° 9′ 30″ ถึง 17° 39′ 54″ เหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 101° 15′ 30″ ถึง 104° 46′ 7″ ตะวันออก และมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 49,130 ตารางกิโลเมตร ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำมูล ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำมูล และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำป่าสัก สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำชีประกอบไปด้วยเทือกเขาสูง โดยมีเทือกเขาภูพานในบริเวณทางทิศตะวันออกและทิศเหนือ และเทือกเขาดงพญาเย็นในบริเวณทิศตะวันตก โดยเทือกเขาทั้งสองเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำชีและแม่น้ำสาขาที่สำคัญหลายสาย ส่วนพื้นที่ตอนกลางเป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนลาดและมีเนินเล็กน้อยทางตอนใต้ของลุ่มน้ำ ลุ่มน้ำชีประกอบด้วย 20 ลุ่มน้ำย่อย คือ ลำน้ำชีตอนบน ลำสะพุง ลำกระจวน ลำคันฉู ลำน้ำชีส่วนที่ 2 ห้วยสามหมอ ลำน้ำชีส่วนที่ 3 ลำน้ำพองตอนบน น้ำพวย ลำพะเนียง น้ำพรหม ลำน้ำเชิญ ลำน้ำพองตอนล่าง ห้วยสายบาตร ลำน้ำชีส่วนที่ 4 ลำปาวตอนบน ลำพันชาด ลำปาวตอนล่าง ลำน้ำยัง และลำน้ำชีตอนล่าง สำหรับขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำชีแสดงดังในตารางที่ 1 และขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชีแสดงในภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำชี

ลำดับที่	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
1	ลำน้ำชีตอนบน	2,550.80
2	ลำสะพุง	742.31
3	ลำกระจวน	893.69
4	ลำคันฉู	1,732.65
5	ลำน้ำชีส่วนที่ 2	3,795.36
6	ห้วยสามหมอ	764.89
7	ลำน้ำชีส่วนที่ 3	3,276.24
8	ลำน้ำพองตอนบน	4,129.75
9	น้ำพวย	922.35
10	ลำพะเนียง	1,890.42
11	น้ำพรหม	2,211.46
12	ลำน้ำเชิญ	2,903.55
13	ลำน้ำพองตอนล่าง	2,316.23
14	ห้วยสายบาตร	677.63
15	ลำน้ำชีส่วนที่ 4	5,092.51
16	ลำปาวตอนบน	3,265.25
17	ลำพันชาด	697.53
18	ลำปาวตอนล่าง	4,344.85
19	ลำน้ำยัง	4,204.30
20	ลำน้ำชีตอนล่าง	2,718.10
	รวม	49,129.87

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2558)



ภาพที่ 1 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชี

2) ปริมาณฝน

นุชนารถ และคณะ (2562) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำชี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จนถึงปี พ.ศ. 2561 โดยเป็นสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา และหน่วยงานอื่น ๆ โดยปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สามารถสรุปได้ดังในตารางที่ 2 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำชีมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยประมาณ 1,226.7 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี

ปี พ.ศ.	ปริมาณฝน (มม.)
2544	1,315.9
2545	1,435.7
2546	1,109.3
2547	1,141.4
2548	1,207.0
2549	1,210.5
2550	1,300.7
2551	1,438.5
2552	1,133.0
2553	1,245.2
2554	1,456.8
2555	996.7
2556	1,160.6
2557	1,121.7
2558	913.3
2559	1,316.5
2560	1,493.5
2561	1,083.9
เฉลี่ย	1,226.7

ที่มา: นุชนารถและคณะ (2562)

1.2 ลุ่มน้ำมูล

1) สภาพทั่วไป

ลุ่มน้ำมูลตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ระหว่างเส้นละติจูด $14^\circ\ 7'\ 13''$ ถึง $16^\circ\ 21'\ 53''$ เหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด $101^\circ\ 16'\ 27''$ ถึง $105^\circ\ 37'\ 26''$ ตะวันออก และมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 71,072 ตารางกิโลเมตร ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำโตนเลสาปและประเทศกัมพูชา ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโขง และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำบางปะกง สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำชีประกอบไปด้วยเทือกเขาสูง โดยมีเทือกเขาบรรทัดและพนมดงรักในบริเวณทางทิศใต้ ส่วนพื้นที่ตอนกลางเป็นที่ราบ ลุ่มน้ำมูลประกอบด้วย 31 ลุ่มน้ำย่อย คือ ลำน้ำมูลตอนบน ลำแซะ ลำพระเพลิง ลำตะคอง ลำเชิงไกร ลำจักรราช ลำนางรอง ลำปะเทีย ลำปลายมาศ ลำน้ำมูลส่วนที่ 2 ห้วยเอก ลำสะแทด ลำพังชู ห้วยตะโคง ลำชี ลำพลับพลา ลำเตา ลำเสียวน้อย ลำเสียวใหญ่ ห้วยทับทัน ลำน้ำมูลส่วนที่ 3 ห้วยสำราญ ห้วยทา ห้วยขยุง ห้วยโพง ลำเซบาย ลำเซบก ลำโดมใหญ่ ลำน้ำมูลตอนล่าง ห้วยตุงลุง และลำโดมน้อย สำหรับขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำมูลแสดงดังในตารางที่ 3 และขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูลแสดงในภาพที่ 2

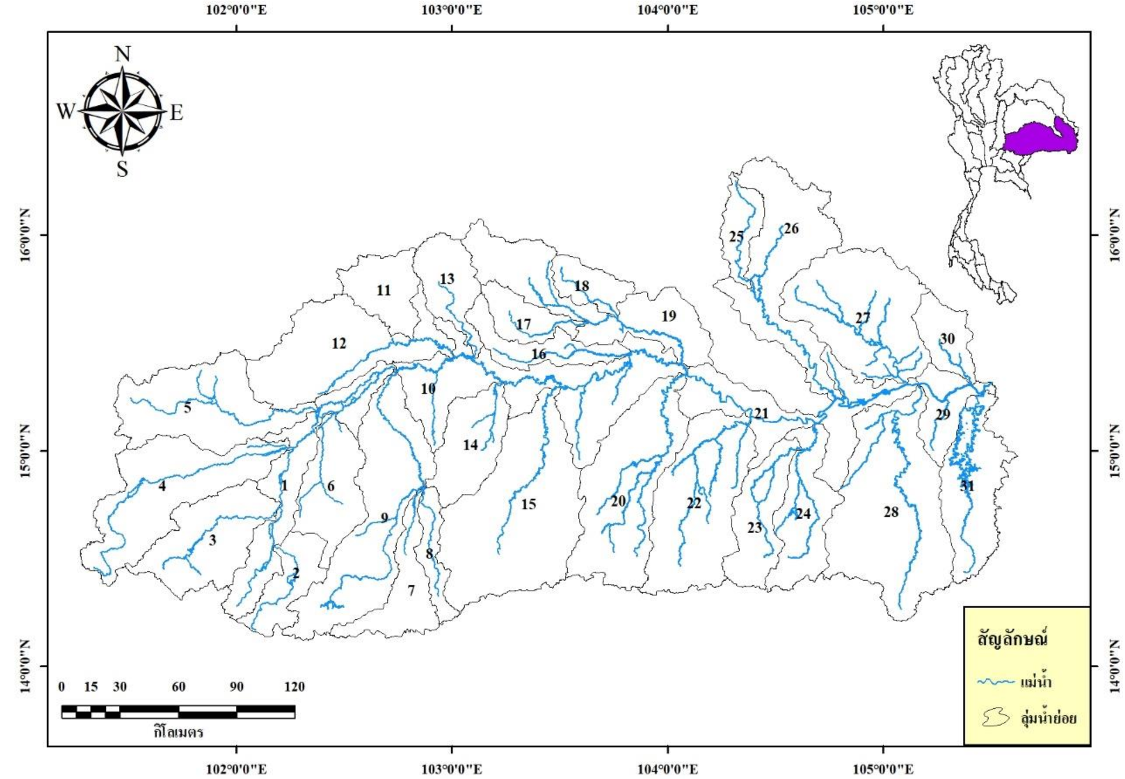
ตารางที่ 3 ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำมูล

ลำดับที่	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
1	ลำน้ำมูลตอนบน	2,295.79
2	ลำแซะ	1,116.19
3	ลำพระเพลิง	2,326.99
4	ลำตะคอง	3,310.64
5	ลำเชิงไกร	2,957.55
6	ลำจักรราช	1,698.98
7	ลำนางรอง	1,299.94
8	ลำปะเทีย	662.43

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
9	ลำปลายมาศ	3,917.27
10	ลำน้ำมูลส่วนที่ 2	4,083.73
11	ห้วยเอก	1,176.00
12	ลำสะแทค	3,199.59
13	ลำพังชู	1,203.87
14	ห้วยตะโคง	1,576.80
15	ลำชี	5,064.17
16	ลำพลับพลา	1,055.49
17	ลำเตา	834.67
18	ลำเสียวน้อย	731.76
19	ลำเสียวใหญ่	2,875.48
20	ห้วยทับทัน	3,688.69
21	ลำน้ำมูลส่วนที่ 3	2,568.42
22	ห้วยสำราญ	3,549.12
23	ห้วยทา	1,555.81
24	ห้วยขยุง	1,799.00
25	ห้วยโพง	761.62
26	ลำเซบาย	3,240.13
27	ลำเซบก	3,594.41
28	ลำโดมใหญ่	4,917.60
29	ลำน้ำมูลตอนล่าง	953.34
30	ห้วยตุงลุง	859.86
31	ลำโดมน้อย	2,196.26
	รวม	71,071.58

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2558)



ภาพที่ 2 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูล

2) ปริมาณฝน

นุชนารถ และคณะ (2562) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำมูล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จนถึงปี พ.ศ. 2561 โดยเป็นสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา และหน่วยงานอื่น ๆ โดยปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สามารถสรุปได้ดังในตารางที่ 4 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำมูลมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยประมาณ 1,264.2 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล

ปี พ.ศ.	ปริมาณฝน (มม.)
2544	1,277.9
2545	1,418.4
2546	1,182.4
2547	1,145.7
2548	1,227.2
2549	1,310.2
2550	1,319.3
2551	1,390.2
2552	1,294.3
2553	1,137.3
2554	1,429.5
2555	1,090.6
2556	1,394.8
2557	1,295.5
2558	1,020.2
2559	1,333.3
2560	1,397.9
2561	1,090.6
เฉลี่ย	1,264.2

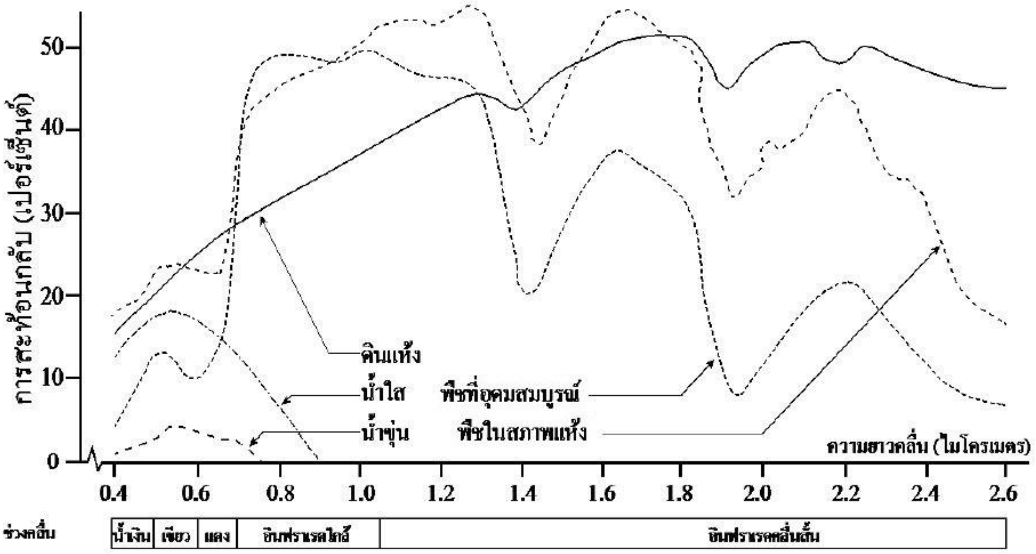
ที่มา: นุชนารถและคณะ (2562)

2. ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)

ดัชนี NDVI เป็นดัชนีที่ใช้แสดงลักษณะของพืชพรรณและสิ่งปกคลุมดินที่ถูกนำเสนอโดย Rouse et al. (1974) โดยดัชนี NDVI อาศัยคุณสมบัติการตอบสนองต่อช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ (Visible, VIS) ซึ่งมีความยาวคลื่น 0.4 ถึง 0.7 ไมโครเมตร และการตอบสนองต่อช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared, NIR) ซึ่งมีความยาวคลื่น 0.7 ถึง 1.1 ไมโครเมตร โดยใช้หลักที่คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงในใบพืช มีการดูดกลืนแสงที่ตามองเห็นได้มากจึงมีค่าการสะท้อนกลับน้อย ในขณะที่ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้จะสามารถสะท้อนกลับจากมีโซฟิลล์ (Mesophyll) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของใบพืชได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่น อย่างไรก็ตาม ค่าการสะท้อนกลับจากพืชที่อุดมสมบูรณ์หรือแห้งจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น ค่าการสะท้อนกลับจากช่วงคลื่น NIR จึงสามารถใช้เป็นตัวอ้างอิงเพื่อเทียบกับการสะท้อนกลับจากช่วงคลื่น VIS ซึ่งมีค่ามากในกรณีของพืชที่แห้งและมีค่าน้อยในพืชที่อุดมสมบูรณ์ ทั้งนี้ ลักษณะการสะท้อนกลับต่อช่วงคลื่น VIS และ NIR ของพืชที่อุดมสมบูรณ์และพืชในสภาพแห้งแสดงไว้ในภาพที่ 3 (นุชนารถ, 2555) ซึ่งจากลักษณะการตอบสนองที่แสดงนี้ Tucker et al. (1979) ได้นำข้อมูลการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ เฉพาะในช่วงคลื่นสีแดง (Visible red, VIR) ซึ่งมีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 0.63 ถึง 0.70 ไมโครเมตร ที่ตอบสนองได้เฉพาะเจาะจงกว่าการใช้ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ทั้งหมด และข้อมูลการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) ซึ่งมีความยาวคลื่นดังกล่าวข้างต้น มาสร้างเป็นอัตราส่วนซึ่งกันและกัน ซึ่งช่วยให้ประสิทธิภาพในการจำแนกพืชเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งวิธีการในการคำนวณค่าดัชนี NDVI แสดงในสมการที่ (1)

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{VIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{VIR}} \qquad (1)$$

โดยที่ ρ_{NIR} คือ ค่าการสะท้อนกลับจากพื้นผิวในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และ ρ_{VIR} คือ ค่าการสะท้อนกลับจากพื้นผิวในช่วงคลื่นแสงสีแดงที่ตามองเห็นได้



ภาพที่ 3 การสะท้อนกลับเชิงสเปกตรัมสำหรับพืช ดิน และน้ำ

ที่มา: นุชนารถ (2555)

3. ข้อมูลการรับรู้ระยะไกล

3.1 ข้อมูล MODIS

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) คือตัวรับรู้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลซึ่งติดตั้งไว้บนดาวเทียม 2 ดวง คือ Terra และ Aqua โดยสามารถถ่ายภาพได้ทั่วทุกพื้นที่ของโลกในระยะเวลา 1 วัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากตัวรับรู้ MODIS มีความละเอียดเชิงพื้นที่ ความละเอียดเชิงรังสี และความละเอียดเชิงเวลาที่แตกต่างกัน สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลจากตัวรับรู้ MODIS สามารถหาได้จากเว็บไซต์ http://modis.gsfc.nasa.gov/ การบันทึกข้อมูลจากตัวรับรู้ MODIS ประกอบไปด้วย 36 ช่วงคลื่น โดยในแต่ละช่วงคลื่นมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ข้อมูลที่ได้รับโดยตรงจากตัวรับรู้ MODIS ทั้ง 36 ช่วงคลื่น นั้น เป็นข้อมูลในระดับที่ 1 ซึ่งเป็นข้อมูลต้นฉบับที่มีการปรับแก้น้อยมาก ในการนำข้อมูลระดับที่ 1 มาใช้งาน ต้องใช้ความรู้ในทางเทคนิคมากและยากที่จะทำความเข้าใจในการประยุกต์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ทางผู้ให้บริการข้อมูลจึงได้มีการพัฒนาการบริการข้อมูล โดยการนำข้อมูลจากต้นฉบับที่มี 36 ช่วงคลื่น มาทำการจัดเตรียมข้อมูลออกเป็นข้อมูลประเภทต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ได้สะดวกยิ่งขึ้น

ซึ่งเป็นข้อมูลในระดับที่ 2 โดยให้ข้อมูลเฉพาะด้านที่ต้องการศึกษา รวมทั้งยังมีความละเอียดของจุดภาพให้เลือกใช้ทั้ง 250, 500, 1000, 5600 และ 6000 เมตร ตามความเหมาะสมกับขนาดพื้นที่ นอกจากนั้นแล้ว ยังมีช่วงเวลาของข้อมูลให้เลือก ทั้งช่วงเวลา 1, 8, 16 วัน รายเดือน และรายปี ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของช่วงเวลาที่ต้องการของผู้ใช้งาน

จากการศึกษาข้อมูลจากตัวรับรู้ MODIS ในระดับที่ 2 นั้นยังพบว่าข้อมูลจากตัวรับรู้ MODIS นั้นยังประกอบด้วยหลายเวอร์ชั่น ซึ่งแต่ละเวอร์ชั่นมีความแตกต่างกันไปในด้านการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลตั้งแต่เวอร์ชั่นที่ 4 (V004) ขึ้นมา ถือได้ว่าเป็นเวอร์ชั่นที่ผ่านการตรวจพิสูจน์ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จนมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี ซึ่งในปัจจุบันผู้ให้บริการข้อมูลได้พัฒนาข้อมูลจากระดับที่ 2 เป็นระดับที่ 3 โดยข้อมูลล่าสุดเป็นเวอร์ชั่นที่ 6 จัดว่าเป็นข้อมูลในเวอร์ชั่นที่ใหม่ที่สุด และมีการประมวลผลข้อมูลในระดับสูงที่สุดโดยมีข้อมูลให้บริการตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา

สำหรับรายละเอียดของข้อมูลดัชนีพืชพรรณจากตัวรับรู้ MODIS ได้สรุปไว้ดังแสดงในตารางที่ 5 เป็นรายละเอียดที่สำคัญในการใช้เป็นแนวทางการเลือกข้อมูลให้เหมาะสมสอดคล้องกันได้ ในการศึกษานี้เมื่อพิจารณาแบนด์ที่นำมาประยุกต์สร้างดัชนีแล้วนั้น เลือกข้อมูลที่มีอักษรนำหน้าด้วย MOD ซึ่งให้ข้อมูลในช่วงกลางวัน ดังนั้นจะมีข้อมูลให้เลือก 6 ประเภทคือ MOD13Q1, MOD13A1, MOD13A2, MOD13C1, MOD13A3 และ MOD13C2 ซึ่งให้ความละเอียดของจุดภาพและช่วงเวลาของข้อมูลที่ต่างกัน ในการศึกษานี้พิจารณาเลือกใช้ข้อมูล MOD13Q1 ซึ่งเป็นข้อมูลราย 16 วัน มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 250 เมตร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมนำไปใช้ในงานวิจัย เนื่องจากมีความละเอียดเชิงพื้นที่มากที่สุดและช่วงเวลาของข้อมูลสั้น

3.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ MOD13Q1

MOD13Q1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงค่าการสะท้อนกลับจากตัวรับรู้ MODIS ที่มีความละเอียดของจุดภาพเท่ากับ 250 เมตร ทั้งนี้ ในการสร้างผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 นั้น ได้มาจากการนำข้อมูลการสะท้อนกลับที่มีการเก็บข้อมูลกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และการแปลผลทางชีวฟิสิกส์ (Biophysical) แบบรายวันมาคัดเลือกข้อมูลในรอบ 16 วัน โดยข้อมูลที่ดีที่สุดจะถูกคัดเลือกมาใช้เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 ในรอบ 16 วัน

ตารางที่ 5 รายละเอียดผลิตภัณฑ์ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลจากตัวรับรู้ MODIS ที่ผ่านการประมวลผลเป็นระดับ 3 ของดัชนีพืชพรรณ

ชื่อผลิตภัณฑ์	รหัสผลิตภัณฑ์ของดาวเทียม Terra	รหัสผลิตภัณฑ์ของดาวเทียม Aqua	ความละเอียด	ช่วงเวลา
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m	MOD13Q1	MYD13Q1	250 เมตร	ราย 16 วัน
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500m	MOD13A1	MYD13A1	500 เมตร	ราย 16 วัน
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 1km	MOD13A2	MYD13A2	1 กิโลเมตร	ราย 16 วัน
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 0.05Deg CMG	MOD13C1	MYD13C1	0.05 ดีกรี	ราย 16 วัน
Vegetation Indices Monthly L3 Global 1km	MOD13A3	MYD13A3	1 กิโลเมตร	รายเดือน
Vegetation Indices Monthly L3 Global 0.05Deg CMG	MOD13C2	MYD13C2	0.05 ดีกรี	รายเดือน

ที่มา: https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataprod/mod13.php

4. การจำแนกการใช้ที่ดินแบบไม่มีการกำกับโดยวิธีการ Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique Algorithm (ISODATA)

การจำแนกแบบไม่มีการกำกับ (Unsupervised classification) เป็นการจำแนกโดยไม่มีการสร้างข้อมูลฝึกหัดเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการจำแนก เช่น ข้อมูลภาคสนาม เป็นต้น แต่เป็นการจำแนกชุดข้อมูลทั้งหมดโดยการประเมินจากค่าของจุดในภาพถ่ายและทำการจำแนกข้อมูลโดยจัดกลุ่มตามค่าของจุดในภาพถ่าย ทั้งนี่ พื้นฐานของการจัดกลุ่ม คือ ในกลุ่มเดียวกันจะมีค่าของการสะท้อนกลับที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ข้อมูลที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีค่าแตกต่างอย่างชัดเจน สำหรับวิธีการจำแนกแบบไม่มีการกำกับที่เป็นที่นิยมมาก คือ วิธีการ K-means และวิธี The Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique (ISODATA) ซึ่งโดยพื้นฐานของวิธีการทั้ง 2 วิธี มีความใกล้เคียงกัน แต่วิธีการ ISODATA ได้รับการพัฒนาให้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพและเสถียรภาพในการจำแนกที่ดีกว่า

วิธีการ ISODATA เป็นการจำแนกข้อมูลโดยใช้ระยะห่างของค่าข้อมูลแต่ละจุดกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม ซึ่งกระบวนการเริ่มต้นจากการคำนวณค่าทางสถิติของข้อมูลทั้งหมด แล้ว

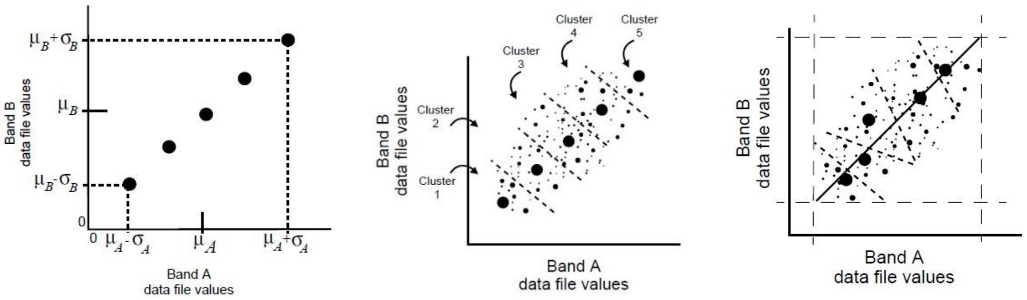
กำหนดค่าจุดศูนย์กลางที่เป็นตัวแทนกลุ่มดังแสดงในภาพที่ 4ก จากนั้นกระบวนการจำแนกรอบที่หนึ่งเริ่มต้นโดยการหาค่าระยะทางของข้อมูลจุดใด ๆ ไปยังจุดศูนย์กลางที่เป็นตัวแทนกลุ่มที่ใกล้ที่สุดซึ่งจะถูกจำแนกให้อยู่ในกลุ่มนั้น ดังแสดงในภาพที่ 4ข จากนั้นขั้นตอนถัดไปจะทำการหาค่าจุดศูนย์กลางของกลุ่มใหม่โดยเฉลี่ยจากข้อมูลในแต่ละกลุ่ม แล้วทำการจัดกลุ่มใหม่ในลักษณะของกระบวนการทำซ้ำซึ่งจะสิ้นสุดลงเมื่อจุดของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มจากครั้งก่อนหน้าไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์สุดท้ายดังแสดงภาพที่ 4ค

การประเมินผลการจำแนกแบบไม่มีการกำกับจะพิจารณาเลือกจำนวนกลุ่มที่ทำให้ผลการจำแนกดีที่สุด โดยพิจารณาจากความสามารถในการแบ่งแยก (Separability) ที่ต่ำที่สุดของแต่ละจำนวนกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน จากนั้นจะเลือกจำนวนกลุ่มที่ให้ค่าดังกล่าวสูงสุด ทั้งนี้ ความสามารถในการแบ่งแยก หมายถึง การพิจารณาว่ากลุ่มข้อมูลสองกลุ่มที่ถูกจำแนกออกจากกันนั้นมีระดับความเชื่อมั่นว่าสามารถจำแนกข้อมูลออกจากกันได้ในระดับใด ซึ่งวิธีการประเมินความสามารถในการแบ่งแยกที่นิยมใช้ คือ วิธีการ Transformed Divergence (TD) และ Bhattacharyya Distance (BD) โดยในการศึกษานี้เลือกใช้วิธีการ TD ทั้งนี้ TD ที่มีค่ามากกว่า 1.9 แสดงว่า การแบ่งแยกระหว่างกลุ่มที่พิจารณามีการแบ่งแยกได้ดี ทั้งนี้ แนวทางในการคำนวณโดยวิธีการ TD แสดงดังในสมการที่ (2) และ สมการที่ (3)

$$TD(i,j) = 2 * \left[1 - e^{\left(-\frac{D(i,j)}{8}\right)}\right] \tag{2}$$

โดยที่ TD(i,j) คือ ค่า Transformed Divergence ของกลุ่ม i และ j, ในขณะที่ D(i,j) คือ ค่า Divergence ของกลุ่ม i และ j

$$\begin{aligned} D(i,j) = {} & 0.5 * T[M(i) - M(j)] * [InvS(i) + InvS(j)] * [M(i) - M(j)] \\ & + 0.5 * Trace[InvS(i) * S(j) + InvS(j) * S(i) - 2 * I] \end{aligned} \tag{3}$$



ก) การจัดกลุ่มเบื้องต้น ข) การจัดกลุ่มรอบที่หนึ่ง ค) การจัดกลุ่มรอบสุดท้าย

ภาพที่ 4 การจำแนกโดยวิธี ISODATA

ที่มา: Smith et al. (1999)

5. วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบฮาร์มอนิก (Harmonic ANalysis of Time Series, HANTS)

การศึกษานี้ได้นำกระบวนการ HANTS ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบฮาร์มอนิกมาใช้เพื่อการปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI ที่เกิดจากผลกระทบของสภาพภูมิอากาศ โดยแสดงรายละเอียดของทฤษฎีได้ดังนี้

5.1 อนุกรมฟูเรียร์ (Fourier series)

ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีลักษณะเป็นสัญญาณคาบ (Periodic signal) เช่น คลื่นเสียง ไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสน้ำ และการสั่นไหวของเครื่องจักร เป็นต้น เป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะฟังก์ชั่นที่สามารถวัดจำนวนคลื่นซึ่งเป็นตัวแปรตามกับเวลา อย่างไรก็ตาม ฟังก์ชั่นดังกล่าวที่ค้นพบในปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นแสดงถึงผลรวมเชิงเส้นของคลื่นในรูปแบบไซน์และโคไซน์ ผลรวมนี้เป็นที่รู้จักว่า อนุกรมฟูเรียร์ (Fourier series) ซึ่งตั้งชื่อตามนักคณิตศาสตร์ผู้คิดค้นชาวฝรั่งเศสชื่อ Joseph Fourier (ค.ศ. 1768-1830) ทั้งนี้ การวิเคราะห์ตัวแปรในลำดับของอนุกรมฟูเรียร์ซึ่งเป็นคลื่นที่มีลักษณะแตกต่างตามลำดับของอนุกรม เรียกว่าการวิเคราะห์ฮาร์มอนิก (Harmonic analysis) โดยลำดับที่ 1 ของอนุกรมฟูเรียร์มีความถี่เท่ากับฟังก์ชันซึ่งเรียกว่า คลื่นมูลฐาน (Fundamental wave) ส่วนลำดับอื่น ๆ ของอนุกรมฟูเรียร์จะมีค่าคาบคลื่นของคลื่นมูลฐานที่สั้นลงและประกอบกันด้วยหลาย ๆ คลื่นมูลฐาน เรียกว่า ฮาร์มอนิก (Harmonics)

ในปี ค.ศ. 1822 Fourier ได้แสดงฟังก์ชัน y = f(x) ที่มีช่วงค่าระหว่าง x = 0 ถึง x = 2π ในรูปของอนุกรมอนันต์ ดังแสดงในสมการที่ (4)

$$f(x) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{k=1}^{\infty}(a_k \cos kx + b_k \sin kx) \quad (4)$$

โดยที่

$$a_k = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(x) \cos kx \, dx \quad (5)$$

และ

$$b_k = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(x) \sin kx \, dx \quad (6)$$

เมื่อ $k \geq 0$

5.2 การแปลงฟูเรียร์ (Fourier transform)

การแปลงฟูเรียร์ คือ การแปลงสัญญาณในโดเมนเวลาหรือสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันของเวลาให้อยู่ในรูปของสัญญาณในโดเมนความถี่ ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า สเปกตรัม (Spectrum) โดยสเปกตรัมของสัญญาณมีประโยชน์สำหรับการออกแบบอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ เช่น วงจรกรอง (Filter) และอีควอไลเซอร์ (Equalizer) เป็นต้น นอกจากนี้การวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนความถี่จะง่ายกว่าการวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนเวลา รวมทั้งสัญญาณในโดเมนความถี่ยังบอกให้ทราบถึง (Bandwidth) และรูปร่างสเปกตรัมของสัญญาณ ซึ่งช่วยทำให้เข้าใจคุณสมบัติต่าง ๆ ของสัญญาณเหล่านั้นมากขึ้น ตัวอย่างเช่น วงจรกรองแต่ละแบบจะยอมให้สัญญาณช่วงแถบความถี่หนึ่งผ่านไปได้ในขณะที่จะเกิดการลดทอน (Attenuation) ในอีกช่วงแถบความถี่หนึ่ง เป็นต้น (ปิยะ, 2551)

5.3 การวิเคราะห์ฮาร์มอนิก (Harmonic analysis)

ดัชนี NDVI ซึ่งประเมินได้จากการใช้ความแตกต่างของการตอบสนองต่อช่วงคลื่น 2 ช่วงคลื่น ดังกล่าวในการตรวจเอกสารหัวข้อ เรื่อง “ดัชนีพืชพรรณ” พบว่า ช่วงคลื่นดังกล่าวได้รับผลกระทบจากเมฆและสภาพบรรยากาศ (Justice et al., 1986) ทำให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของดัชนีตามช่วงเวลาอาจไม่มีเสถียรภาพ ดังนั้น จึงต้องมีการปรับปรุงอนุกรมเวลาของข้อมูล NDVI ให้มีความถูกต้องมากขึ้น โดยมีกระบวนการที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงข้อมูลที่เป็นที่นิยมใช้ อาทิเช่น (1) วิธีการ The Best Index Slope Extraction (BISE) ที่พัฒนาขึ้นโดย Viovy et al. (1992)

และ (2) วิธีการ Harmonic Analysis ที่พัฒนาขึ้นโดย Jakubauskas et al. (2001) โดยวิธีการ Harmonic Analysis เป็นการประยุกต์ใช้การแปลงแบบฟูเรียร์และได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมในเวลาต่อมาโดย Menenti et al. (1993) และ Verhoef (1996) จนกลายเป็นวิธีการที่เรียกว่า Harmonic ANalysis of Time Series (HANTS) และได้ถูกนำไปใช้ในงานวิจัยอย่างแพร่หลายอาทิเช่น ผลงานวิจัยที่ดำเนินการโดย Roerink et al. (2000) และ Zhou et al. (2015) เป็นต้น

การวิเคราะห์แบบฮาร์มอนิกเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายฟังก์ชันหรือสัญญาณในการทับซ้อนของคลื่นพื้นฐาน โดยใช้อนุกรมฟูเรียร์และการแปลงแบบฟูเรียร์ เมื่อนำมาใช้ในการปรับแก้อนุกรมเวลาของข้อมูลการรับรู้ระยะไกล สมการพื้นฐานจะเขียนได้ดังสมการ (5) และ (6) ดังนี้

$$\tilde{y}(t_j) = a_0 + \sum_{i=1}^{nf}\left[a_i \cos(2\pi f_i t_j) + b_i \sin(2\pi f_i t_j)\right] \quad (5)$$

$$y(t_j) = \tilde{y}(t_j) + \varepsilon(t_j) \quad (6)$$

โดยที่ $y, \tilde{y}$ และ ε คือ อนุกรมดั้งเดิม อนุกรมของการปรับแก้ และ อนุกรมของความผิดพลาด ตามลำดับ

t_j คือ เวลา

y คือ ข้อมูลดัชนี

j คือ ลำดับ 1, 2, ... จนถึง N โดย N เป็นจำนวนสูงสุดของข้อมูลดัชนี (samples) ของอนุกรมเวลา ตัวอย่างเช่น อนุกรมเวลาของข้อมูลดัชนีพืชพรรณ NDVI ราย 16 วัน เพราะฉะนั้นจำนวนของข้อมูลสำรวจใน 1 ปี ค่า N เท่ากับ 23

nf คือ จำนวนของลำดับในอนุกรม หรือก็คือจำนวนส่วนประกอบของฮาร์มอนิกที่รวมกันเป็นความถี่ f_i

a_0 คือ ค่าคงที่ที่ความถี่เท่ากับศูนย์

กระบวนการ HANTS เป็นวิธีการที่ใช้พื้นฐานจากการพิจารณารูปแบบความถี่พื้นฐานหลักของข้อมูลด้วยวิธีการแปลงแบบฟูเรียร์อย่างง่าย (Fast Fourier Transform, FFT) ร่วมกับการวิเคราะห์โค้งถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (Least squares curve fitting) ในการสร้างความสัมพันธ์ของจุดข้อมูล

กับโค้งความสัมพันธ์ ทั้งนี้ กระบวนการคำนวณเริ่มด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบของฮาร์มอนิกของชุดข้อมูล จากนั้นตัดข้อมูลที่มีค่าสูงหรือต่ำกว่าปกติออกไปจากชุดข้อมูล แล้วตามด้วยการสร้างโค้งถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดระหว่างจุดข้อมูลที่เหลืออยู่กับโค้งฮาร์มอนิกที่เลือกใช้ กระบวนการจะดำเนินการทำวนซ้ำจนกว่าจะได้ฮาร์มอนิกที่มีความถี่ แอมพลิจูด และเฟส เข้ากับข้อมูลได้ดีที่สุด สำหรับข้อดีของวิธีการนี้ คือ มีการพิจารณาองค์ประกอบของฮาร์มอนิกที่มีความถี่และอนุกรมเวลาจำนวนมากได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ แต่มีข้อเสียคือต้องใช้เวลาประมวลผลที่นานกว่า

Zhou et al. (2016) ได้ทำการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ HANTS โดยการใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 พบว่า พารามิเตอร์ของกระบวนการ HANTS มีความใกล้เคียงกับผลจากการศึกษาอื่น ๆ โดยค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ประกอบด้วย (1) อนุกรมเวลาที่เลือกใช้ควรเป็นรายปี (2) จำนวนฮาร์มอนิก เท่ากับ 3 ฮาร์มอนิก (3) ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของ NDVI ในอนุกรม เท่ากับ 1 และ -0.2 ตามลำดับ (4) ตัดข้อมูลเฉพาะที่มีค่าต่ำกว่าปกติออกจากอนุกรมของข้อมูล เนื่องจากความผิดพลาดที่เกิดจากเมฆและบรรยากาศจะทำให้ค่า NDVI มีค่าต่ำกว่าปกติ (5) พารามิเตอร์อื่น ๆ คือ Degree of over-determination, Fit error tolerance และ Delta กำหนดให้เท่ากับ 5, 0.05 และ 0.5 ตามลำดับ โดยรายละเอียดของพารามิเตอร์ดังกล่าวแสดงดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 พารามิเตอร์ของกระบวนการ HANTS

พารามิเตอร์	รายละเอียด	ค่าทั่วไป
High	ค่าสูงสุดของดัชนี NDVI	1
Low	ค่าต่ำสุดของดัชนี NDVI	-0.2
Hi/Lo	การตัดค่าต่ำหรือสูงที่เกินขอบเขต โดยสามารถเลือกได้ดังนี้ - 'Hi' คือ การตัดค่าสูง - 'Lo' คือ การตัดค่าต่ำ - 'None' คือ ไม่ตัดค่าสูงและค่าต่ำ	Lo
dod	degree of over-determinedness	5
nf	จำนวนความถี่ที่พิจารณาเกินความถี่ที่ศูนย์	3

ตารางที่ 6 (ต่อ)

พารามิเตอร์	รายละเอียด	ค่าทั่วไป
nb	ความยาวของคาบคลื่น	365
fet	fit error tolerance	0.05
delta	ค่าบวกน้อย ๆ (ตัวอย่างเช่น 0.1) เพื่อใช้ในการยับยั้งค่าสูงของแอมพลิจูดคลื่น	0.5

6. การประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ที่ดิน

การประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ที่ดินโดยข้อมูลฝึกหัด เป็นวิธีการที่ใช้หลักการจำแนกประเภทเริ่มต้นจากชุดข้อมูลทั้งหมด แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์ของจุดภาพที่ถูกจำแนกอย่างถูกต้องตามที่ควรจะเป็น ค่าของเปอร์เซ็นต์เหล่านี้จะถูกแสดงในรูปแบบของเมตริกความผิดพลาด (Error matrix) โดยเมตริกถูกสร้างจากการแยกกลุ่มจุดภาพของชุดฝึกหัดที่ถูกเลือกและกำหนดประเภทสิ่งปกคลุมสำหรับการฝึกหัด (คอลัมน์) กับจุดภาพที่ถูกจำแนกให้อยู่ในกลุ่มของสิ่งปกคลุมแต่ละประเภทโดยใช้ตัวจำแนก (แถว) โดยการคำนวณค่าทางสถิติจากเมตริกดังกล่าวที่นิยมใช้ประกอบด้วย ค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า (Kappa coefficient) โดยสมการมีดังนี้

$$\text{ค่าความถูกต้องทั้งหมด} = \frac{\sum_{i=1}^{r} x_{ii}}{N} \times 100\% \qquad (7)$$

$$\hat{k} = \frac{\left| N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r} x_{i+} \times x_{+i} \right|}{N^2 - \sum_{i=1}^{r} x_{i+} \times x_{+i}} \qquad (8)$$

โดยที่ r เท่ากับ จำนวนแถว

N เท่ากับ จำนวนจุดภาพทั้งหมดที่ทำการจำแนก

X_{ii} เท่ากับ จำนวนจุดภาพในแต่ละแถว i และคอลัมน์ i ของการจำแนกแต่ละประเภท

X_{+i}, X_{i+} เท่ากับ จำนวนเศษของจุดภาพในแต่ละแถว i และคอลัมน์ i ของแต่ละประเภท

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย โปรแกรม ArcGIS version 10.5 และ ERDAS Imagine 9.1

2. ข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

3. ข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ที่ได้จาก ผลิตภัณฑ์ MOD13Q1 ซึ่งเป็นข้อมูลการรับรู้ระยะไกลจากดาวเทียม Terra MODIS

4. ข้อมูลการใช้ที่ดินจากการสำรวจภาคสนาม

5. ข้อมูลการใช้ที่ดินจากโปรแกรม Google Earth ซึ่งเป็นข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลที่ได้ จากดาวเทียม Landsat 8

วิธีการ

วิธีการในการดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ NDVI” มีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

1.1 การรวบรวมข้อมูลดัชนี NDVI ที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

1.2 การรวบรวมข้อมูลการใช้ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดินที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

2. การประยุกต์ใช้กระบวนการ HANTS ในการปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI

3. การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 ด้วยดัชนี NDVI

4. การเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

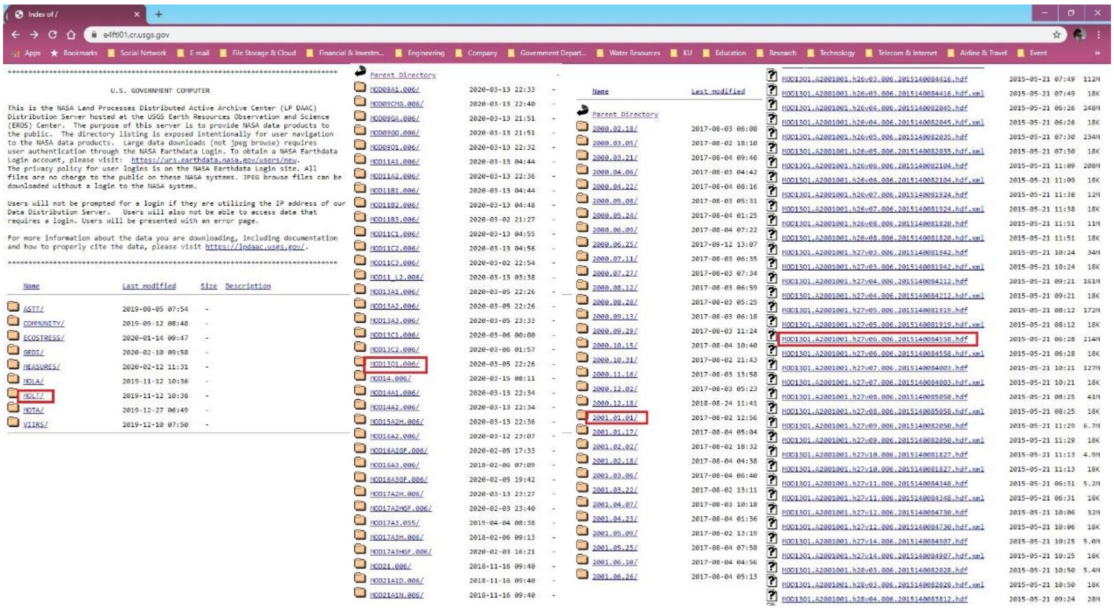
5. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth

6. การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2560

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 การรวบรวมข้อมูลดัชนี NDVI ที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

ข้อมูลจากตัวรับรู้ MODIS เป็นข้อมูลผลิตภัณฑ์ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautics and Space Administration, NASA) ได้ถูกจัดเก็บและบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของศูนย์การสำรวจทรัพยากรโลกและวิทยาศาสตร์ของสำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey Earth Resources Observation and Science Center, USGS EROS Center) เพื่อเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณะ โดยผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดภาพย้อนหลัง (Latency) 30 วัน ที่เว็บไซต์ https://e4ftl01.cr.usgs.gov/ โดยหน้าแรกของเว็บไซต์แสดงดังภาพที่ 5 สำหรับขั้นตอนการดาวน์โหลดข้อมูลดำเนินการดังนี้ (1) สมัครสมาชิกที่เว็บไซต์ https://urs.earthdata.nasa.gov/users/new (2) เข้าสู่หน้าแรกของเว็บไซต์ที่ให้บริการดาวน์โหลด โดยหน้าแรกจะมีการแยกโฟลเดอร์เป็นหมวดหมู่ ในที่นี้จะใช้ดาวน์โหลดข้อมูลจากโฟลเดอร์ MOLT ซึ่งเป็นที่เก็บข้อมูลของ MODIS ที่ติดตั้งบนดาวเทียม Terra (3) เลือกโฟลเดอร์ MOD13Q1.006 โดยรายละเอียดของข้อมูล แสดงไว้ในส่วนของการตรวจเอกสาร เรื่อง “ข้อมูลการรับรู้ระยะไกล” โดยการเลือกวันที่ที่ต้องการดาวน์โหลด ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวมีช่วงเวลาทุก 16 วัน (4) เลือกข้อมูลภาพที่ครอบคลุมประเทศไทยซึ่งประกอบด้วย 5 ภาพ (ตำแหน่งของภาพจะใช้อักษร h กับ v หมายถึงลำดับตำแหน่งของ horizontal และ vertical ตามลำดับ) ซึ่งประกอบด้วย h27v06,

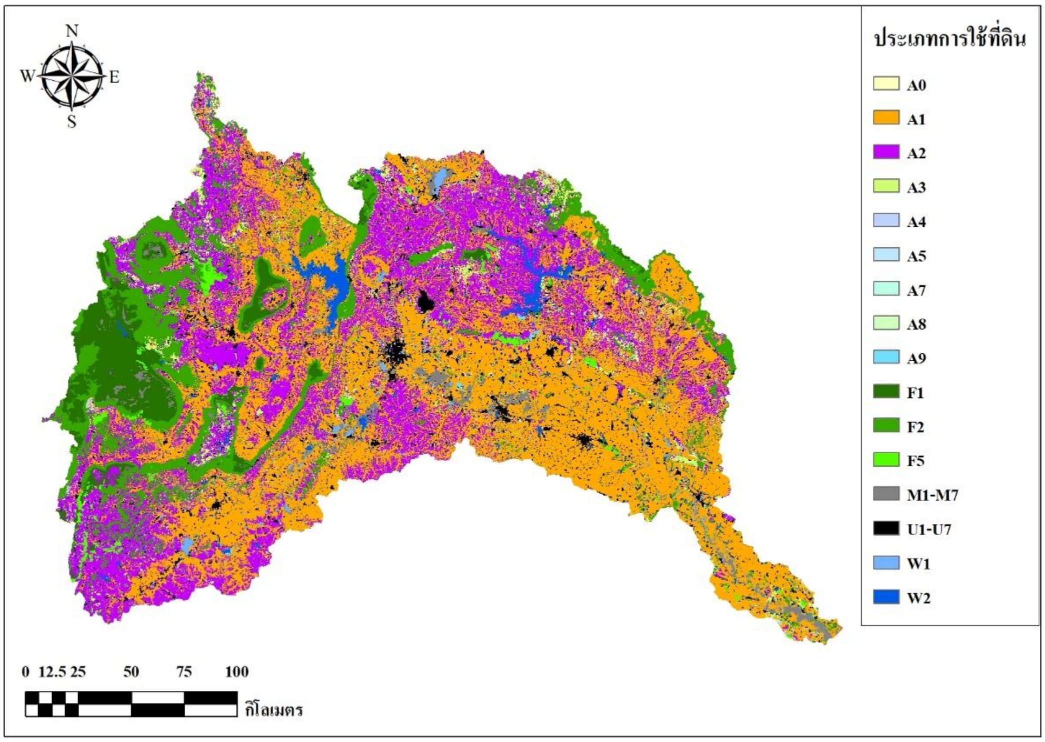


ภาพที่ 5 หน้าเว็บไซต์แสดงการดาวน์โหลดข้อมูล MODIS

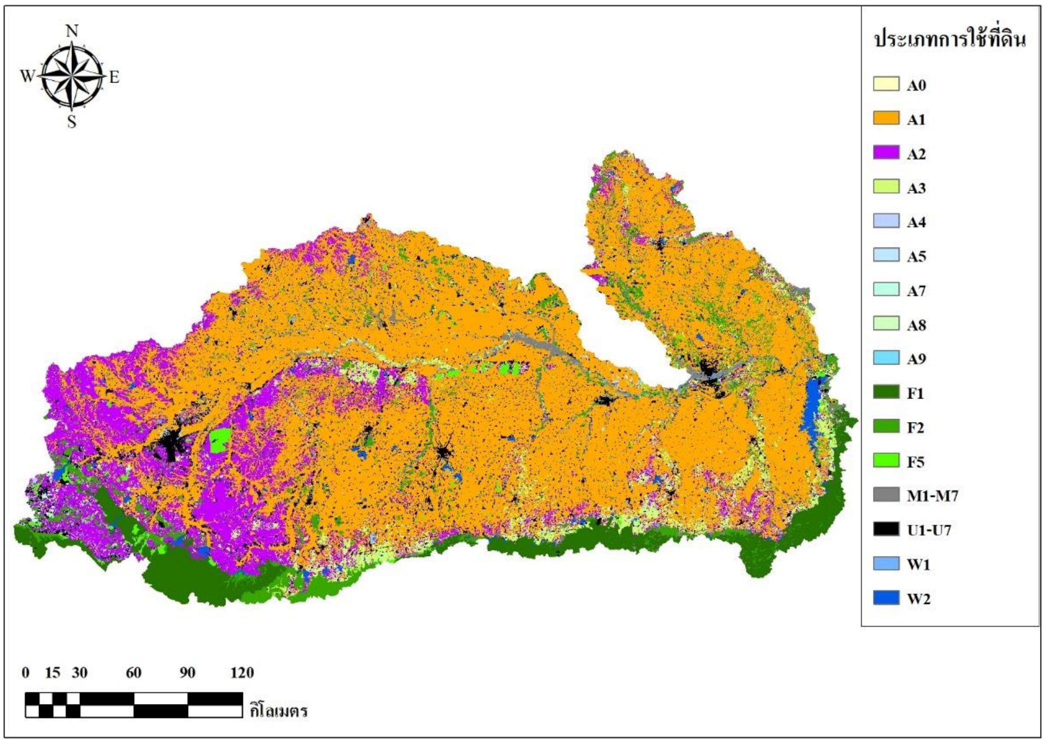
h27v07, h27v08, h28v07 และ h28v08 จากนั้นทำการดาวน์โหลดข้อมูลที่มีนามสกุลไฟล์. hdf

1.2 การรวบรวมข้อมูลการใช้ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดินที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

ในการศึกษานี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลการใช้ที่ดินระดับ 2 ที่มีการเก็บข้อมูลโดยกรมพัฒนาที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 ซึ่งข้อมูลทั้งหมดมีจำนวน 5 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ชุดข้อมูลปี พ.ศ. 2543-2545, 2549-2550, 2551-2552, 2553-2556 และ 2558-2559 ทั้งนี้ ได้แสดงตัวอย่างแผนที่ข้อมูลการใช้ที่ดินระดับ 2 ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ปี พ.ศ. 2558-2559 ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7 ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดพื้นที่และเปอร์เซ็นต์ปริมาณพื้นที่ของข้อมูลการใช้ที่ดินทุกประเภทของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาที่ดิน ในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2559 แสดงดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8 ตามลำดับ ทั้งนี้ ได้แสดงข้อมูลการใช้ที่ดินในระดับที่ 1 ที่รวมมาจากข้อมูลการใช้ที่ดินในระดับที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่เกษตรกรรม (A) พื้นที่ป่าไม้ (F) พื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) และพื้นที่น้ำ (W)



ภาพที่ 6 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินระดับ 2 ของลุ่มน้ำชี ปี พ.ศ. 2558-2559 โดยกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 7 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินระดับ 2 ของลุ่มน้ำมูล ปี พ.ศ. 2558-2559 โดยกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 7 พื้นที่และเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินทุกประเภทของลุ่มน้ำชี ที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาที่ดิน ในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2559

พื้นที่: ตร.กม.

ระดับ			ปี พ.ศ.				
1	2		2543-2545	2549-2550	2551-2552	2553-2556	2558-2559
A			33,973.1 (69.1%)	33,858.7 (68.9%)	33,764.8 (68.7%)	33,896.6 (69%)	33,905.0 (69%)
พื้นที่	A1	พื้นที่นา	21,783.9 (44.3%)	21,062.1 (42.9%)	21,114.1 (43%)	20,054.9 (40.8%)	19,303.6 (39.3%)
เกษตรกรรม	A2	พืชไร่	11,677.2 (23.8%)	11,555.9 (23.5%)	10,997.8 (22.4%)	11,552.7 (23.5%)	12,143.5 (24.7%)
	A3	ไม้ยืนต้น	281.7 (0.6%)	826.9 (1.7%)	1,141.8 (2.3%)	1,861.9 (3.8%)	2,081.1 (4.2%)
	A4	ไม้ผล	202.3 (0.4%)	266.5 (0.5%)	258.9 (0.5%)	167.6 (0.3%)	151.5 (0.3%)
	A5	พืชสวน	-	42 (0.1%)	52.1 (0.1%)	54.4 (0.1%)	46.3 (0.1%)
	A6	ไร่หมุนเวียน	-	3.6 (0%)	3 (0%)	-	-
	A7	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	7.6 (0%)	56.1 (0.1%)	138.4 (0.3%)	141.7 (0.3%)	108.4 (0.2%)
	A8	พืชน้ำ	-	0.1 (0%)	0.1 (0%)	0.1 (0%)	0.2 (0%)
	A9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	20.3 (0%)	44.3 (0.1%)	56.7 (0.1%)	60.9 (0.1%)	67.8 (0.1%)
	A0	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม	-	1.3 (0%)	1.9 (0%)	2.4 (0%)	2.7 (0%)
F			9,480.4 (19.3%)	10,199.4 (20.8%)	10,143.9 (20.6%)	9,839.6 (20%)	9,548.3 (19.4%)
พื้นที่ป่าไม้	F1	ป่าไม่ผลัดใบ	-	-	-	2,445.8 (5%)	2,430.6 (4.9%)
	F2	ป่าผลัดใบ	-	-	-	6,787.7 (13.8%)	6,520.7 (13.3%)
	F3	ป่าชายเลน	-	-	-	-	-
	F4	ป่าพรุ	-	-	-	-	-
	F5	ป่าปลูก	-	-	-	606 (1.2%)	597 (1.2%)
	F6	วนเกษตร	-	-	-	-	-
	F7	ป่าชายหาด	-	-	-	-	-
	F	ป่าสมบูรณ์	7,666.6 (15.6%)	8,370.6 (17%)	8,402.2 (17.1%)	-	-
	F0	ป่ารอสภาพฟื้นฟู	1,813.8 (3.7%)	1,828.8 (3.8%)	1,741.7 (3.5%)	-	-
M			2,660.6 (5.4%)	1,772.2 (3.6%)	1,864.2 (3.8%)	1,813.8 (3.7%)	2,002.8 (4.1%)
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M1	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	1.9 (0%)	-	-	1,352.6 (2.8%)	1,107.5 (2.3%)
	M2	พื้นที่ลุ่ม	223.1 (0.4%)	235.8 (0.5%)	253.5 (0.5%)	307.4 (0.6%)	736.6 (1.5%)
	M3	เหมืองแร่ บ่อขุด	-	-	-	31.3 (0.1%)	37.8 (0.1%)
	M4	พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ	-	-	-	121.3 (0.2%)	117.7 (0.2%)
	M5	นาเกลือ	-	-	-	-	1.5 (0%)
	M6	หาดทราย	-	-	-	-	0.3 (0%)
	M7	ที่ทิ้งขยะ	-	-	-	1.1 (0%)	1.4 (0%)
	M	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	2,435.5 (5%)	1536.5 (3.1%)	1610.7 (3.3%)	-	-
U			1,774.9 (3.6%)	2,084.8 (4.2%)	2,150.9 (4.4%)	2,319.7 (4.7%)	2,429.7 (4.9%)
พื้นที่ชุมชนและ	U1	ตัวเมืองและย่านการค้า	-	-	-	327 (0.7%)	336.4 (0.7%)
สิ่งปลูกสร้าง	U2	หมู่บ้าน	-	-	-	1,537.6 (3.1%)	1,592.6 (3.2%)
	U3	สถานที่ราชการ และสถาบันต่าง ๆ	-	-	-	356.8 (0.7%)	378 (0.8%)
	U4	สถานีคมนาคม	-	-	-	6.5 (0%)	6.6 (0%)
	U5	พื้นที่อุตสาหกรรม	-	-	-	70.9 (0.1%)	87.4 (0.2%)
	U6	สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ	-	-	-	18.3 (0%)	22 (0%)
	U7	สนามกอล์ฟ	-	-	-	2.5 (0%)	6.9 (0%)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ระดับ			ปี พ.ศ.				
1	2		2543-2545	2549-2550	2551-2552	2553-2556	2558-2559
W			1,239 (2.5%)	1,214.7 (2.5%)	1,206.1 (2.5%)	1,260.3 (2.6%)	1,243.9 (2.5%)
พื้นที่น้ำ	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ	-	-	-	453.6 (0.9%)	457.2 (0.9%)
	W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	-	-	-	806.6 (1.6%)	786.7 (1.6%)

หมายเหตุ: “-“ หมายถึง ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้ที่ดินประเภทนั้น

ตารางที่ 8 พื้นที่และเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินทุกประเภทของลุ่มน้ำมูล ที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาที่ดินในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2559

พื้นที่: ตร.กม.

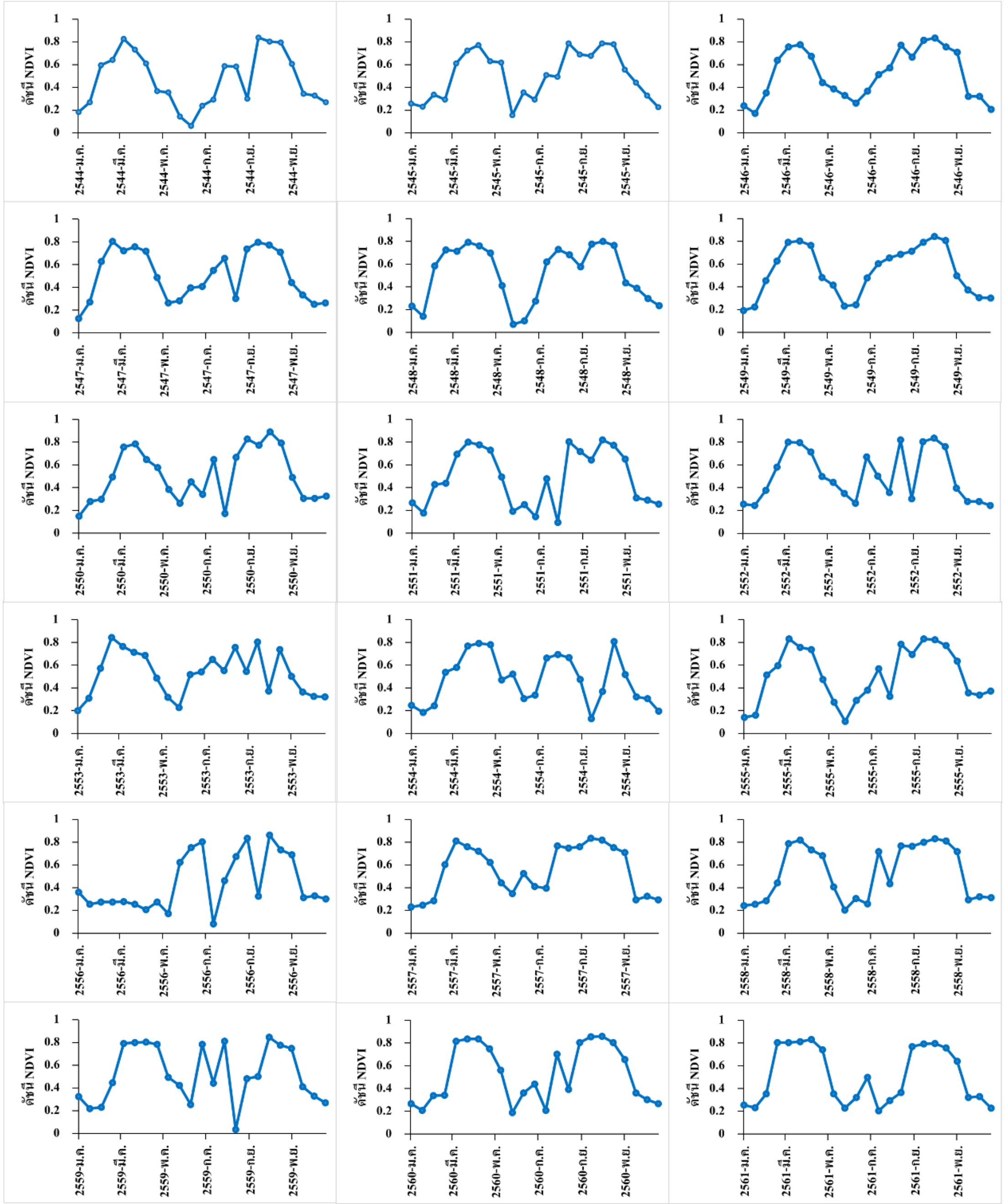
ระดับ			ปี พ.ศ.				
1	2		2543-2545	2549-2550	2551-2552	2553-2556	2558-2559
A			54,706.8 (77.0%)	53,659.7 (75.5%)	53,933.6 (75.9%)	54,140.9 (76.2%)	54,365.4 (76.5%)
พื้นที่	A1	พื้นที่นา	42,812.4 (60.2%)	41,684.8 (58.7%)	41,759.4 (58.8%)	41,186.9 (58%)	40,189.8 (56.5%)
เกษตรกรรม	A2	พืชไร่	10,810.8 (15.2%)	8,982.3 (12.6%)	8,887.1 (12.5%)	8,815.5 (12.4%)	9,533.4 (13.4%)
	A3	ไม้ยืนต้น	611.4 (0.9%)	2,269.7 (3.2%)	2,502.4 (3.5%)	3,378.8 (4.8%)	3,961 (5.6%)
	A4	ไม้ผล	401.1 (0.6%)	375 (0.5%)	377.6 (0.5%)	338.4 (0.5%)	288.4 (0.4%)
	A5	พืชสวน	-	88.4 (0.1%)	88.6 (0.1%)	94.2 (0.1%)	98.9 (0.1%)
	A6	ไร่หมุนเวียน	-	-	-	-	-
	A7	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	69.2 (0.1%)	220 (0.3%)	276.7 (0.4%)	283.9 (0.4%)	239 (0.3%)
	A8	พืชน้ำ	-	0.1 (0%)	0.1 (0%)	-	-
	A9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	1.9 (0%)	26.1 (0%)	27.9 (0%)	27.8 (0%)	39 (0.1%)
	A0	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม	-	13.2 (0%)	13.7 (0%)	15.5 (0%)	15.9 (0%)
F			11,054.5 (15.6%)	10,162.9 (14.3%)	9,967.2 (14%)	9,571.8 (13.5%)	9,277.6 (13.1%)
พื้นที่ป่าไม้	F1	ป่าไม่ผลัดใบ	-	-	-	4,486.5 (6.3%)	4,465.9 (6.3%)
	F2	ป่าผลัดใบ	-	-	-	4,457.4 (6.3%)	4,185.4 (5.9%)
	F3	ป่าชายเลน	-	-	-	-	-
	F4	ป่าพรุ	-	-	-	-	-
	F5	ป่าปลูก	-	-	-	627.9 (0.9%)	626.3 (0.9%)
	F6	วนเกษตร	-	-	-	-	-
	F7	ป่าชายหาด	-	-	-	-	-
	F	ป่าสมบูรณ์	9,605.8 (13.5%)	7,104.7 (10%)	7,941.6 (11.2%)	-	-
	F0	ป่ารอสภาพฟื้นฟู	1,448.7 (2%)	3,058.2 (4.3%)	2,025.6 (2.9%)	-	-

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ระดับ			ปี พ.ศ.				
1	2		2543-2545	2549-2550	2551-2552	2553-2556	2558-2559
M			1,200.4 (1.7%)	2,159.9 (3%)	2,231.8 (3.1%)	2,331.7 (3.3%)	2,297.5 (3.2%)
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M1	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	6.1 (0%)	-	-	1451.9 (2%)	1366.2 (1.9%)
	M2	พื้นที่ลุ่ม	255.3 (0.4%)	425.6 (0.6%)	413.4 (0.6%)	605.7 (0.9%)	660.6 (0.9%)
	M3	เหมืองแร่ บ่อขุด	-	-	-	67.2 (0.1%)	70.1 (0.1%)
	M4	พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ	-	-	-	205.6 (0.3%)	186.5 (0.3%)
	M5	นาเกลือ	-	-	-	-	11.8 (0%)
	M6	หาดทราย	-	-	-	-	0.7 (0%)
	M7	ที่ทิ้งขยะ	-	-	-	1.3 (0%)	1.6 (0%)
	M	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	939 (1.3%)	1734.3 (2.4%)	1818.3 (2.6%)	-	-
U			2,987.5 (4.2%)	3,855 (5.4%)	3,704.8 (5.2%)	3,775.4 (5.3%)	3,853.9 (5.4%)
พื้นที่ชุมชนและ	U1	ตัวเมืองและย่านการค้า	-	-	-	389.7 (0.5%)	394.4 (0.6%)
สิ่งปลูกสร้าง	U2	หมู่บ้าน	-	-	-	2,643 (3.7%)	2,673.7 (3.8%)
	U3	สถานที่ราชการ และสถาบันต่าง ๆ	-	-	-	488 (0.7%)	511.6 (0.7%)
	U4	สถานีคมนาคม	-	-	-	12.4 (0%)	12.6 (0%)
	U5	พื้นที่อุตสาหกรรม	-	-	-	126.7 (0.2%)	142.2 (0.2%)
	U6	สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ	-	-	-	101.1 (0.1%)	119 (0.2%)
	U7	สนามกอล์ฟ	-	-	-	14.5 (0%)	0.4 (0%)
W			1,122.3 (1.6%)	1,234.1 (1.7%)	1,234.2 (1.7%)	1,251.8 (1.8%)	1,277.2 (1.8%)
พื้นที่น้ำ	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ	-	-	-	334 (0.5%)	351.5 (0.5%)
	W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	-	-	-	917.8 (1.3%)	925.7 (1.3%)

2. การประยุกต์ใช้กระบวนการ HANTS ในการปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI

เมื่อทำการดาวน์โหลดดัชนี NDVI ที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561 แล้ว พบว่า ดัชนี NDVI บางค่ามีความผิดพลาดเนื่องจากผลกระทบของเมฆปกคลุมและปัจจัยต่าง ๆ ด้านสภาพภูมิอากาศ ตัวอย่างของค่าดัชนี NDVI ราย 16 วัน ระหว่างวันที่ 1 ม.ค. 2544 ถึง 18 ธ.ค. 2561 สำหรับ 1 จุดภาพ แสดงดังในภาพที่ 8 จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า อนุกรมเวลาของดัชนี NDVI มีความแปรปรวนและไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี ทั้งนี้ ในสภาพความเป็นจริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนี NDVI จะไม่มีการกระโดดอย่างรวดเร็วดังที่เกิดขึ้นในหลาย ๆ ค่าของดัชนี NDVI ซึ่งความผิดพลาดเกิดขึ้นจากเมฆและสภาพภูมิอากาศอื่น ๆ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (1) ดาวน์โหลด Source code โปรแกรม HANTS จากเว็บไซต์ https://github.com/gespinoza/hants ซึ่งเขียนบนโปรแกรม Python (2) ปรับแก้ code เพื่อประยุกต์ใช้กับพื้นที่ศึกษา โดย code ดังกล่าวได้รับการปรับแก้เพื่อ



ภาพที่ 8 ดัชนี NDVI ราย 16 วัน ระหว่างวันที่ 1 ม.ค. 2544 ถึง 18 ธ.ค. 2561 สำหรับ 1 จุดภาพบริเวณพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว จ.กาฬสินธุ์ในลุ่มน้ำชี

ประยุกต์ใช้กับพื้นที่ประเทศไทยโดยนักวิจัยของศูนย์วิจัย SENSWAT ทั้งนี้ ในการใช้งานโปรแกรมกระบวนการ HANTS นั้น จำเป็นต้องสอบเทียบโปรแกรมด้วยการปรับแก้พารามิเตอร์ให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ประเทศไทยจำนวน 8 พารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 1) High 2) Low 3) Hi/Lo 4) dod 5) nf 6) nb 7) fet และ 8) delta สำหรับรายละเอียดของพารามิเตอร์แต่ละตัวแสดงไว้ในส่วนของการตรวจเอกสาร เรื่อง “วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบฮาร์มอนิก”

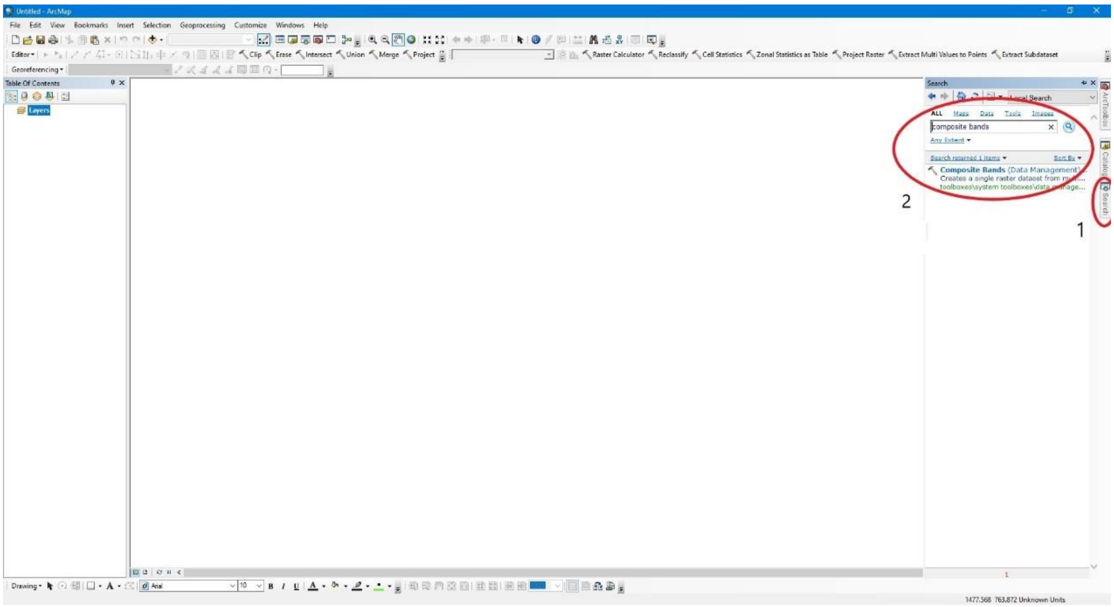
3. การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 ด้วยดัชนี NDVI

หลังจากทำการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยใช้กระบวนการ HANTS แล้ว จากนั้นจะทำการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยกระบวนการจำแนกแบบไม่มีการกำกับโดยวิธี ISODATA เฉพาะในปี พ.ศ. 2561 ด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine 9.1 และใช้โปรแกรม ArcGIS ประกอบในการจัดการรวมไฟล์ภาพ สาเหตุที่เลือกดำเนินการเฉพาะในปี พ.ศ. 2561 เนื่องจากเป็นปีล่าสุดที่สามารถนำข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2559 และข้อมูลการสำรวจภาคสนามรวมทั้งข้อมูลจุดสำรวจการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมของโปรแกรม Google Earth มาใช้ตรวจสอบประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินให้เกิดความถูกต้องสูงสุด ทั้งนี้ ได้จำแนกประเภทการใช้ที่ดินในแต่ละปีตั้งแต่ 5 ถึง 25 ประเภท จากนั้นนำมาวิเคราะห์จำนวนประเภทการใช้ที่ดินที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากประเภทการใช้ที่ดินที่ให้ค่าสูงสุดของค่าความสามารถในการแบ่งแยกต่ำสุด (Minimum separability) โดยรายละเอียดขั้นตอนสรุปได้ดังต่อไปนี้

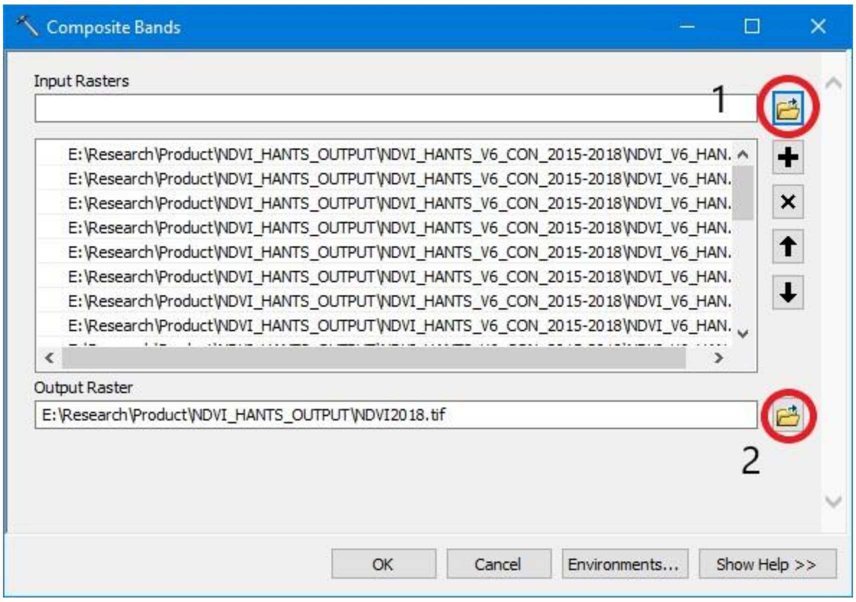
3.1 การใช้โปรแกรม ArcGIS เพื่อการรวมข้อมูลภาพดัชนี NDVI สำหรับปี พ.ศ. 2561

(1) เปิดโปรแกรม ArcGIS ขึ้นมา จากนั้นใช้ปุ่ม Search เพื่อหาคำสั่ง Composite Bands ดังแสดงในภาพที่ 9 จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างคำสั่ง Composite Bands ขึ้นมา

(2) ที่หน้าต่างคำสั่ง Composite Bands กดปุ่มรูปโฟลเดอร์ตรงแถวช่อง Input Rasters แล้วเลือกไฟล์ภาพดัชนี NDVI ของปี พ.ศ. 2561 ทั้งหมด 23 ภาพ ที่ทำการปรับแก้ค่าโดยใช้กระบวนการ HANTS แล้ว เข้ามาในรายการทั้งหมด จากนั้นกดปุ่มรูปโฟลเดอร์ตรงแถวช่อง Output Rasters เพื่อหาที่บันทึกไฟล์ภาพหลังการรวมภาพทั้งหมดดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 9 หน้าต่างหลักของโปรแกรม ArcGIS และการเปิดคำสั่ง Composite Bands



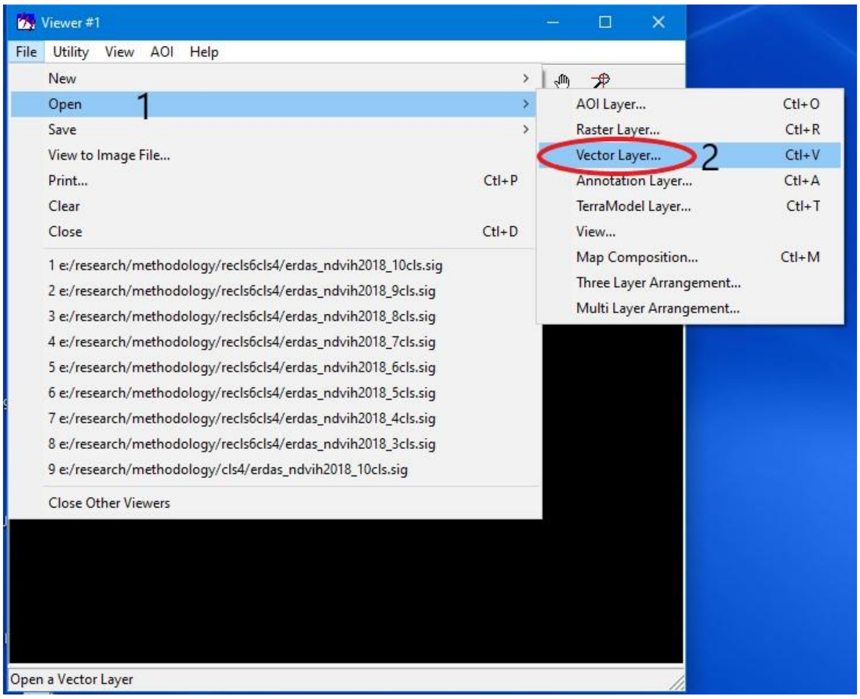
ภาพที่ 10 ขั้นตอนการรวมไฟล์ภาพโดยใช้คำสั่ง Composite Bands

3.2 การใช้โปรแกรม ERDAS Imagine 9.1 เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินโดยใช้ดัชนี NDVI

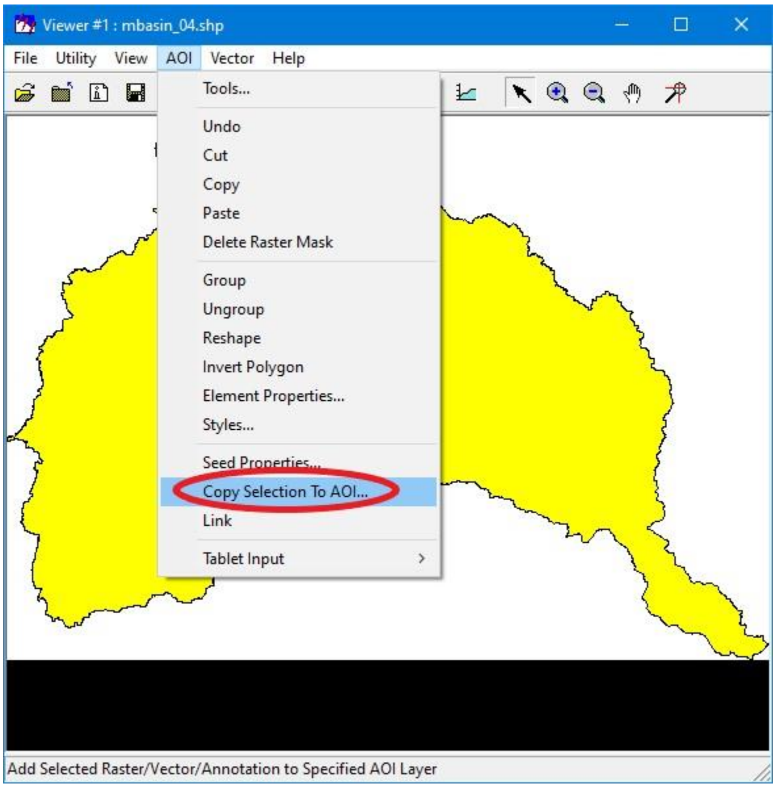
(1) เปิดโปรแกรม ERDAS Imagine 9.1 ขึ้นมา จะประกอบไปด้วย 2 หน้าต่างหลัก ได้แก่ (1) Icon Panel และ (2) Viewer ดังแสดงในภาพที่ 11

ภาพที่ 11 หน้าต่างหลักของโปรแกรม ERDAS Imagine 9.1

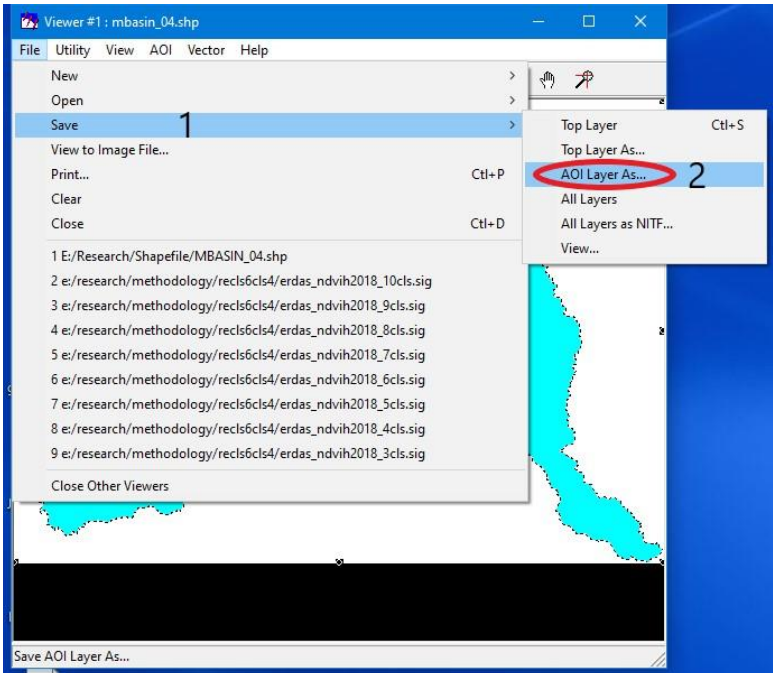
(2) ทำการเตรียมไฟล์ขอบเขตพื้นที่ที่สนใจ (Area of Interest, AOI) โดยเริ่มที่หน้าต่าง Viewer เลือก File > Open > Vector Layer แล้วเลือกเปิดไฟล์นามสกุล shapefile (.shp) ซึ่งแสดงขอบเขตลุ่มน้ำที่ต้องการจำแนกการใช้ที่ดินดังแสดงในภาพที่ 12 ตัวอย่างในที่นี้คือลุ่มน้ำชี เมื่อเปิดไฟล์ขอบเขตลุ่มน้ำแล้ว จากนั้นกดคลิกเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำให้เปลี่ยนเป็นสีเหลือง และกดเลือก AOI > Copy Selection to AOI ทำการคัดลอกขอบเขตลุ่มน้ำเก็บไว้ใน AOI ดังแสดงในภาพที่ 13 จากนั้นทำการบันทึก AOI ที่ได้ทำการคัดลอกไว้ โดยเลือก File > Save > AOI Layer As ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 12 การเปิดไฟล์ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับการจำแนกการใช้ที่ดิน



ภาพที่ 13 การคัดลอกขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินเก็บไว้ใน AOI



ภาพที่ 14 การบันทึกขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำใน AOI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดิน

(3) ทำการจำแนกการใช้ที่ดินโดยไปที่ Icon Panel แล้วเลือก Classifier > Unsupervised classification ดังแสดงในภาพที่ 15 จะได้หน้าต่าง Unsupervised classification (ISODATA) ขึ้นมา โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

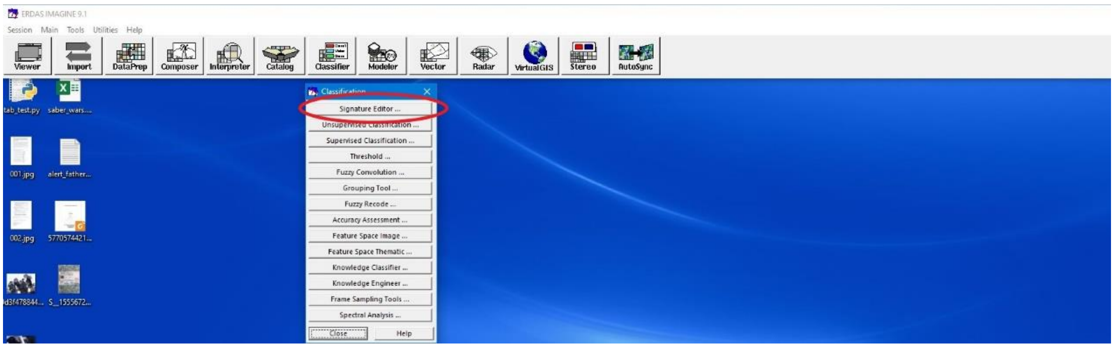
1) Input Raster File	ให้เลือกไฟล์ภาพที่ทำการรวมในขั้นตอนที่ 3.1
2) Output Cluster Layer	ทำการหาที่บันทึกไฟล์ภาพที่จำแนกการใช้ที่ดิน
3) Output Signature Set	ทำการหาที่บันทึกไฟล์ Signature ของการจำแนกการใช้ที่ดิน
4) Number of Classes	ใส่จำนวนประเภทการใช้ที่ดินที่ต้องการจำแนก
5) Maximum Iterations	ตั้งค่า 100
6) Convergence Threshold	ตั้งค่า 0.99
7) AOI	เลือก AOI File และเปิดไฟล์ AOI ที่ทำการบันทึกไว้ในขั้นตอนที่ 3.2-2

เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จสิ้น กด OK เพื่อเริ่มทำการจำแนกการใช้ที่ดิน

ภาพที่ 15 ขั้นตอนการตั้งค่าการจำแนกการใช้ที่ดินแบบไม่มีการกำกับ (Unsupervised classification) ด้วยวิธี ISODATA

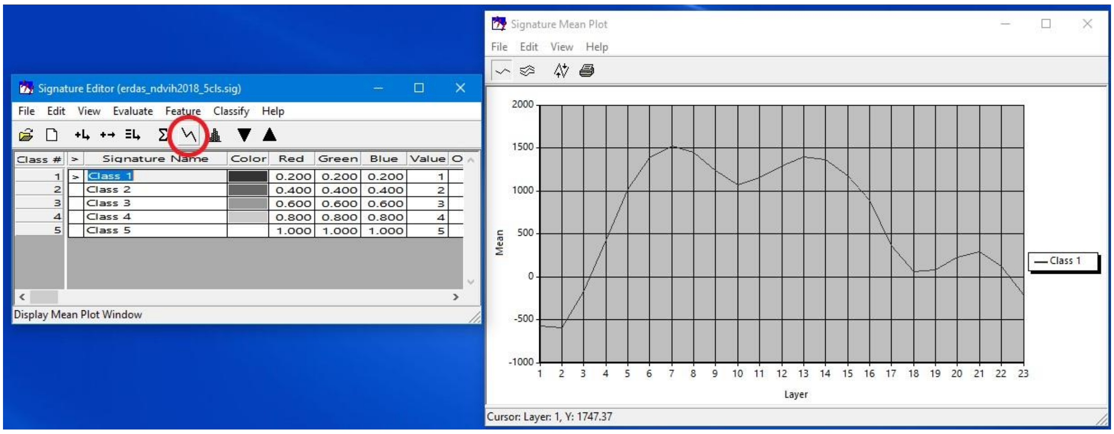
3.3 การใช้โปรแกรม ERDAS Imagine 9.1 เพื่อการตรวจสอบ Signature ของประเภทการใช้ที่ดิน และการคำนวณค่าความสามารถในการแบ่งแยก (Separability)

(1) ที่หน้า Icon Panel ของโปรแกรม ERDAS Imagine 9.1 เลือก Classifier > Signature Editor ดังแสดงในภาพที่ 16 จะได้หน้าต่างของ Signature Editor ขึ้นมา จากนั้นเลือก File > Open เปิดไฟล์ Signature ที่ทำการบันทึกไว้ในขั้นตอนที่ 3.2-3



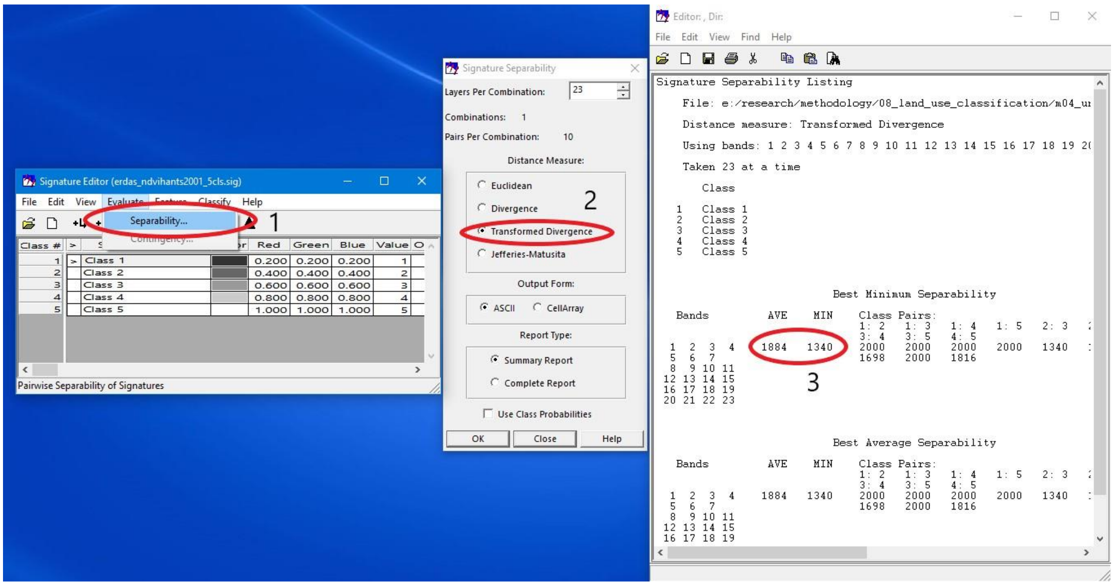
ภาพที่ 16 การเปิดหน้าต่าง Signature Editor

(1) การตรวจสอบ Signature ของประเภทการใช้ที่ดิน ให้คลิกไอคอน Display Mean Plot Window ดังแสดงในภาพที่ 17 จะเป็นการดู Signature ของประเภทการใช้ที่ดินที่เลือกไว้ในหน้าต่าง Signature Editor



ภาพที่ 17 การตรวจสอบ Signature ของประเภทการใช้ที่ดิน

(2) การหาค่าความสามารถในการแบ่งแยก ให้เลือก Evaluate > Separability จะขึ้นหน้าต่าง Signature Separability จากนั้นตั้งค่า Distance Measure เป็น Transformed Divergence แล้วกด OK จะได้ค่าความสามารถการแบ่งแยกเฉลี่ย (Average separability) และค่าความสามารถการแบ่งแยกต่ำสุด (Minimum separability) ดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การคำนวณค่าความสามารถในการแบ่งแยก (Separability)

4. การเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

ขั้นตอนการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินในการศึกษานี้คือ การกำหนดประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 โดยการเปรียบเทียบกับประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปีที่ใกล้เคียงที่สุด ในที่นี้คือ ข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2558-2559 ทั้งนี้ ในขั้นตอนการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI จะได้จำนวนประเภทการใช้ที่ดินที่เหมาะสม โดยในขั้นตอนนี้เป็นการนำประเภทการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI มากำหนดประเภทการใช้ที่ดินโดยพิจารณาจากการเข้ากันได้มากที่สุด จากนั้นเปรียบเทียบความเข้ากันด้วยค่าทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วย ค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า (Kappa coefficient) โดยการสร้างเมตริกความเข้ากันของการจำแนก ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบความเข้ากันระหว่างข้อมูลจากการสำรวจ ในที่นี้คือ ประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลการจำแนกโดยอัตโนมัติที่นำมาประเมินความเข้ากัน ในที่นี้คือ ประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยใช้ดัชนี NDVI ค่าทางสถิติทั้ง 2 ตัวแสดงความเข้ากันได้ของการใช้ที่ดินที่ได้จากดัชนี NDVI และจากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประเภทการใช้ที่ดินจากข้อมูลทั้ง 2 ประเภทย่อมมีความแตกต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งในการศึกษานี้ได้เปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI ในแต่ละประเภทการใช้ที่ดินเพื่อสรุปประเภทการใช้ที่ดินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลต่อไป

5. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth

จากการเปรียบเทียบความเข้ากันของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยเปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2561 แล้วนั้น จะทำให้ทราบประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI จากนั้นจึงทำการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจ โดยข้อมูลการสำรวจประกอบด้วย 2 แหล่งคือ (1) การสำรวจภาคสนามและ (2) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth โดยรายละเอียดของแนวทางการตรวจสอบดังกล่าวสรุปได้ดังนี้

5.1 การสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินในภาคสนาม

ผู้วิจัยได้วางแผนการลงพื้นที่สำรวจจุดข้อมูลการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล โดยจุดสำรวจภาคสนามจะเป็นจุดที่การจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI มีความแตกต่างจากข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน โดยการสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินในภาคสนามเป็นการสังเกตประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่สำรวจโดยรอบและการสอบถามข้อมูลการใช้ที่ดินจากประชาชนในพื้นที่

5.2 การสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth

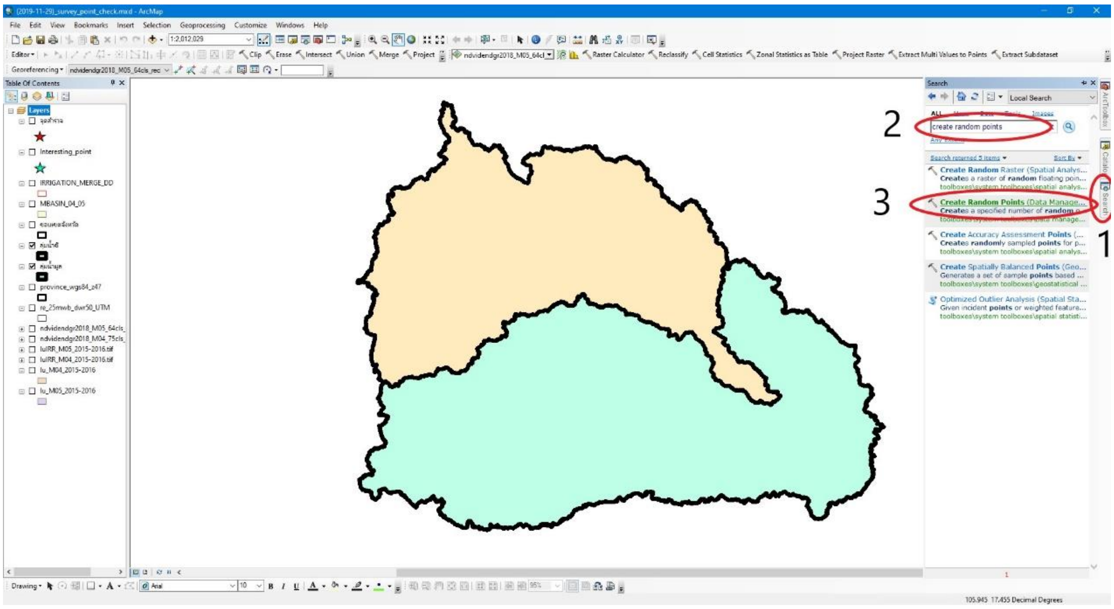
เนื่องจากขั้นตอนที่ 5.1 เป็นการลงพื้นที่จริงเพื่อตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินในจุดที่สงสัยเป็นหลัก ซึ่งจุดสำรวจไม่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลอย่างเพียงพอ เนื่องจากต้องใช้งบประมาณมากในการสำรวจภาคสนาม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มจุดสำรวจแบบสุ่มทั้งหมด 2,000 จุด และสำรวจประเภทการใช้ที่ดินของแต่ละจุดจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth โดยรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 การใช้โปรแกรม ArcGIS สร้างจุดสำรวจและแปลงข้อมูลจุดสำรวจไปใช้งานในโปรแกรม Google Earth

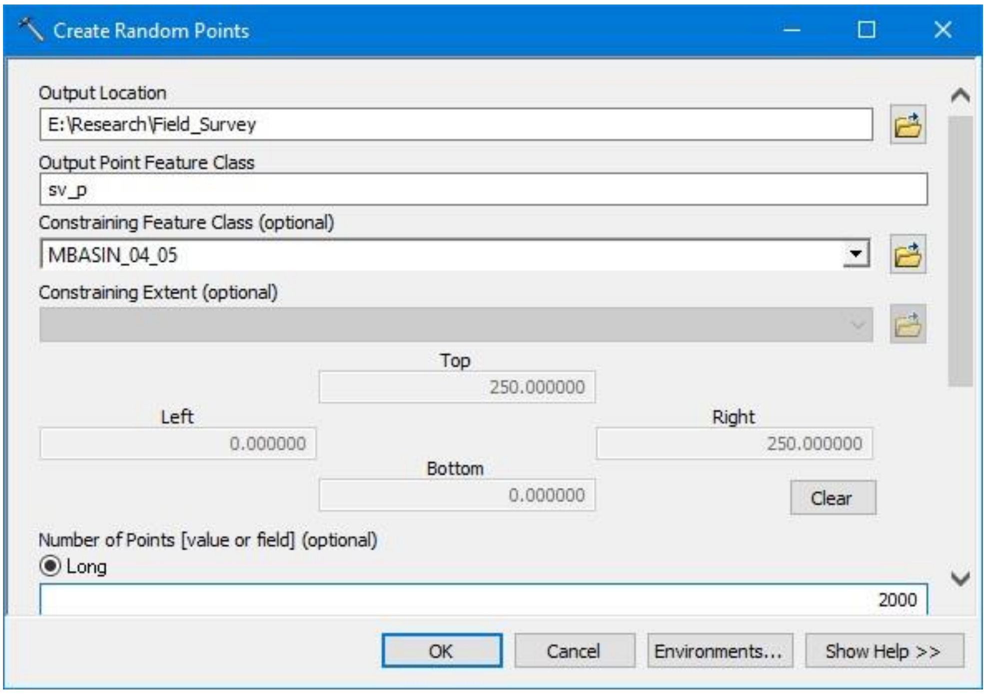
(1) เปิดโปรแกรม ArcGIS ขึ้นมา จากนั้นใช้ปุ่ม Search เพื่อหาคำสั่ง Create Random Points ดังแสดงในภาพที่ 19 จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างคำสั่ง Create Random Points ขึ้นมาดังแสดงในภาพที่ 20 โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

1) Output Location	ให้เลือกโฟลเดอร์ที่จะทำการบันทึก shapefile ของจุดที่จะสร้าง
2) Output Point Feature Class	ตั้งชื่อ shapefile ของจุดที่จะสร้าง
3) Constraining Feature Class	เลือกขอบเขตพื้นที่การสุ่มเป็น shapefile ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลรวมกัน
4) Number of Points	ใส่ในช่อง Long เป็นตัวเลขเท่ากับ 2000 จุด

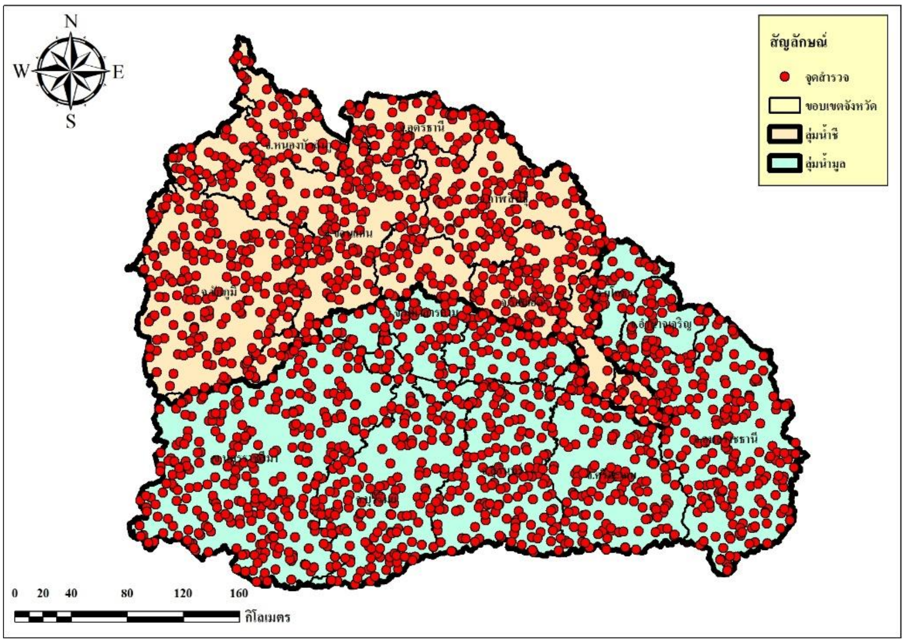
จากนั้นกด OK จะได้จุดสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 19 หน้าต่างหลักของโปรแกรม ArcGIS และการเปิดคำสั่ง Create Random Points

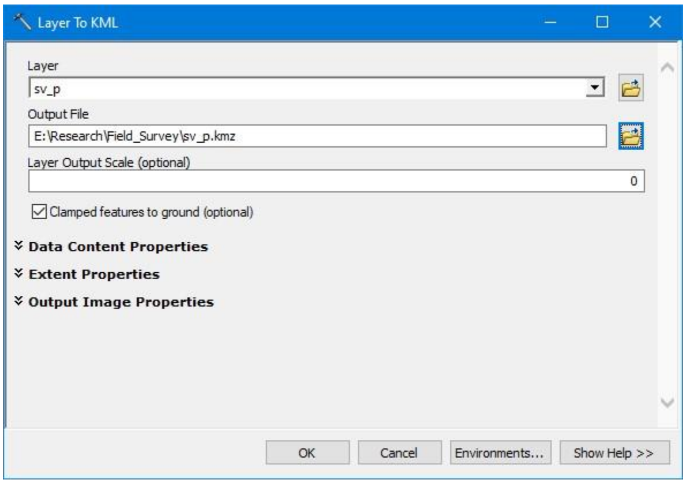


ภาพที่ 20 ขั้นตอนการสร้างจุดแบบสุ่มโดยใช้คำสั่ง Create Random Points



ภาพที่ 21 แผนที่แสดงจุดสำรวจที่สุ่มขึ้นสำหรับการสำรวจการใช้ที่ดินบนภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

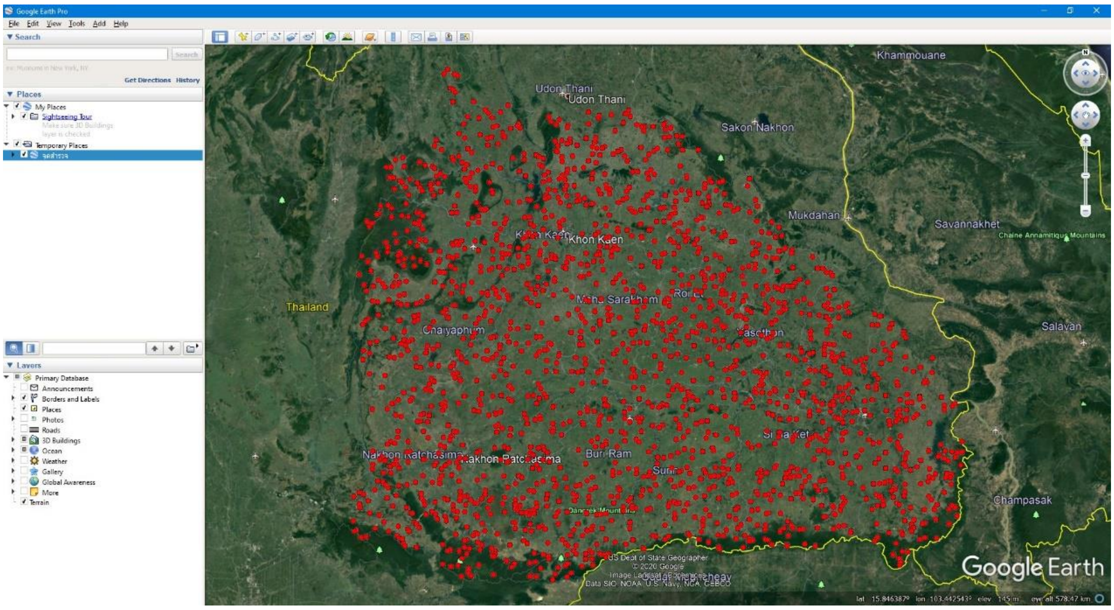
(2) ทำการแปลง shapefile จุดสำรวจที่สร้างเสร็จเป็นไฟล์ .kmz เพื่อนำจุดที่สร้างไปใช้ในโปรแกรม Google Earth โดยใช้ปุ่ม Search หาคำสั่ง Layer to KML จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างคำสั่ง Layer to KML ขึ้นมาดังแสดงในภาพที่ 22 ที่ช่อง Layer ให้เลือกไฟล์จุดสำรวจที่ต้องการแปลงไฟล์ จากนั้นที่ช่อง Output File ให้ค้นหาที่บันทึกและตั้งชื่อไฟล์ และกด OK



ภาพที่ 22 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Layer to KML เพื่อแปลงไฟล์ .shp เป็น .kmz ไปใช้ใน Google Earth

5.2.2 การสำรวจข้อมูลประเภทการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2561 จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth

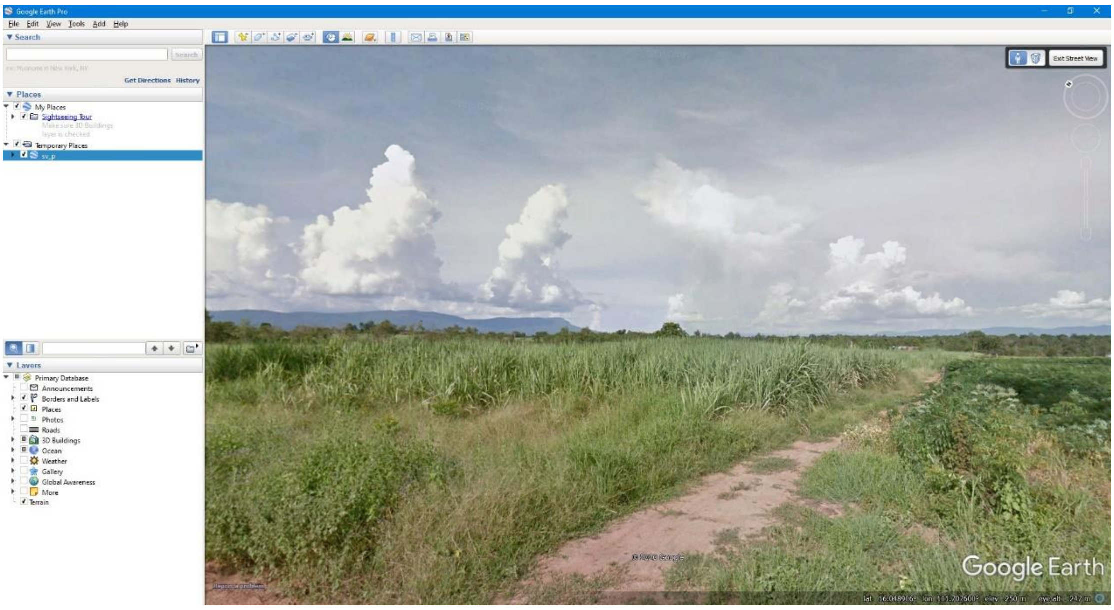
(1) เปิดโปรแกรม Google Earth ขึ้นมา จากนั้นเลือก File > Open และเลือกไฟล์จุดสำรวจที่แปลงเป็น .kmz จากขั้นตอนที่ 5.2.1 จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 23



ภาพที่ 23 หน้าต่างของโปรแกรม Google Earth และจุดสำรวจที่เปิด

(2) การเปิดประวัติของภาพที่ถ่ายในพื้นที่ ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีจำนวนภาพถ่ายในช่วงเวลาที่ไม่เท่ากัน สามารถเปิดดูประวัติของภาพถ่ายในพื้นที่ได้โดยการคลิกไอคอนที่ส่วนบน ชื่อ Show historical imagery จากนั้นจะมีแถบเลื่อนดูประวัติภาพถ่ายทั้งหมดในพื้นที่ที่ทำการสำรวจ และมีวันที่ของภาพถ่ายแสดงอยู่ที่มุมขวาล่างของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 24 โดยในบางพื้นที่อาจจะไม่มีภาพถ่ายในปี พ.ศ. 2561 ดังนั้นจึงใช้ภาพถ่ายในปีที่ใกล้เคียงที่สุดแทน และการสำรวจนอกจากจะใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแล้ว ในที่นี้จะใช้มุมมอง Street view ของ Google Earth ดังแสดงในภาพที่ 24 และ ภาพที่ 25 ตามลำดับ เพื่อดูภาพบนพื้นที่แบบการสำรวจภาคสนามเพื่อช่วยพิสูจน์ประเภทการใช้ที่ดินเพิ่มอีกระดับหนึ่ง เนื่องจากภาพถ่ายมุมมอง Street view ไม่อัพเดทล่าสุดเท่าภาพถ่ายดาวเทียม

ภาพที่ 24 การดูประวัติของภาพถ่ายในพื้นที่ที่สำรวจของโปรแกรม Google Earth และการเปิด Street view ของ Google Earth



ภาพที่ 25 การดูภาพถ่ายแบบมุมมอง Street view ของ Google Earth

5.3 การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม

เมื่อทำการสำรวจการใช้ที่ดินของจุดสำรวจทั้งหมดที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลแล้ว จากนั้นจึงนำจุดสำรวจมาใช้ตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 โดยการคำนวณค่าทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วยค่าความถูกต้องทั้งหมด และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า

6. การจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2560

จากการเปรียบเทียบผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2558-2559 รวมทั้งการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ. 2561 จะทำให้ทราบประเภทการใช้ที่ดินที่สามารถแบ่งแยกได้รวมทั้งลักษณะ Signature ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในแต่ละลุ่มน้ำ จากนั้นจึงนำแนวทางและผลการจำแนกการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561 มาใช้กับข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2544-2560 โดยใช้วิธีการดังที่ได้ดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 ดังกล่าวข้างต้น โดยจำนวนของประเภทการใช้ที่ดินในแต่ละลุ่มน้ำจะใช้เท่ากับในปี พ.ศ. 2561 เพื่อให้สามารถนำผลการจำแนกการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในแต่ละปีมาเปรียบเทียบกันได้

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ NDVI” สามารถนำมาสรุปภาพโดยรวมได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการ HANTS

2. ผลการปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI โดยใช้กระบวนการ HANTS

3. ผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยวิธี ISODATA

4. ผลการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

5. ผลการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

6. ผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth

7. ผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561

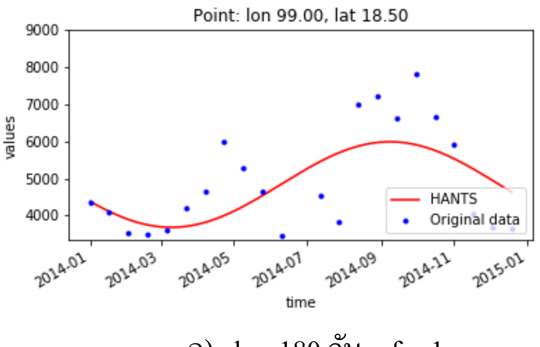
8. ผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561

1. ผลการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการ HANTS

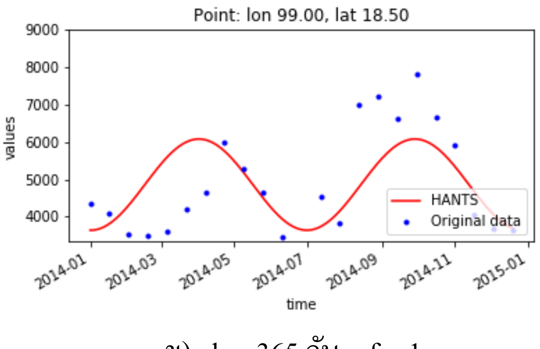
เพื่อทำความเข้าใจพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ HANTS ก่อนที่จะนำมาใช้เพื่อการปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI ในการศึกษานี้จึงเริ่มต้นจากการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ HANTS ซึ่งประกอบด้วย 1) nf 2) nb 3) Hi/Lo 4) fet 5) dod และ 6) delta โดยพารามิเตอร์ High และ Low ซึ่งเป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดโดยทั่วไปของดัชนี NDVI ในการศึกษานี้จะใช้ค่าเท่ากับ 1 และ 0 ตามลำดับ ผลการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ HANTS แสดงรายละเอียดดังนี้

1.1 พารามิเตอร์ nf และ nb

ในการศึกษาได้ทำการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ nb ตั้งแต่ค่าเท่ากับ 180 วันถึง 365 วัน พบว่า nb เท่ากับ 365 วัน ให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI ใกล้เคียงกับค่าเดิมมากที่สุด ส่วนการเปลี่ยนพารามิเตอร์ nf พบว่าเมื่อค่า nf เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป และค่า nf เท่ากับ 3 ให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI ใกล้เคียงกับค่าเดิมมากที่สุด ดังนั้นในการศึกษานี้ได้เลือกใช้พารามิเตอร์ nb เท่ากับ 365 วัน และพารามิเตอร์ nf เท่ากับ 3 โดยผลการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ nf และ nb แสดงดังในภาพที่ 26

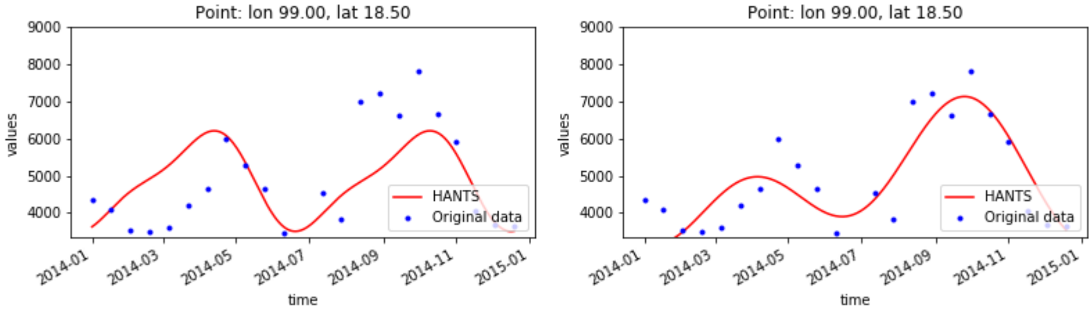


ก) nb = 180 วัน, nf = 1



ข) nb = 365 วัน, nf = 1

ภาพที่ 26 ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ nf และ nb

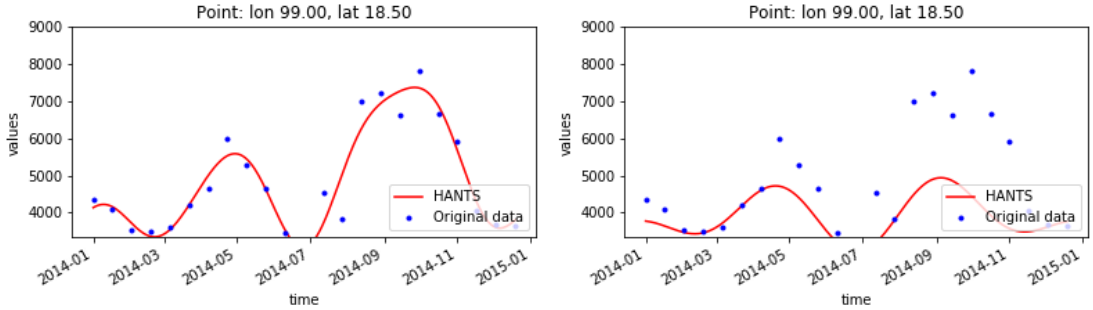


ค) nb = 180 วัน, nf = 3 ง) nb = 365 วัน, nf = 3

ภาพที่ 26 (ต่อ)

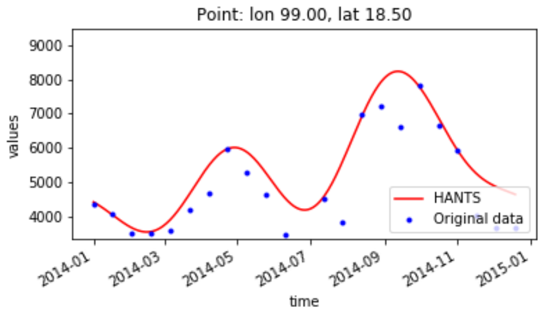
1.2 พารามิเตอร์ Hi/Lo

การเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ Hi/Lo สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3 ค่า คือ Hi, Lo และ None โดยการปรับพารามิเตอร์เท่ากับ Hi ทำให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีค่าเฉลี่ยของผลการปรับแก้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของค่าเดิม การปรับพารามิเตอร์เท่ากับ Lo ทำให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีค่าเฉลี่ยของผลการปรับแก้สูงกว่าค่าเฉลี่ยของค่าเดิม การปรับพารามิเตอร์เท่ากับ None ทำให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีค่าเฉลี่ยของผลการปรับแก้ใกล้เคียงกับค่าเดิมมากที่สุด ดังนั้นในการศึกษานี้ได้เลือกใช้พารามิเตอร์ Hi/Lo เท่ากับ None โดยผลการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ Hi/Lo แสดงดังในภาพที่ 27



ก) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None ข) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = Hi

ภาพที่ 27 ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ Hi/Lo

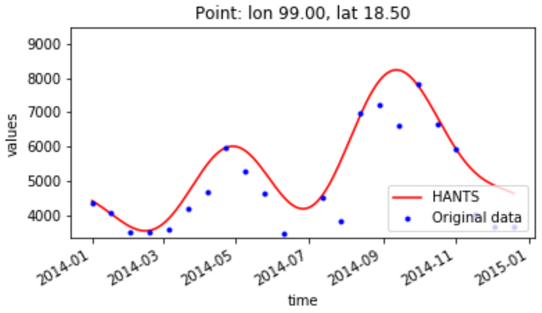


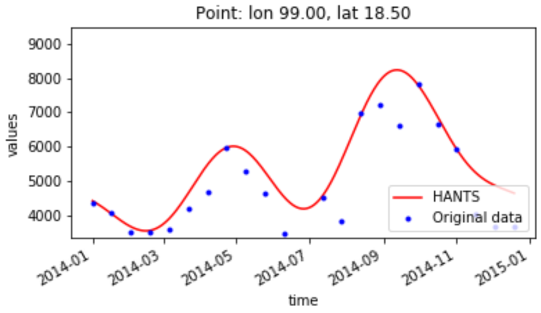
ค) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = Lo

ภาพที่ 27 (ต่อ)

1.3 พารามิเตอร์ fet

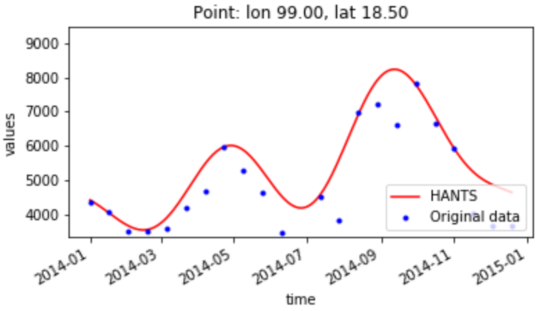
ผลการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ fet พบว่าเมื่อปรับค่า fet ตั้งแต่ค่าเท่ากับ 0.05 ถึง 50 ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ดังนั้นในการศึกษานี้ได้เลือกใช้พารามิเตอร์ fet เท่ากับ 0.05 ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ทั่วไปในงานวิจัยอื่น ๆ โดยผลการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ fet แสดงดังในภาพที่ 28



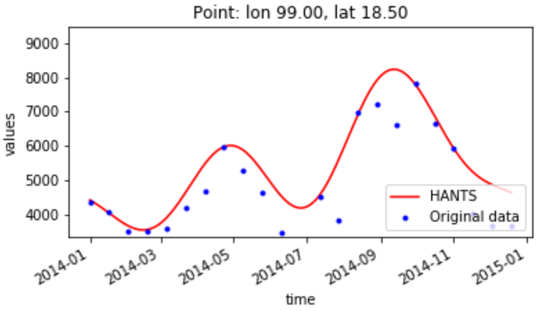


ก) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, fet = 0.005 ข) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, fet = 0.5

ภาพที่ 28 ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ fet



ค) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, fet = 5

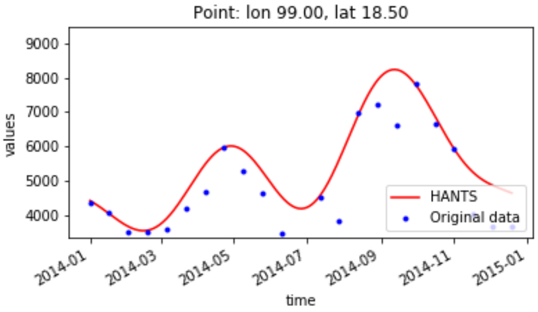


ง) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, fet = 50

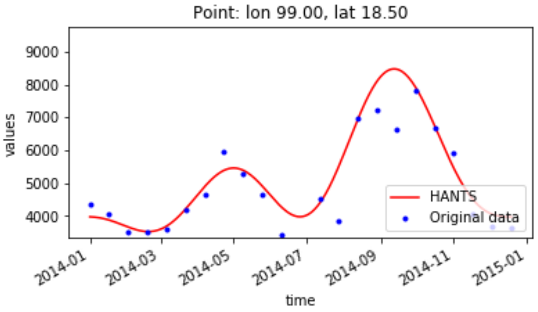
ภาพที่ 28 (ต่อ)

1.4 พารามิเตอร์ dod

การเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ dod โดยปรับค่า dod ตั้งแต่ค่าเท่ากับ 1 ถึง 20 พบว่าผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นสูงขึ้นเมื่อค่า dod มากขึ้น แต่เมื่อปรับค่า dod มากขึ้นถึงค่าเท่ากับ 20 พบว่าผลการปรับแก้ดัชนี NDVI ไม่มีลักษณะเป็นสัญญาณคาบ ดังนั้นในการศึกษานี้ได้เลือกใช้พารามิเตอร์ dod เท่ากับ 8 ซึ่งให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI ใกล้เคียงกับค่าเดิมมากที่สุด โดยผลการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ dod แสดงดังในภาพที่ 29

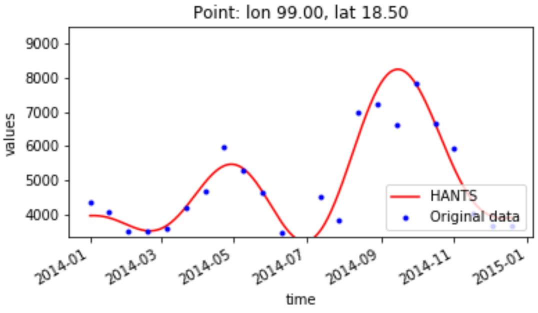


ก) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, dod = 1

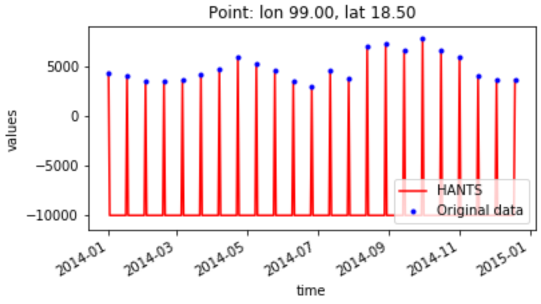


ข) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, dod = 10

ภาพที่ 29 ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ dod



ค) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, dod = 15

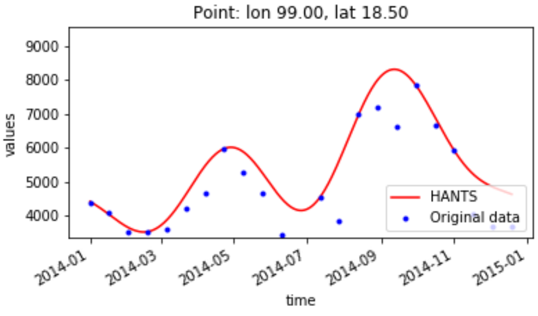


ง) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, dod = 20

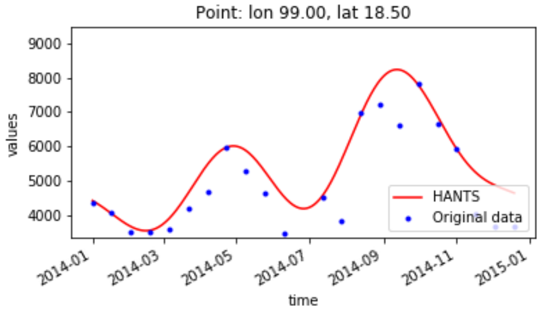
ภาพที่ 29 (ต่อ)

1.5 พารามิเตอร์ delta

การเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ delta ตั้งแต่ค่าเท่ากับ 0.01 ถึง 10 พบว่าเมื่อปรับใช้ค่า delta น้อย ๆ ทำให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีค่าแอมพลิจูดของคลื่นสูง แต่เมื่อปรับค่า delta มากขึ้นทำให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI มีค่าแอมพลิจูดของคลื่นลดลง ดังนั้นในการศึกษานี้ได้เลือกใช้พารามิเตอร์ delta เท่ากับ 0.1 ซึ่งให้ผลการปรับแก้ดัชนี NDVI ใกล้เคียงกับค่าเดิมมากที่สุด โดยผลการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ dod แสดงดังในภาพที่ 30

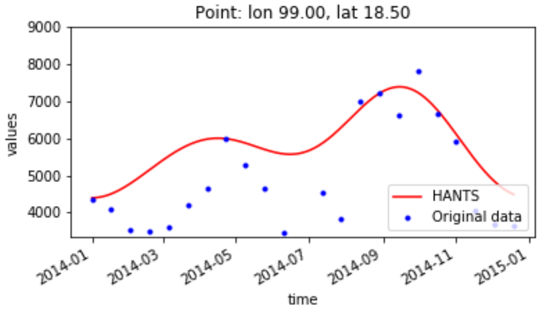


ก) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, delta = 0.01

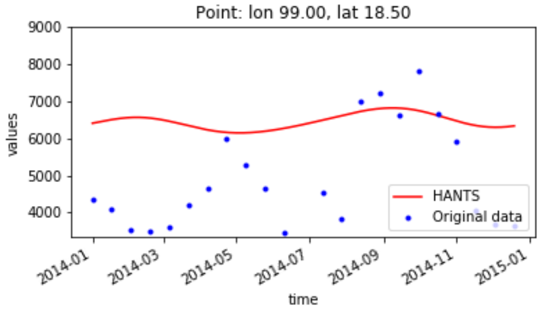


ข) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, delta = 0.1

ภาพที่ 30 ผลการศึกษาความไวพารามิเตอร์ delta



ค) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, delta = 1



ง) nb = 365 วัน, nf = 3, HiLo = None, delta = 10

ภาพที่ 30 (ต่อ)

2. ผลการปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI โดยใช้กระบวนการ HANTS

การปรับแก้ความผิดพลาดของดัชนี NDVI โดยใช้กระบวนการ HANTS ดำเนินการโดยการใส่ข้อมูล NDVI ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2561 ที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล จากนั้นทำการปรับแก้โดยใช้พารามิเตอร์ของกระบวนการ HANTS ทั้ง 8 พารามิเตอร์ จากผลการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ในกระบวนการ HANTS ชุดพารามิเตอร์ที่ใช้ปรับแก้สามารถนำมาใช้ปรับแก้ดัชนี NDVI ได้ทั้งลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ดังแสดงในตารางที่ 9

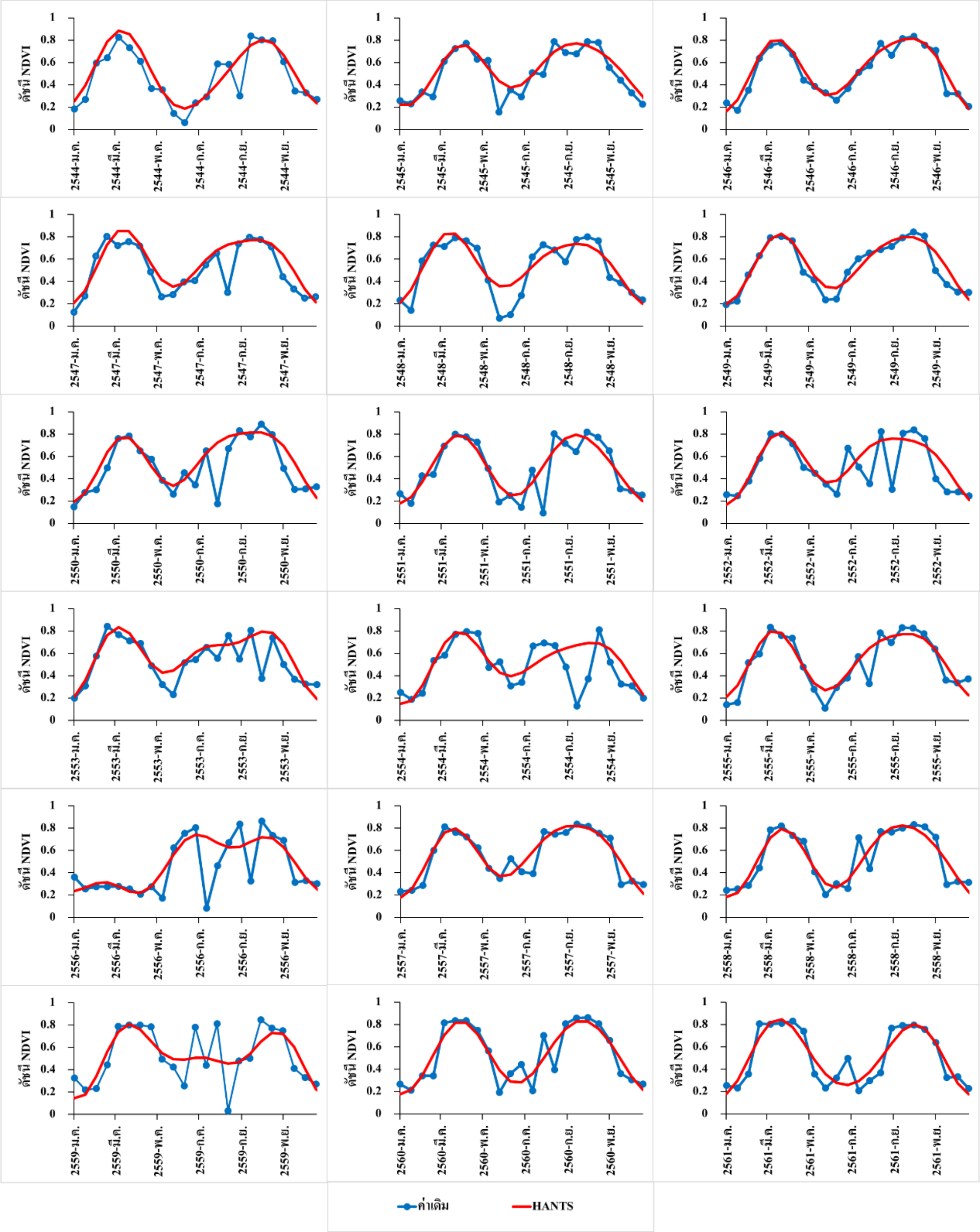
ตัวอย่างของผลการปรับแก้ความผิดพลาดสำหรับข้อมูลในอนุกรมเวลาของดัชนี NDVI โดยกระบวนการ HANTS สำหรับตัวอย่างจำนวน 4 จุดภาพ ในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ดังแสดงในภาพที่ 31 ถึงภาพที่ 34 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ดัชนี NDVI ก่อนปรับแก้ซึ่งแสดงด้วยจุดที่มีสูงหรือต่ำกว่าปกติ ในขณะที่ NDVI หลังการปรับแก้โดยกระบวนการ HANTS จะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นและลงอย่างเป็นวงรอบตามคาบการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้ ข้อมูลในจุดภาพอื่น ๆ ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลก็มีลักษณะในทำนองเดียวกันกับจุดภาพที่แสดงเป็นตัวอย่างดังกล่าว

การเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนี NDVI เฉลี่ยรายปี หลังผ่านกระบวนการ HANTS ในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 สำหรับลุ่มน้ำชีมีค่าระหว่าง 0% ถึง 2.17% โดยมีค่าเฉลี่ย 18 ปี เท่ากับ 0.06% และสำหรับลุ่มน้ำมูลมีการเปลี่ยนแปลงของค่าของดัชนี NDVI มีค่าระหว่าง 0% ถึง 3.21% โดยมีค่าเฉลี่ย 18 ปี เท่ากับ 0.08% ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากแต่ข้อมูลของดัชนี NDVI ที่ผ่านการปรับแก้แล้วจะมีความสมเหตุสมผลมากกว่าข้อมูล NDVI ก่อนการปรับแก้ จึงมีความเหมาะสมใน

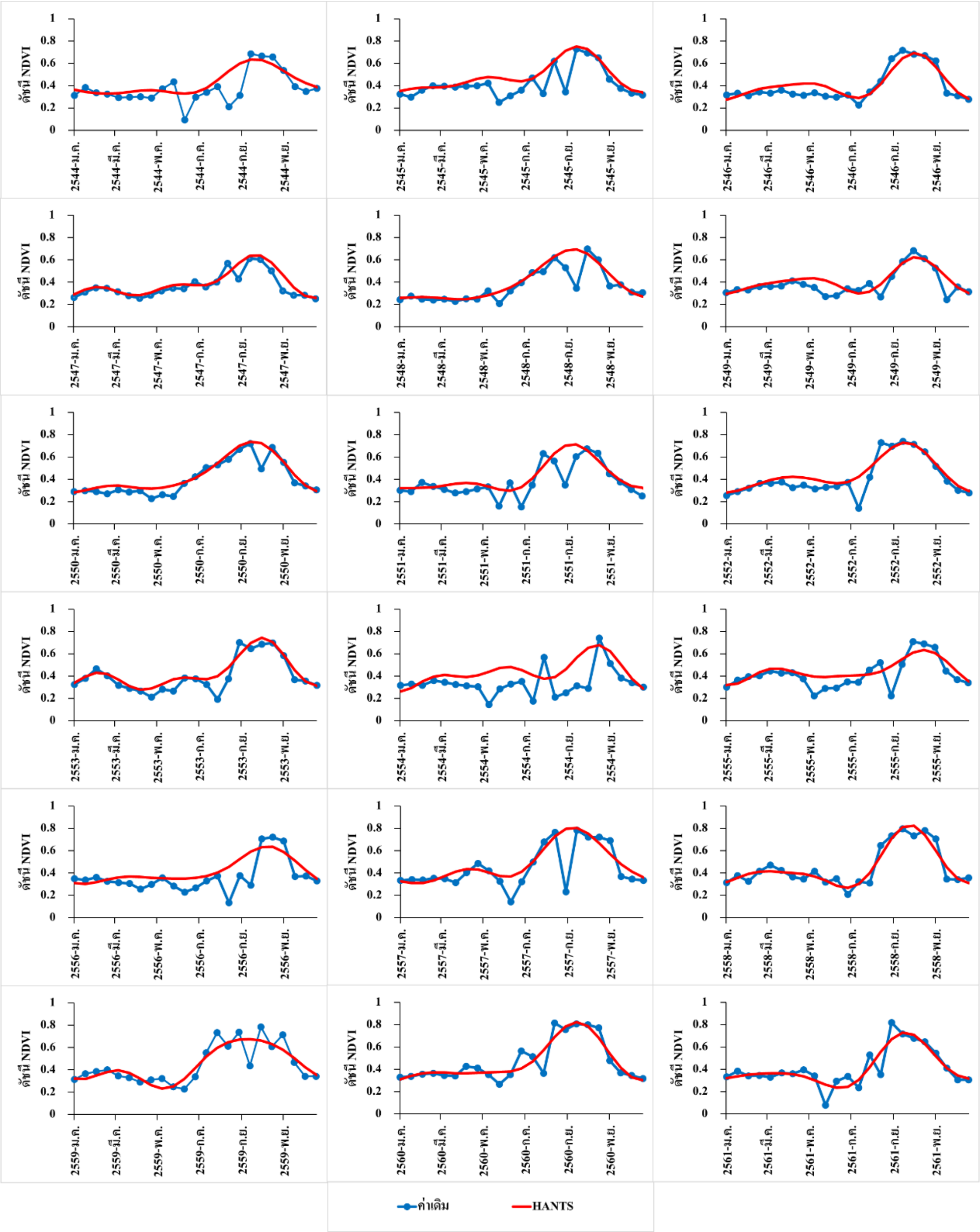
ตารางที่ 9 ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการ HANTS ที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

พารามิเตอร์	High	Low	Hi/Lo	dod	nf	nb	fet	delta
ค่าที่ใช้ในการศึกษา	1	0	None	8	3	365	0.05	0.1

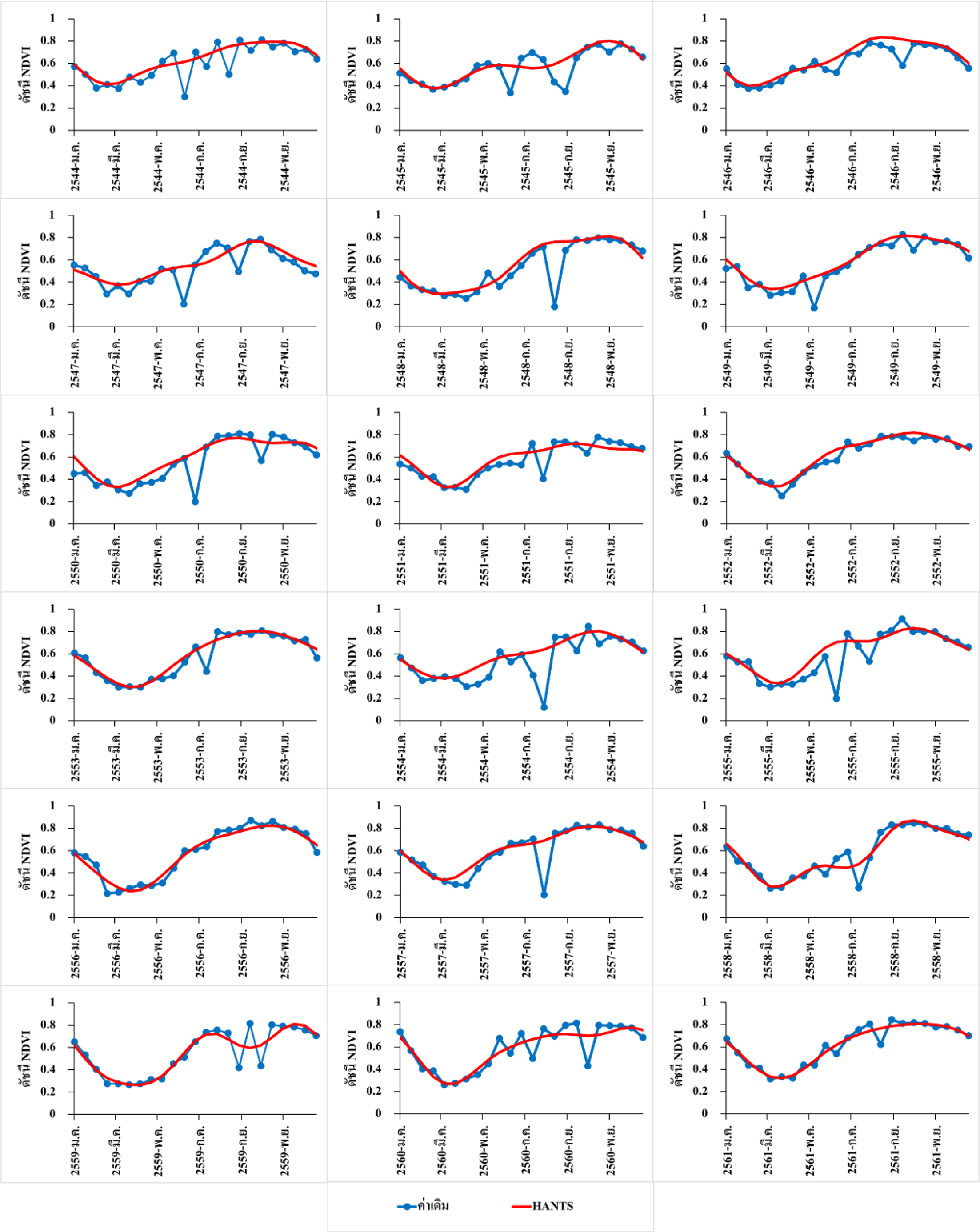
การนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป



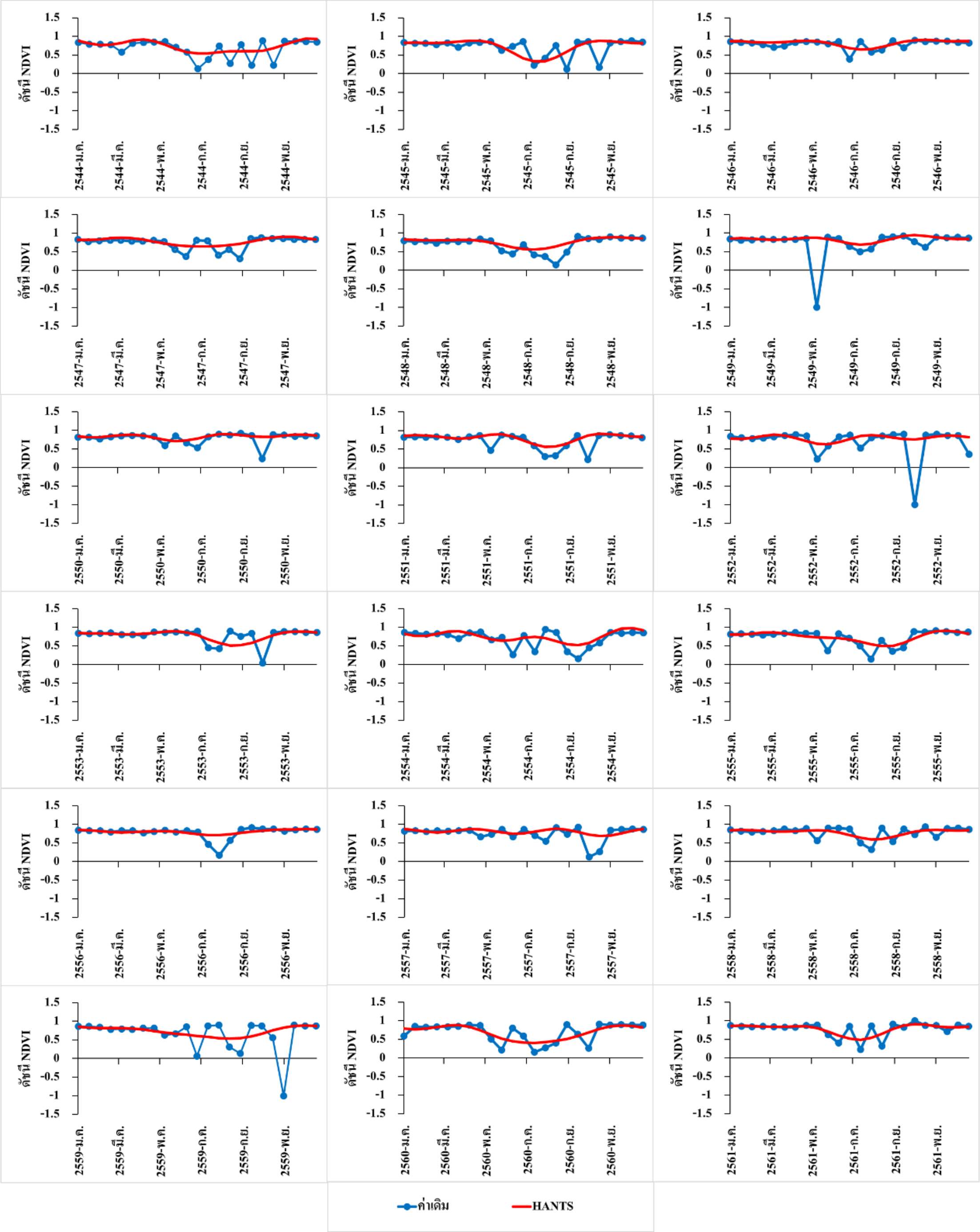
ภาพที่ 31 ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว จ.กาฬสินธุ์ ในลุ่มน้ำชี



ภาพที่ 32 ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่นาข้าวนอกเขตชลประทาน จ.ร้อยเอ็ด ในลุ่มน้ำชี



ภาพที่ 33 ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่ปลูกอ้อย จ.ชัยภูมิ ในลุ่มน้ำชี



ภาพที่ 34 ผลการปรับแก้ค่าดัชนี NDVI โดยใช้ HANTS สำหรับ 1 จุดภาพ บริเวณพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ จ.ชัยภูมิ ในลุ่มน้ำชี

3. ผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยวิธี ISODATA

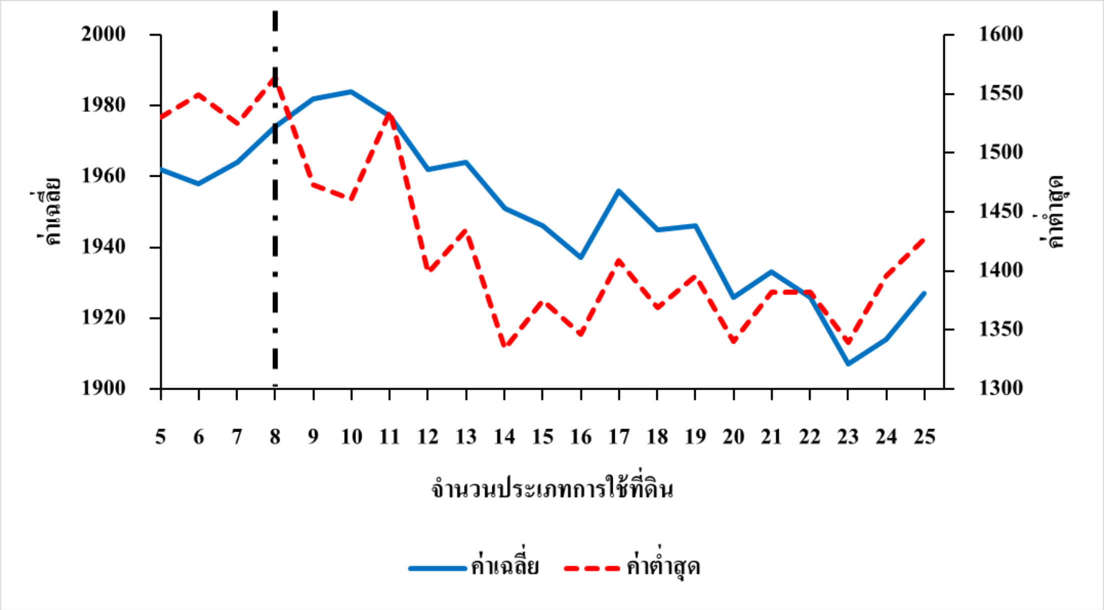
ผลการจำแนกการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 ด้วยวิธี ISODATA โดยกำหนดจำนวนประเภทการใช้ที่ดินตั้งแต่ 5 ถึง 25 ประเภท ผลการจำแนกการใช้ที่ดินของแต่ละลุ่มน้ำแสดงรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชี

จากผลการจำแนกการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชี พบว่าค่าความสามารถในการแบ่งแยกเฉลี่ยและค่าความสามารถในการแบ่งแยกต่ำสุดของแต่ละจำนวนประเภทการใช้ที่ดินสำหรับปี พ.ศ. 2561 ในลุ่มน้ำชี แสดงดังในภาพที่ 35 โดยจำนวนประเภทการใช้ที่ดินที่เหมาะสมพิจารณาจากค่าสูงสุดของค่าความสามารถในการแบ่งแยกต่ำสุด ดังนั้นจำนวนประเภทการใช้ที่ดินที่เหมาะสมที่สุดของลุ่มน้ำชีสำหรับปี พ.ศ. 2561 เท่ากับ 8 ประเภท โดยในที่นี้ได้แสดง Signature ของดัชนี NDVI สำหรับแต่ละประเภทการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชีดังในตารางที่ 10 และภาพที่ 36 รวมทั้งแผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีดังในภาพที่ 37

3.2 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำมูล

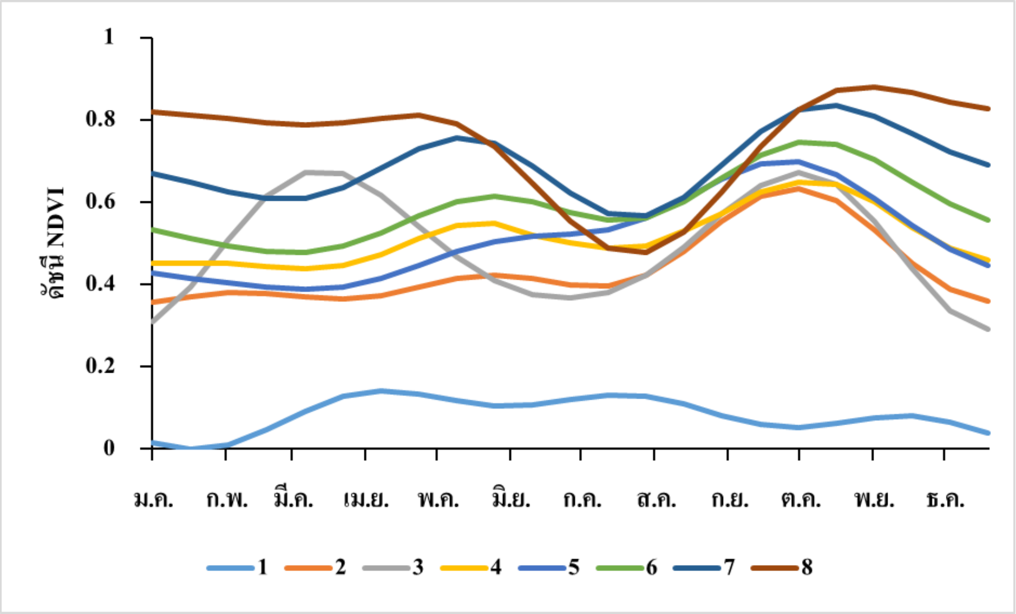
จากผลการจำแนกการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำมูล พบว่าค่าความสามารถในการแบ่งแยกเฉลี่ยและค่าความสามารถในการแบ่งแยกต่ำสุดของแต่ละจำนวนประเภทการใช้ที่ดินสำหรับปี พ.ศ. 2561 ในลุ่มน้ำมูล แสดงดังในภาพที่ 38 จากภาพดังกล่าว จำนวนประเภทการใช้ที่ดินที่เหมาะสมที่สุดของลุ่มน้ำมูลสำหรับปี พ.ศ. 2561 เท่ากับ 7 ประเภทตามค่าสูงสุดของค่าความสามารถในการแบ่งแยกต่ำสุด โดยในที่นี้ได้แสดง Signature ของดัชนี NDVI สำหรับแต่ละประเภทการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูลดังในตารางที่ 11 และ ภาพที่ 39 รวมทั้งแผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำมูลดังในภาพที่ 40



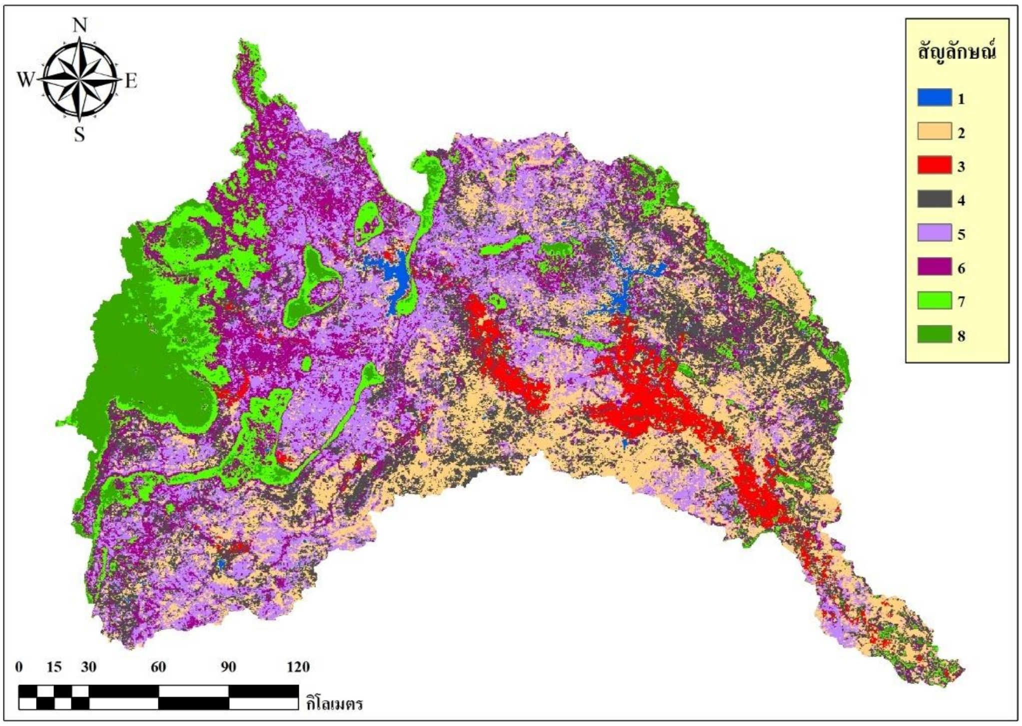
ภาพที่ 35 ค่าความสามารถในการแบ่งแยกเฉลี่ยและการแบ่งแยกต่ำสุดของแต่ละจำนวนของประเภทการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561

ตารางที่ 10 ค่าของดัชนี NDVI (Signature) รายเดือน สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 8 ประเภทของลุ่มน้ำชี ในปี พ.ศ. 2561

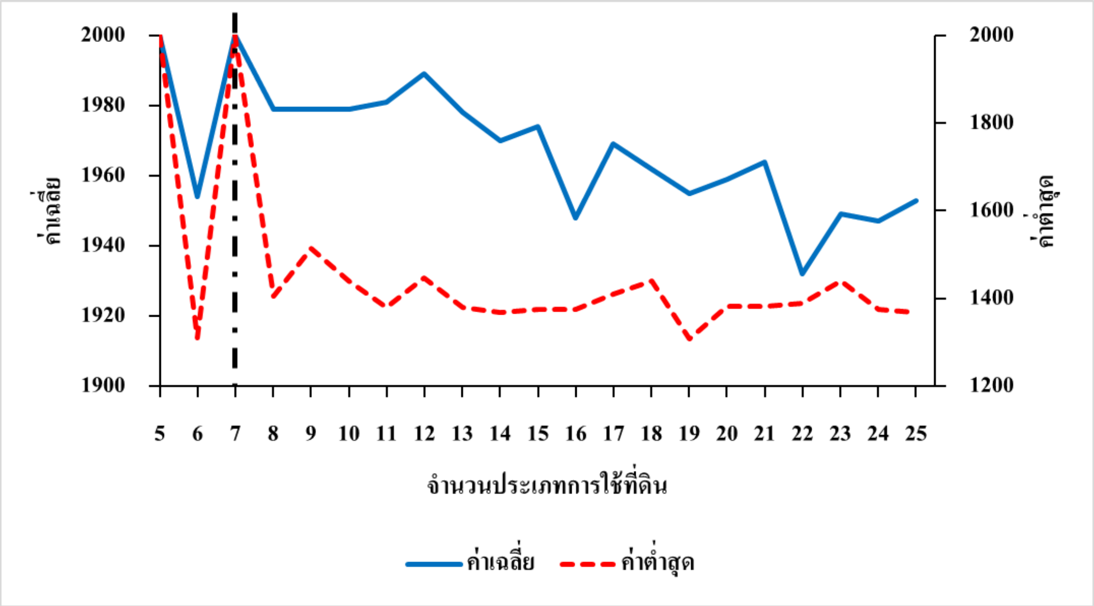
เดือน	ประเภทการใช้ที่ดิน							
	1	2	3	4	5	6	7	8
มกราคม	0.01	0.36	0.35	0.45	0.42	0.52	0.66	0.82
กุมภาพันธ์	0.02	0.38	0.55	0.45	0.40	0.49	0.62	0.80
มีนาคม	0.13	0.37	0.65	0.45	0.40	0.50	0.65	0.80
เมษายน	0.13	0.40	0.54	0.51	0.45	0.57	0.73	0.80
พฤษภาคม	0.11	0.43	0.43	0.56	0.52	0.63	0.76	0.75
มิถุนายน	0.12	0.40	0.37	0.50	0.52	0.58	0.63	0.57
กรกฎาคม	0.13	0.42	0.42	0.50	0.56	0.56	0.57	0.49
สิงหาคม	0.09	0.53	0.55	0.56	0.64	0.64	0.67	0.60
กันยายน	0.06	0.62	0.66	0.64	0.69	0.73	0.80	0.79
ตุลาคม	0.07	0.57	0.60	0.62	0.64	0.72	0.82	0.88
พฤศจิกายน	0.07	0.42	0.39	0.51	0.52	0.62	0.75	0.86
ธันวาคม	0.06	0.38	0.32	0.48	0.47	0.58	0.71	0.84
เฉลี่ย	0.08	0.44	0.48	0.52	0.52	0.60	0.70	0.75



ภาพที่ 36 Signature ของดัชนี NDVI สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 8 ประเภทของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561



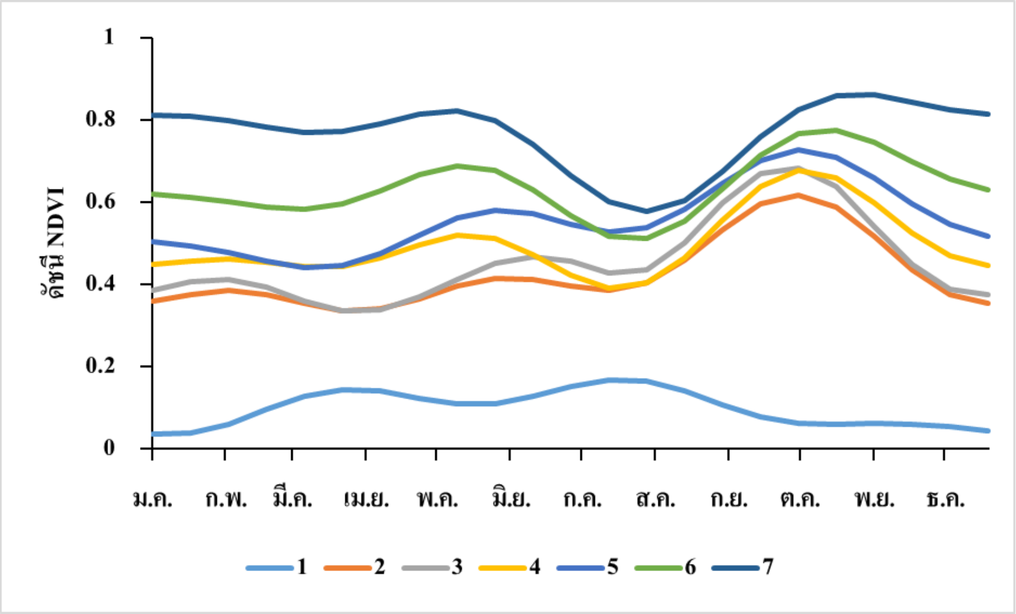
ภาพที่ 37 แผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดิน 8 ประเภท จากการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561



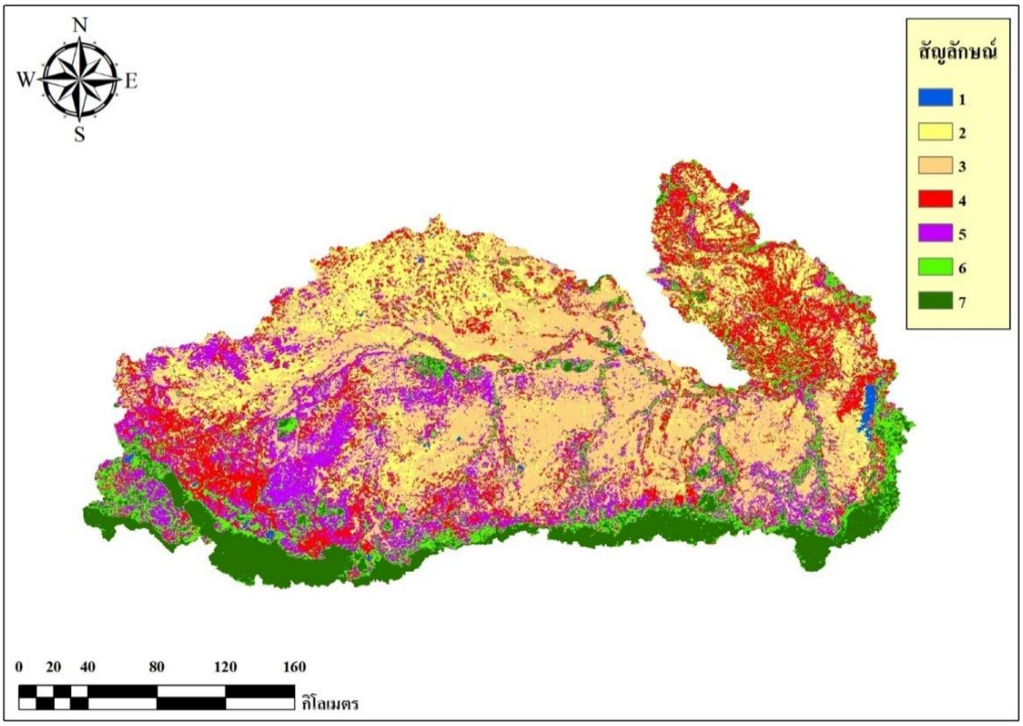
ภาพที่ 38 ค่าความสามารถในการแบ่งแยกเฉลี่ยและการแบ่งแยกต่ำสุดของแต่ละจำนวนของประเภทการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561

ตารางที่ 11 ค่าของดัชนี NDVI (Signature) รายเดือน สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 7 ประเภท ของลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561

เดือน	ประเภทการใช้ที่ดิน						
	1	2	3	4	5	6	7
มกราคม	0.04	0.37	0.40	0.45	0.50	0.62	0.81
กุมภาพันธ์	0.07	0.38	0.40	0.46	0.47	0.60	0.79
มีนาคม	0.14	0.34	0.34	0.45	0.45	0.60	0.78
เมษายน	0.12	0.37	0.37	0.50	0.52	0.66	0.81
พฤษภาคม	0.12	0.42	0.46	0.52	0.59	0.69	0.82
มิถุนายน	0.15	0.40	0.45	0.43	0.55	0.58	0.68
กรกฎาคม	0.16	0.41	0.44	0.41	0.54	0.52	0.59
สิงหาคม	0.12	0.51	0.57	0.53	0.63	0.61	0.65
กันยายน	0.07	0.61	0.68	0.66	0.72	0.74	0.80
ตุลาคม	0.06	0.55	0.59	0.63	0.68	0.76	0.86
พฤศจิกายน	0.06	0.41	0.42	0.50	0.57	0.68	0.83
ธันวาคม	0.05	0.37	0.39	0.46	0.54	0.65	0.82
เฉลี่ย	0.10	0.43	0.46	0.50	0.56	0.64	0.77



ภาพที่ 39 Signature ของดัชนี NDVI สำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 7 ประเภท ของลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561



ภาพที่ 40 แผนที่การใช้ที่ดินจากการจำแนกการใช้ที่ดิน 7 ประเภทจากการจำแนกการใช้ที่ดินโดย NDVI ของลุ่มน้ำมูล ในปี พ.ศ. 2561

4. ผลการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีที่ได้จากดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

4.1 ผลการเปรียบเทียบการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในลุ่มน้ำชีกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

จากผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561 ทั้งหมด 8 ประเภท ได้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2561 มากที่สุด ทั้งนี้ เริ่มจากการพิจารณาการเข้ากันมากที่สุดเพื่อกำหนดประเภทการใช้ที่ดินในขั้นเริ่มต้นที่จำแนกโดยดัชนี NDVI โดยแสดงเปอร์เซ็นต์การเข้ากันมากที่สุดระหว่างการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 ดังแสดงในตารางที่ 12 สำหรับแนวทางการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินทั้ง 8 ประเภทในลุ่มน้ำชีสรุปได้ดังนี้

4.1.1 พื้นที่น้ำ

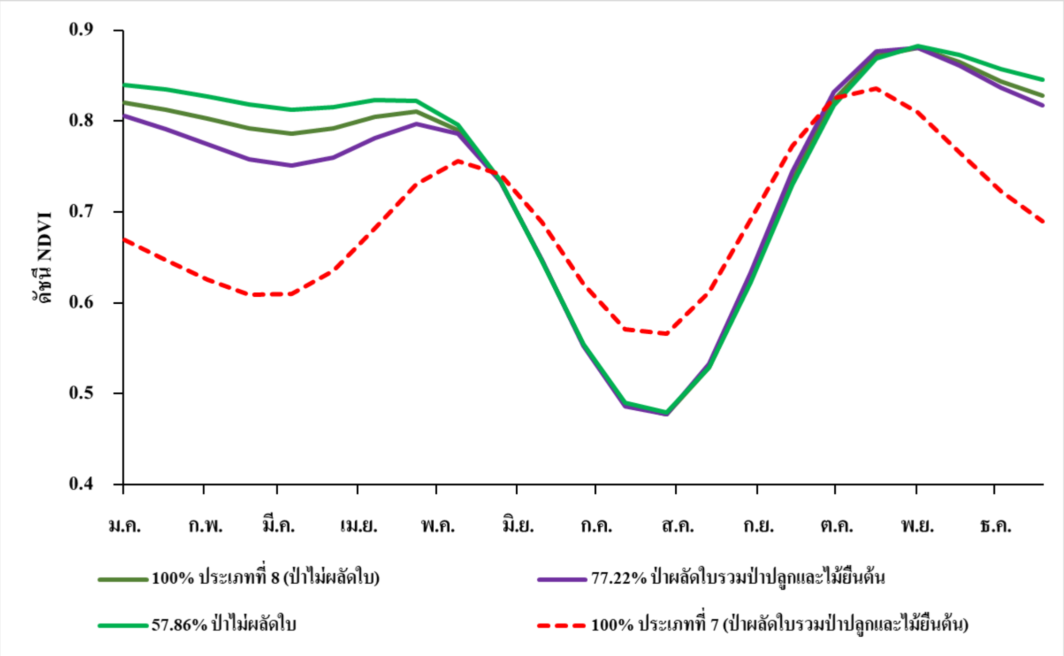
จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 1 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทน้ำถึง 92.51% ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 1 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ น้ำ โดย Signature ของพื้นที่น้ำในแต่ละเดือนดังแสดงในตารางที่ 10 และภาพที่ 36 มีค่าต่ำกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่นอย่างชัดเจน

4.1.2 พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 8 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทป่าไม่ผลัดใบ 57.86% และป่าผลัดใบ 32.74% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 9.40% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของป่าไม่ผลัดใบที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ทั้ง 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นป่าไม่ผลัดใบ (57.86%) และบริเวณที่เป็นป่าผลัดใบ (32.74%) ดังแสดงในภาพที่ 41 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 57.86% และ 32.74% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ซึ่งตรงกับป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นของกรมพัฒนาที่ดินถึง 77.22% (รายละเอียดแสดงในหัวข้อ

ตารางที่ 12 เปอร์เซ็นต์การเข้ากันระหว่างการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำชี

ประเภทการใช้ที่ดิน	ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน									
	น้ำ	ป่าไม่ผลัดใบ	ป่าผลัดใบ	ป่าปลูก	ไม้ยืนต้น	ข้าว	พืชไร่	เกษตรกรรมอื่น ๆ	เบ็ดเตล็ด	ผลรวมทั้งหมด
1	92.51	-	0.09	-	0.07	3.58	1.08	-	2.69	100.00
2	4.00	0.00	0.96	0.09	0.76	69.50	15.88	0.26	8.54	100.00
3	2.40	0.02	0.43	0.02	0.18	92.31	0.44	0.13	4.07	100.00
4	2.59	0.04	6.06	0.51	4.09	36.44	35.04	0.97	14.27	100.00
5	0.64	0.01	3.57	0.24	2.16	51.80	35.85	0.41	5.33	100.00
6	1.32	0.24	17.30	1.96	8.54	20.92	38.49	1.28	9.95	100.00
7	0.67	5.82	59.24	5.96	12.02	1.64	8.79	0.87	4.99	100.00
8	0.11	57.86	32.74	1.85	3.72	0.08	0.67	0.07	2.91	100.00



ภาพที่ 41 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ

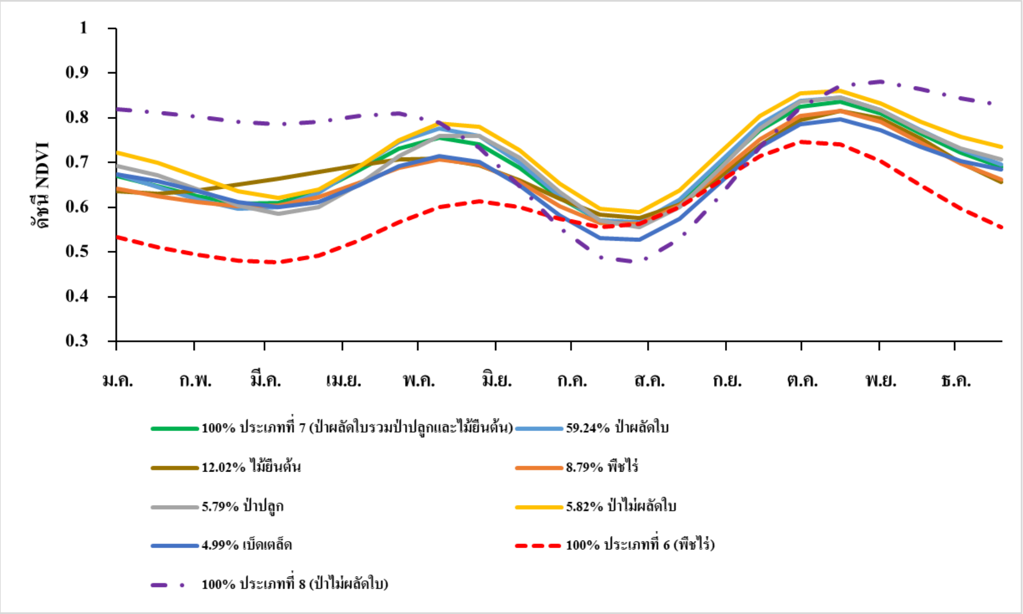
4.1.3) นั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากป่าไม่ผลัดใบของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 8 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ

4.1.3 พื้นที่ป่าผลัดใบ

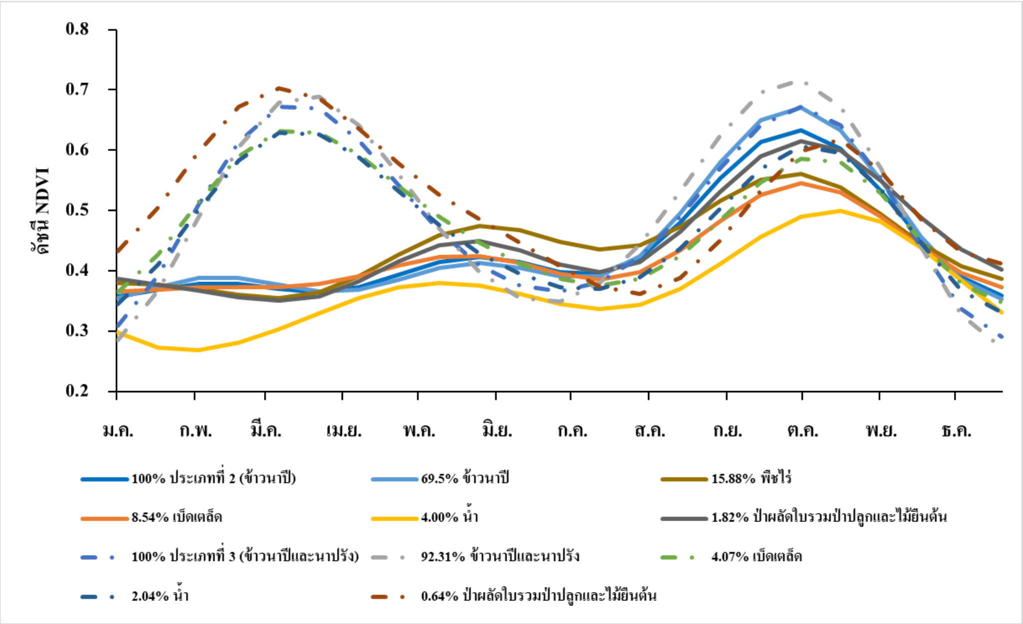
จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทป่าผลัดใบ 59.24% ไม้ยืนต้น 12.02% พืชไร่ 8.79% ป่าปลูก 5.79% ป่าไม่ผลัดใบ 5.82% และเบ็ดเตล็ด 4.99% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 3.19% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของป่าผลัดใบที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ทั้ง 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นป่าผลัดใบ (59.24%) บริเวณที่เป็นไม้ยืนต้น (12.02%) บริเวณที่เป็นพืชไร่ (8.79%) บริเวณที่เป็นป่าปลูก (5.79%) บริเวณที่เป็นป่าไม่ผลัดใบ (5.82%) และบริเวณที่เป็นเบ็ดเตล็ด (4.99%) ดังแสดงในภาพที่ 42 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 59.24%, 12.02%, 8.79%, 5.79%, 5.82% และ 4.99% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ซึ่งตรงกับพืชไร่ของกรมพัฒนาที่ดินถึง 38.49% (รายละเอียดการจำแนกการใช้ที่ดินของพืชไร่ แสดงในหัวข้อย่อย 4.1.3) รวมทั้งการใช้ที่ดินประเภทที่ 8 ซึ่งตรงกับป่าไม่ผลัดใบของกรมพัฒนาที่ดินนั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากป่าผลัดใบของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ป่าผลัดใบรวมทั้งป่าปลูกและไม้ยืนต้น

4.1.4 พื้นที่ข้าว

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 และ 3 ตรงกับพื้นที่ปลูกข้าวของกรมพัฒนาที่ดินเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม จากการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยดัชนี NDVI พบว่าพื้นที่ปลูกข้าวของทั้ง 2 ประเภท มี Signature ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 43 กล่าวคือ การใช้ที่ดินประเภทที่ 3 มีลักษณะของ Signature เป็น Sine curve 2 รูป ซึ่งหมายถึงการปลูกข้าว 2 ฤดูกาล ในขณะที่การใช้ที่ดินประเภทที่ 1 มีลักษณะ Sine curve ที่ชัดเจนเพียง 1 รูป ซึ่งหมายถึงการปลูกข้าวเพียง 1 ฤดูกาล จากการตั้งสมมุติฐานดังกล่าวทำให้สามารถกำหนดได้ว่าการใช้ที่ดินประเภท 2 และ 3 หมายถึง การปลูกข้าวนาปี และการปลูกข้าวนาปีและนาปรัง ตามลำดับ ทั้งนี้ การปลูกข้าวนาปี และการปลูกข้าวนาปีและนาปรัง ตรงกับพื้นที่ปลูกข้าวของกรมพัฒนาที่ดิน 92.31% เบ็ดเตล็ด 4.07% น้ำ 2.40% และป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น 0.64% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 0.15% ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวนาปี ตรงกับพื้นที่การปลูกข้าวของกรมพัฒนาที่ดิน 69.50% พืชไร่ 15.88% เบ็ดเตล็ด 8.54% น้ำ 4.00% และป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น 1.82% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 0.26% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของพื้นที่



ภาพที่ 42 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับพื้นที่ป่าผลัดใบ



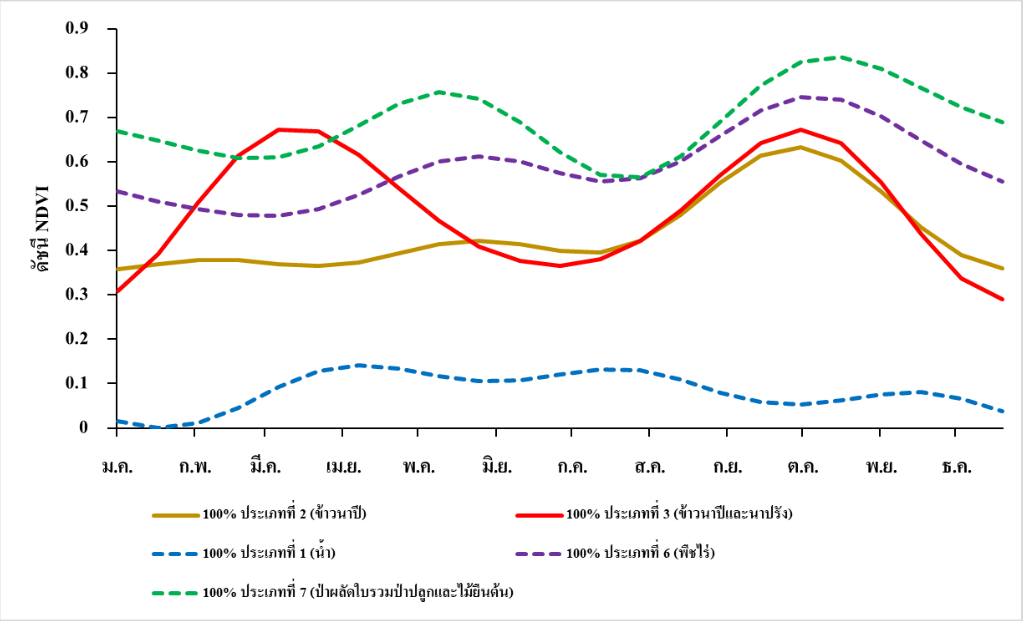
ภาพที่ 43 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับพื้นที่ข้าว

ปลูกข้าวนาปี และพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรัง ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ทั้ง 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินที่เป็นพืชไร่ (100%) (รายละเอียดการจำแนกการใช้ที่ดินของพืชไร่ แสดงในหัวข้อย่อยถัดไป) ป่าไม่ผลัดใบ (100%) ป่าผลัดใบรวมป่าผลูกและไม้ยืนต้น (100%) และพื้นที่น้ำ (100%) พบว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างจากการใช้ที่ดินดังกล่าวข้างต้นอย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 44 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 และ 3 ตรงกับพื้นที่ปลูกข้าวนาปี และพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรัง ตามลำดับ

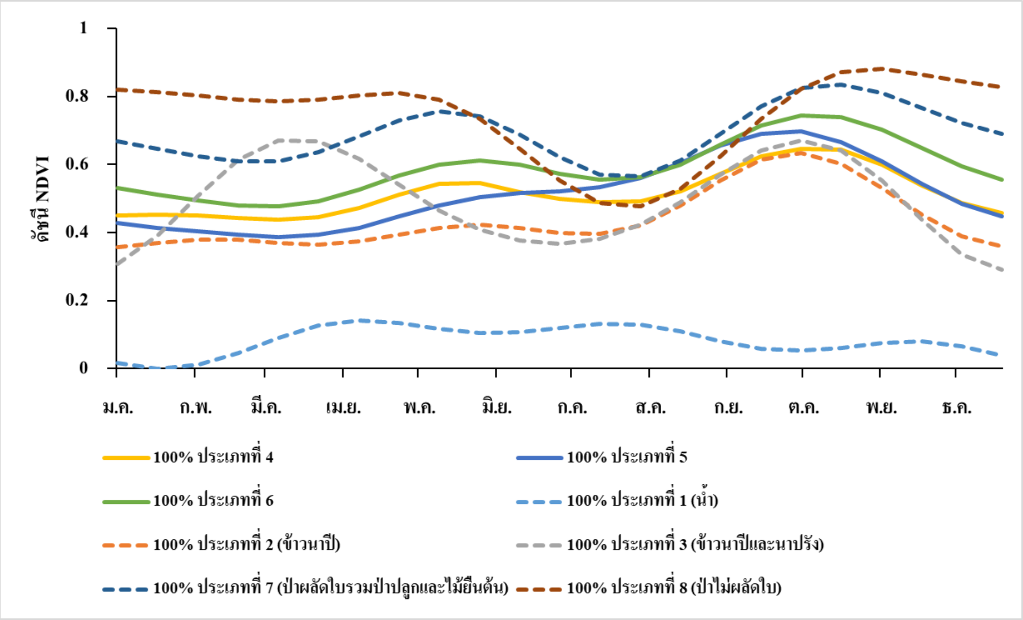
4.1.5 พื้นที่พืชไร่

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 4, 5 และ 6 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพืชไร่ 35.04%, 35.85% และ 38.49% ตามลำดับ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม จากการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยดัชนี NDVI พบว่าพื้นที่ปลูกพืชไร่ของทั้ง 3 ประเภท มี Signature ที่แตกต่างกัน และมีความแตกต่างจากการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 45 กล่าวคือ การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 และ 6 มีลักษณะของ Signature คล้ายคลึงกันแต่มีช่วงของค่า NDVI ที่ต่างกัน ซึ่งหมายถึงการเจริญเติบโตของพืชไร่ที่แตกต่างกัน การใช้ที่ดินประเภทที่ 5 มีลักษณะของ Signature ที่เป็น Sine curve จำนวน 1 รูปที่ชัดเจน โดยลักษณะ Signature ของการใช้ที่ดินทั้ง 3 ประเภทหมายถึงการปลูกพืชไร่ที่มีระยะเวลาการปลูกตั้งแต่เดือน เม.ย. ไปจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวในเดือน ธ.ค. จากการตั้งสมมุติฐานดังกล่าวทำให้สามารถกำหนดได้ว่าการใช้ที่ดินประเภท 4, 5 และ 6 หมายถึงการปลูกพืชไร่ทั้งหมด ทั้งนี้ การตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินที่เกี่ยวกับพืชไร่ทั้งหมด มีดังนี้

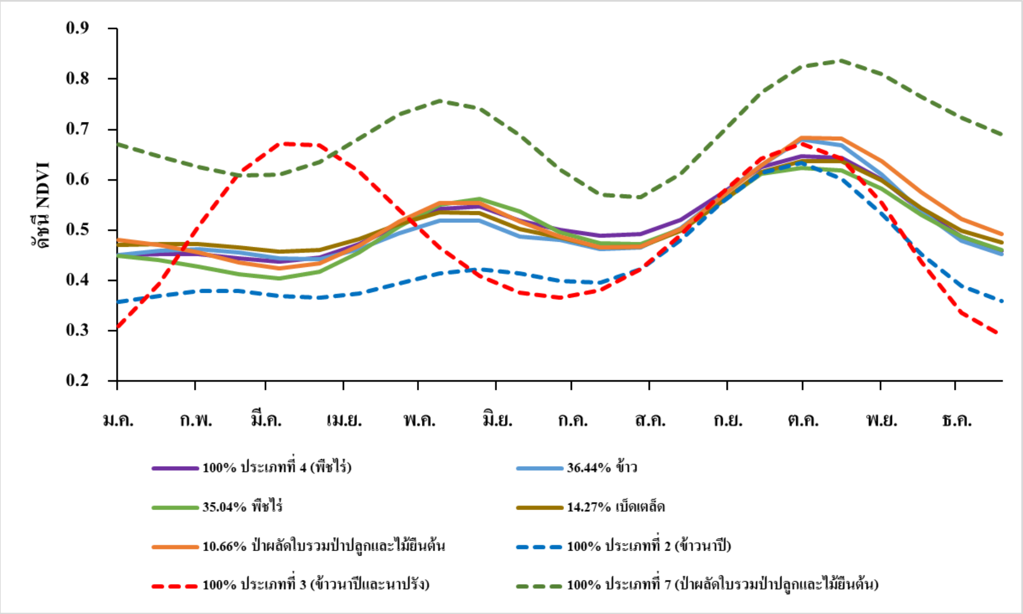
(1) การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพื้นที่ปลูกข้าว 36.44% พืชไร่ 35.04% เบ็ดเตล็ด 14.27% ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น 10.66% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 3.60% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ทั้งหมด 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นข้าว (36.44%) บริเวณที่เป็นพืชไร่ (35.04%) บริเวณที่เป็นเบ็ดเตล็ด (14.27%) และบริเวณที่เป็นป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น (10.66%) ดังแสดงในภาพที่ 46 พบว่า Signature ของทั้ง 100%,



ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทข้าวกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ



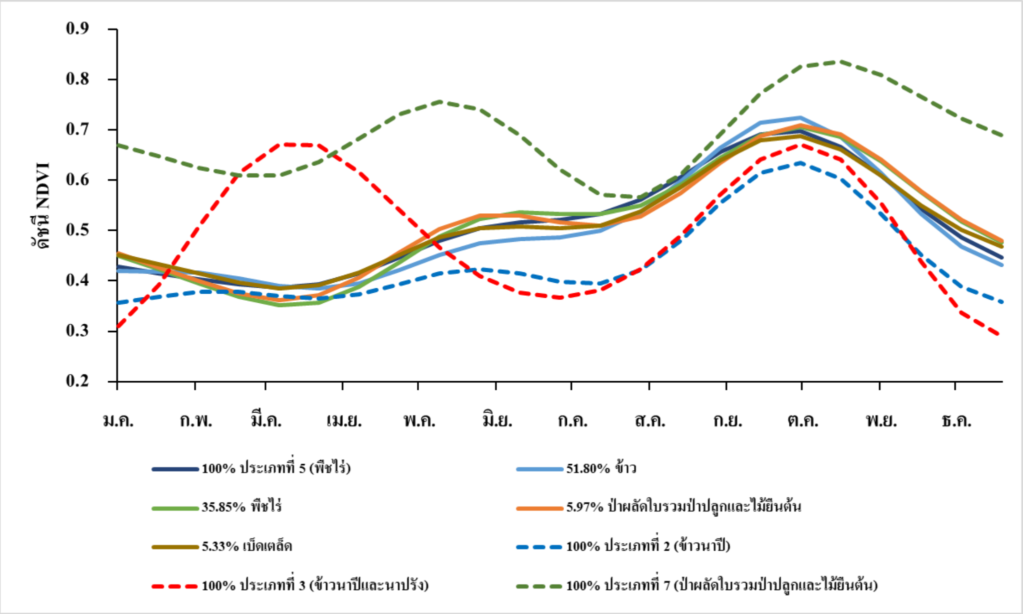
ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทพืชไร่



ภาพที่ 46 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ที่เป็นพืชไร่

36.44%, 35.04%, 14.27% และ 10.66% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ซึ่งตรงกับข้าวนาปี การใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ซึ่งตรงกับข้าวนาปีและนาปรัง การใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ซึ่งตรงกับป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น นั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ที่ดินประเภทที่ 4 อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พืชไร่

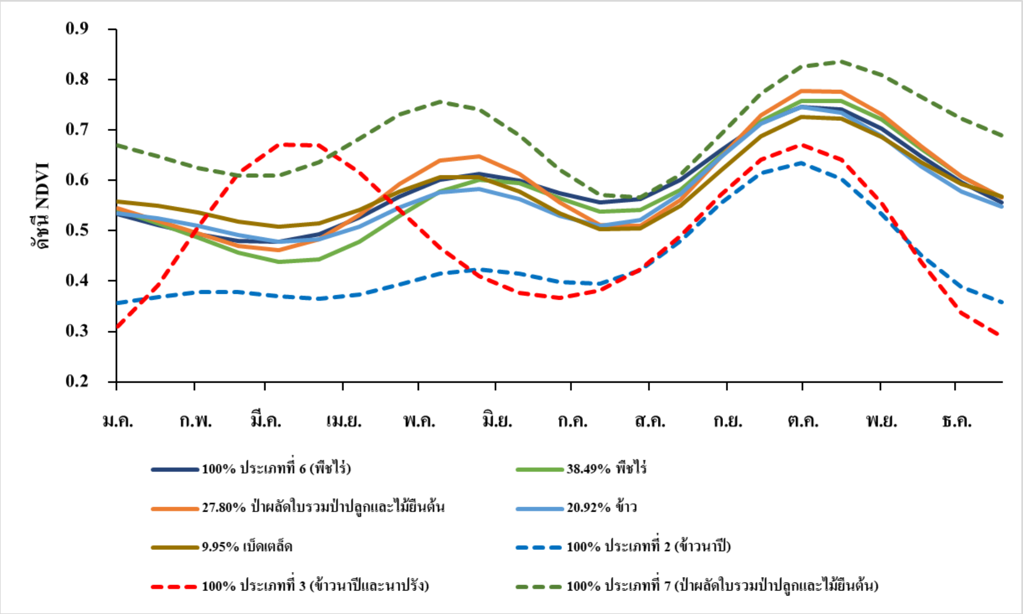
(2) การใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพื้นที่ปลูกข้าว 51.80% พืชไร่ 35.85% ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น 5.97% เบ็ดเตล็ด 5.33% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 0.42% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ทั้งหมด 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลมาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นข้าว (51.80%) พืชไร่ (35.85%) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น (5.97%) และเบ็ดเตล็ด (5.33%) ดังแสดงในภาพที่ 47 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 51.80%, 35.85%, 5.97% และ 5.33% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ซึ่งตรงกับข้าวนาปี การใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ซึ่งตรงกับข้าวนาปีและนาปรัง การใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ซึ่งตรงกับป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น นั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากการใช้



ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ที่เป็นพืชไร่

ที่ดินประเภทที่ 5 อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พืชไร่

(3) การใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพื้นที่ปลูกพืชไร่ 38.49% ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น 27.80% ข้าว 20.92% เบ็ดเตล็ด 9.95% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 2.84% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ทั้งหมด 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลมาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นพืชไร่ (38.49%) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น (27.80%) ข้าว (20.92%) และเบ็ดเตล็ด (9.95%) ดังแสดงในภาพที่ 48 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 38.49%, 27.80%, 20.92% และ 9.95% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ซึ่งตรงกับข้าวนาปี การใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ซึ่งตรงกับข้าวนาปีและนาปรัง การใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ซึ่งตรงกับป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นนั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ที่ดินประเภทที่ 6 อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พืชไร่



ภาพที่ 48 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชี สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ที่เป็นพืชไร่

การใช้ที่ดินประเภทพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการปลูกเป็นหลักประกอบด้วย อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด ซึ่งมีระยะเวลาการเพาะปลูกจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน โดยข้อมูลจากเอกสารวิชาการของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) กล่าวถึงระยะเวลาการเจริญเติบโตตั้งแต่ช่วงเวลาเพาะปลูกจนถึงช่วงเวลาเก็บเกี่ยวของพืชไร่แต่ละชนิดมีดังนี้

1) อ้อย โดยทั่วไปจะเริ่มเพาะปลูกช่วงปลายฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ถึงเมษายน) โดยมีระยะเวลาจากเมื่อเริ่มเพาะปลูกจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวประมาณ 8-12 เดือน โดยส่วนใหญ่จะทำการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ช่วงเวลาประมาณ 10-12 เดือน

2) มันสำปะหลัง โดยทั่วไปจะเริ่มเพาะปลูกช่วงปลายฤดูแล้งถึงต้นฤดูฝน (มีนาคมถึงพฤษภาคม) โดยระยะเวลาการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มเพาะปลูกจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวประมาณ 8-12 เดือน

3) ข้าวโพด โดยทั่วไปจะเริ่มเพาะปลูกช่วงปลายฤดูแล้ง (มีนาคมถึงเมษายน) และช่วงกลางฤดูฝน (กรกฎาคมถึงสิงหาคม) โดยมีระยะเวลาการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มเพาะปลูกจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวประมาณ 3-4 เดือน

จากระยะเวลาการเพาะปลูกอ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด สามารถนำมาเปรียบเทียบกับ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทพืชไร่ในลุ่มน้ำชี ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ซึ่งตรงกับประเภทการใช้ที่ดินที่ 4, 5 และ 6 ดังแสดงในภาพที่ 46, 47 และ 48 ตามลำดับ จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทที่ 4 และ 5 มีลักษณะการเพาะปลูกพืชต่อเนื่องจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวประมาณ 8 เดือน (เมษายนถึงธันวาคม) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของอ้อยและมันสำปะหลัง ส่วนการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทที่ 6 มีลักษณะการเพาะปลูกพืชจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวประมาณ 4 เดือนใน 2 ฤดูกาล (เมษายนถึงสิงหาคม และสิงหาคมถึงธันวาคม) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของข้าวโพด

4.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินด้วยค่าทางสถิติ

จากผลการเปรียบเทียบความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีโดยดัชนี NDVI กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน จะได้ประเภทการใช้ที่ดินจำนวน 8 ประเภท อย่างไรก็ตาม การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 และ 5 คือ การปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง ดังนั้นจึงเป็นผลให้การใช้ที่ดินทั้งสองประเภทถูกนำมารวมกัน จึงเป็นผลให้การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีถูกแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย 1) พื้นที่น้ำ 2) ข้าวนาปี 3) ข้าวนาปีและนาปรัง 4) อ้อยและมันสำปะหลัง 5) ข้าวโพด 6) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และ 7) ป่าไม่ผลัดใบ อย่างไรก็ตาม จากผลการเปรียบเทียบความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีโดยดัชนี NDVI กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน สามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาตรวจสอบด้วยค่าทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วย ค่าความถูกต้องทั้งหมด และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า โดยในการคำนวณจะรวมประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI และกรมพัฒนาที่ดิน 5 ประเภทหลัก ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่น้ำ ข้าว พืชไร่ ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และป่าไม่ผลัดใบ โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังในตารางที่ 13 ซึ่งแสดงเมตริกความแตกต่างของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2558-2559 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดัชนี NDVI สามารถจำแนกการใช้ที่ดินที่สอดคล้องกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินใน

ตารางที่ 13 เมตริกความเข้ากันได้ของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำชี

หน่วย: พื้นที่ (ตร.กม.)

ข้อมูลการจำแนก	ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน						
	น้ำ	ข้าว	พืชไร่	ป่าผลัดใบรวม ป่าปลูก และไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	ผลรวมในแถว	การจำแนกที่ดัชนี NDVI ตรงกับกรมพัฒนาที่ดิน (%)
น้ำ	401	16	16	1	0	434	92.51
ข้าว	469	9224	2684	204	0	12581	73.31
พืชไร่	409	10421	12883	3781	24	27517	46.82
ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	33	81	723	3812	287	4937	77.22
ป่าไม่ผลัดใบ	4	3	134	1402	2118	3660	57.86
ผลรวมในคอลัมน์	1317	19744	16441	9199	2429	49130	-
การจำแนกที่กรมพัฒนาที่ดินตรงกับดัชนี NDVI (%)	30.48	46.72	78.36	41.44	87.19	-	57.88
ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า			0.39				

หมายเหตุ: 92.51% = 401/434 x 100%, 30.48% = 401/1317 x 100%

ลุ่มน้ำชีเท่ากับ 57.88% และได้ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.39 โดยเปอร์เซ็นต์ความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินประเภทน้ำ ข้าว พืชไร่ ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และป่าไม่ผลัดใบ เท่ากับ 92.51%, 73.31%, 46.82% 77.22% และ 57.86% ตามลำดับ โดยดัชนี NDVI ประเภทน้ำ ข้าว ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น มีเปอร์เซ็นต์ความเข้ากันได้ของประเภทการใช้ที่ดินสูง ในขณะที่พืชไร่และป่าไม่ผลัดใบนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความเข้ากันได้ไม่มาก ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้ทำการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI กับจุดสำรวจ ซึ่งรายละเอียดจะแสดงในหัวข้อที่ 6

5. ผลการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลที่ได้จากดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

5.1 ผลการเปรียบเทียบการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในลุ่มน้ำมูลกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

จากผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 ทั้งหมด 7 ประเภท ได้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2561 มากที่สุด ทั้งนี้ เริ่มจากการพิจารณาการเข้ากันมากที่สุดเพื่อกำหนดประเภทการใช้ที่ดินในขั้นเริ่มต้นที่จำแนกโดยดัชนี NDVI โดยแสดงเปอร์เซ็นต์การเข้ากันมากที่สุดระหว่างการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 ดังแสดงในตารางที่ 14 สำหรับแนวทางการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินทั้ง 7 ประเภทในลุ่มน้ำมูลสรุปได้ดังนี้

5.1.1 พื้นที่น้ำ

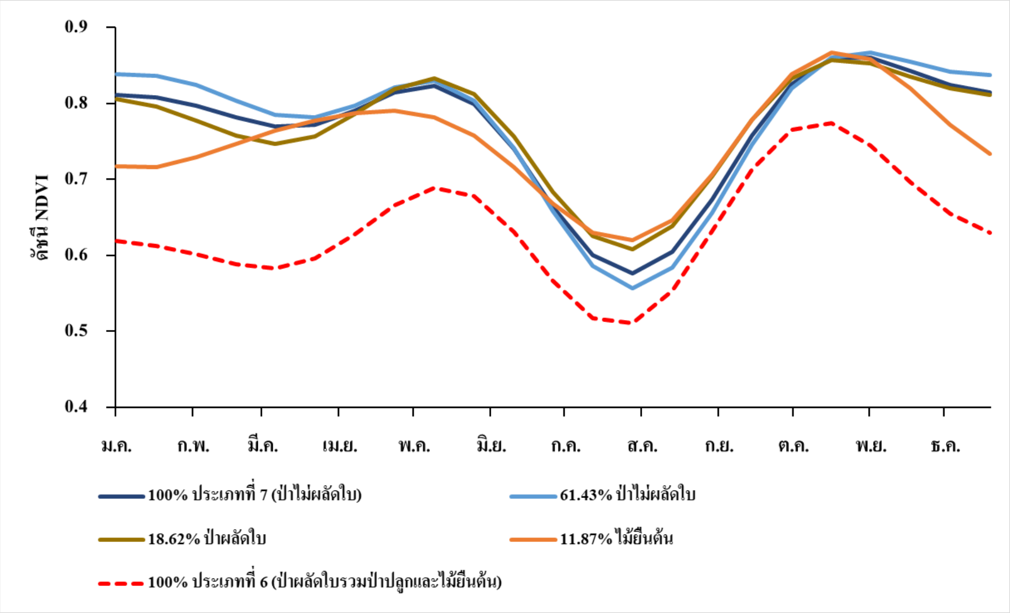
จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 1 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทน้ำถึง 86.08% ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 1 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ น้ำ โดย Signature ของพื้นที่น้ำในแต่ละเดือนดังแสดงในตารางที่ 11 และภาพที่ 39 มีค่าต่ำกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่นอย่างชัดเจน

5.1.2 พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทป่าไม่ผลัดใบ 61.43% ป่าผลัดใบ 18.62% และไม้ยืนต้น 11.87% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 8.08% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของป่าไม่ผลัดใบที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ทั้ง 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นป่าไม่ผลัดใบ (61.43%) บริเวณที่เป็นป่าผลัดใบ (18.62%) และบริเวณที่เป็นไม้ยืนต้น (11.87%) ดังแสดงในภาพที่ 49 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 61.43%, 18.62% และ 11.87% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ซึ่งตรงกับป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์การเข้ากันระหว่างการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำมูล

ประเภทการใช้ที่ดิน	ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน									
	น้ำ	ป่าไม่ผลัดใบ	ป่าผลัดใบ	ป่าปลูก	ไม้ยืนต้น	ข้าว	พืชไร่	เกษตรกรรมอื่น ๆ	เบ็ดเตล็ด	ผลรวมทั้งหมด
1	86.08	-	0.69	0.10	0.61	4.43	0.68	-	7.42	100.00
2	3.02	0.01	0.94	0.15	0.83	80.52	5.85	0.34	8.36	100.00
3	0.24	0.00	0.52	0.02	0.73	87.87	7.63	0.16	2.82	100.00
4	2.00	0.17	5.30	0.26	3.27	59.50	14.00	1.08	14.43	100.00
5	1.05	0.22	5.86	0.87	7.35	35.15	36.21	1.62	11.67	100.00
6	1.48	5.90	19.73	4.86	23.98	11.16	17.47	1.67	13.74	100.00
7	0.10	61.43	18.62	3.58	11.87	0.33	1.74	0.32	2.01	100.00



ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ

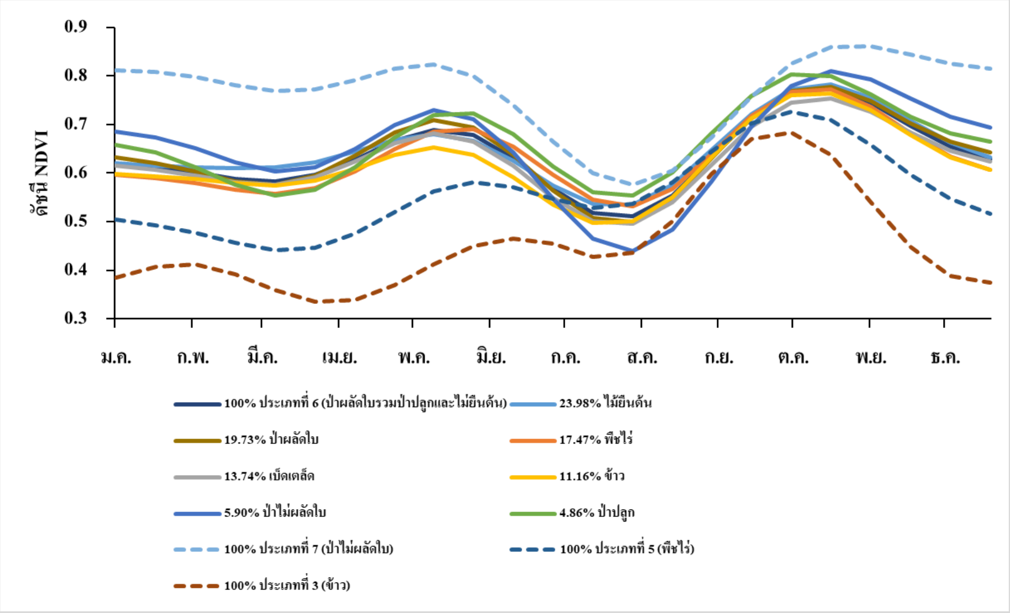
ถึง 48.58% (รายละเอียดแสดงในหัวข้อ 5.1.3) นั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากป่าไม่ผลัดใบของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ

5.1.3 พื้นที่ป่าผลัดใบ

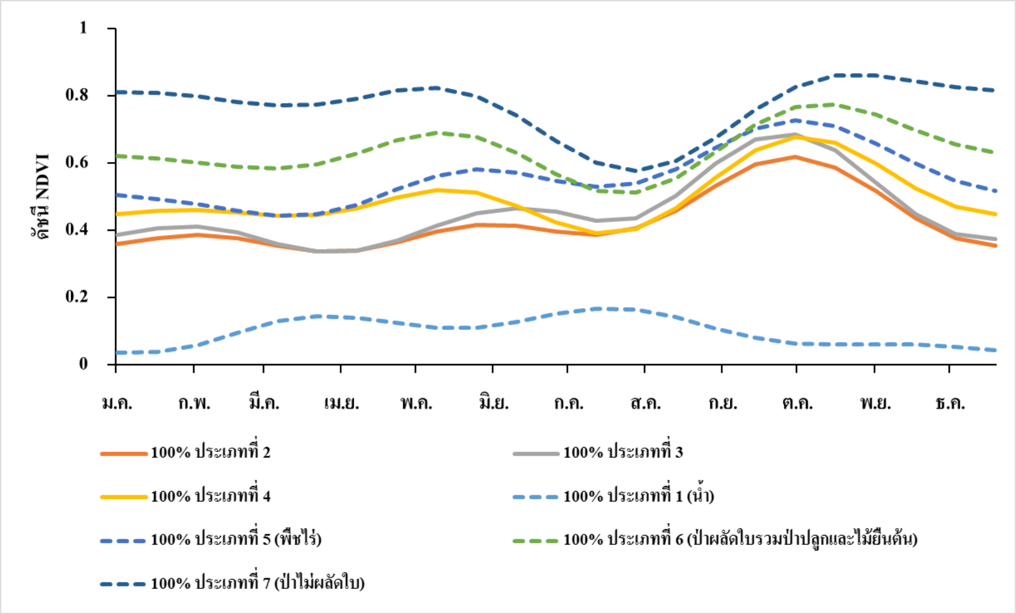
จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทไม้ยืนต้น 23.98% ป่าผลัดใบ 19.73% พืชไร่ 17.47% เบ็ดเตล็ด 13.74% ข้าว 11.16% ป่าไม่ผลัดใบ 5.90% และป่าปลูก 4.86% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 3.14% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของป่าผลัดใบที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ทั้ง 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นไม้ยืนต้น (23.98%) บริเวณที่เป็นป่าผลัดใบ (19.73%) บริเวณที่เป็นพืชไร่ (17.47%) บริเวณที่เป็นเบ็ดเตล็ด (13.74%) บริเวณที่เป็นป่าไม่ผลัดใบ (11.16%) บริเวณที่เป็นป่าไม่ผลัดใบ (5.90%) และบริเวณที่เป็นป่าปลูก (4.86%) ดังแสดงในภาพที่ 50 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 23.98%, 19.73%, 17.47%, 13.74%, 11.16%, 5.90% และ 4.86% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ซึ่งตรงกับพืชไร่ของกรมพัฒนาที่ดิน 36.21% (รายละเอียดการตรวจสอบการใช้ที่ดินของพืชไร่ แสดงในหัวข้อย่อย 5.1.5) Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ซึ่งตรงกับข้าวถึง 87.87% รวมทั้ง Signature การใช้ที่ดินประเภทที่ 7 ซึ่งตรงกับป่าไม่ผลัดใบของกรมพัฒนาที่ดิน นั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากป่าผลัดใบของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ป่าผลัดใบรวมทั้งป่าปลูกและไม้ยืนต้น

5.1.4 พื้นที่ข้าว

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 2, 3 และ 4 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทข้าว 80.52%, 87.87% และ 59.50% ตามลำดับ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ที่สูงมาก อย่างไรก็ตาม จากการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยดัชนี NDVI พบว่าพื้นที่ปลูกข้าวของทั้ง 3 ประเภท มี Signature ที่ใกล้เคียงกัน และมีความแตกต่างจากการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 51 กล่าวคือ การใช้ที่ดินประเภทที่ 2, 3 และ 4 มีลักษณะของ Signature เป็น Sine curve ที่ชัดเจน 1 รูป ซึ่งหมายถึงการปลูกข้าวนาปี ดังนั้น การใช้ที่ดินประเภทที่ 2, 3 และ 4 หมายถึงการปลูกข้าวนาปี จากการตั้งสมมุติฐานดังกล่าวทำให้สามารถกำหนดได้ว่าการใช้ที่ดินประเภท 2, 3 และ 4 หมายถึงการปลูกข้าวนาปีทั้งหมด ทั้งนี้ การตรวจสอบประเภทการใช้ที่ดินที่เกี่ยวกับข้าว มีดังนี้



ภาพที่ 50 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับพื้นที่ป่าผลัดใบ

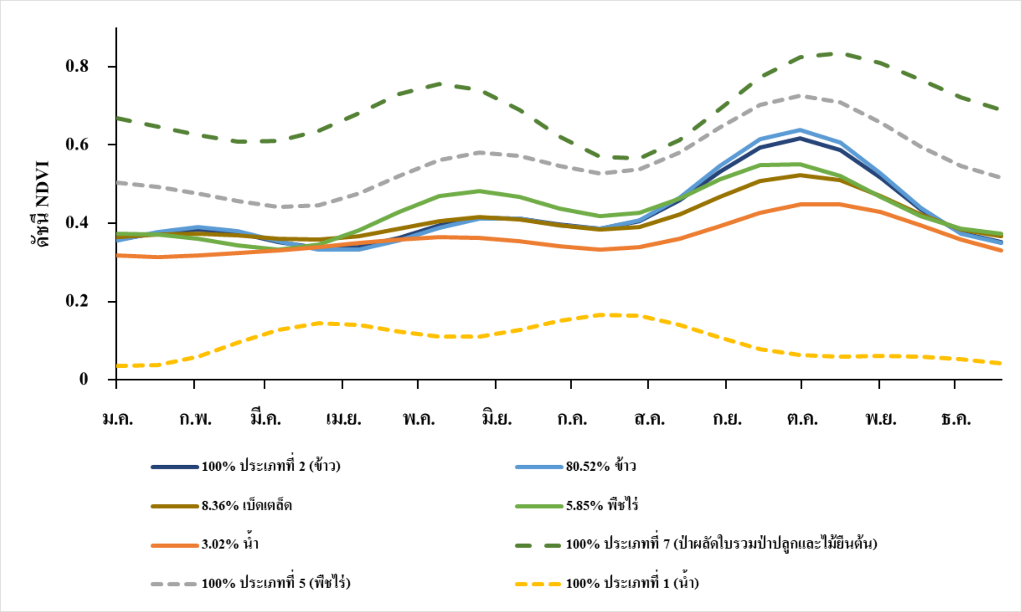


ภาพที่ 51 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทข้าว

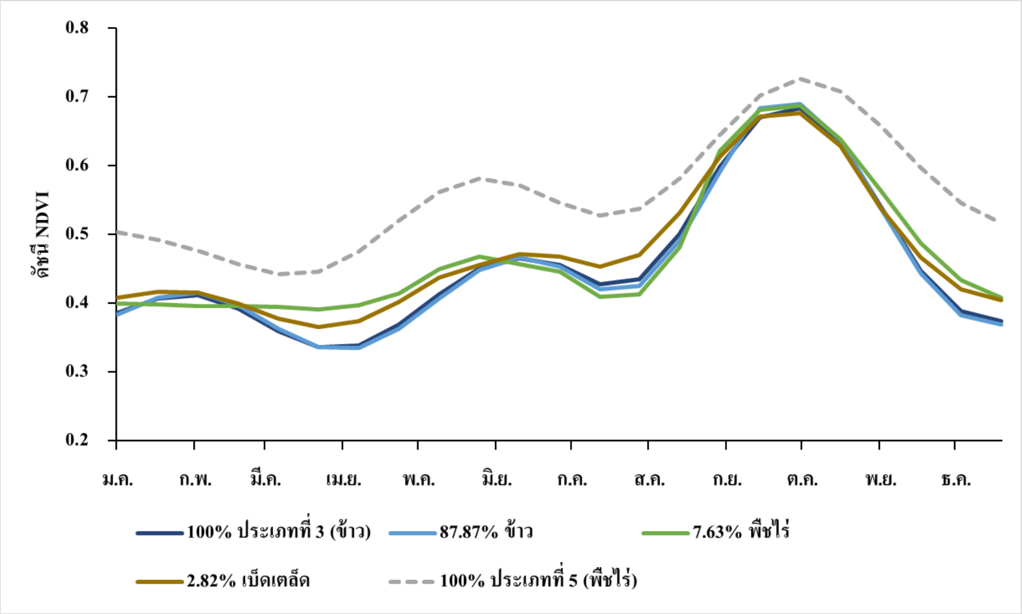
(1) การใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพื้นที่ปลูกข้าว 80.52% เบ็ดเตล็ด 8.36% พืชไร่ 5.85% น้ำ 3.02% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 2.26% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ทั้งหมด 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นข้าว (80.52%) บริเวณที่เป็นเบ็ดเตล็ด (8.36%) บริเวณที่เป็นพืชไร่ (5.85%) และบริเวณที่เป็นน้ำ (3.02%) ดังแสดงในภาพที่ 52 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 80.52%, 8.36%, 5.85% และ 3.02% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ซึ่งตรงกับพืชไร่ของกรมพัฒนาที่ดินถึง 36.21% และการใช้ที่ดินประเภทที่ 1 ซึ่งตรงกับน้ำนั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ซึ่งตรงกับข้าวของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ปลูกข้าว

(2) การใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพื้นที่ปลูกข้าว 87.87% พืชไร่ 7.63% และเบ็ดเตล็ด 2.82% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 1.67 % ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ทั้งหมด 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นข้าว (87.87%) บริเวณที่เป็นพืชไร่ (7.63%) และบริเวณที่เป็นเบ็ดเตล็ด (2.82%) ดังแสดงในภาพที่ 53 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 87.87%, 7.63% และ 2.82% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ซึ่งตรงกับพืชไร่ของกรมพัฒนาที่ดินถึง 36.21% นั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ซึ่งตรงกับข้าวของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ปลูกข้าว

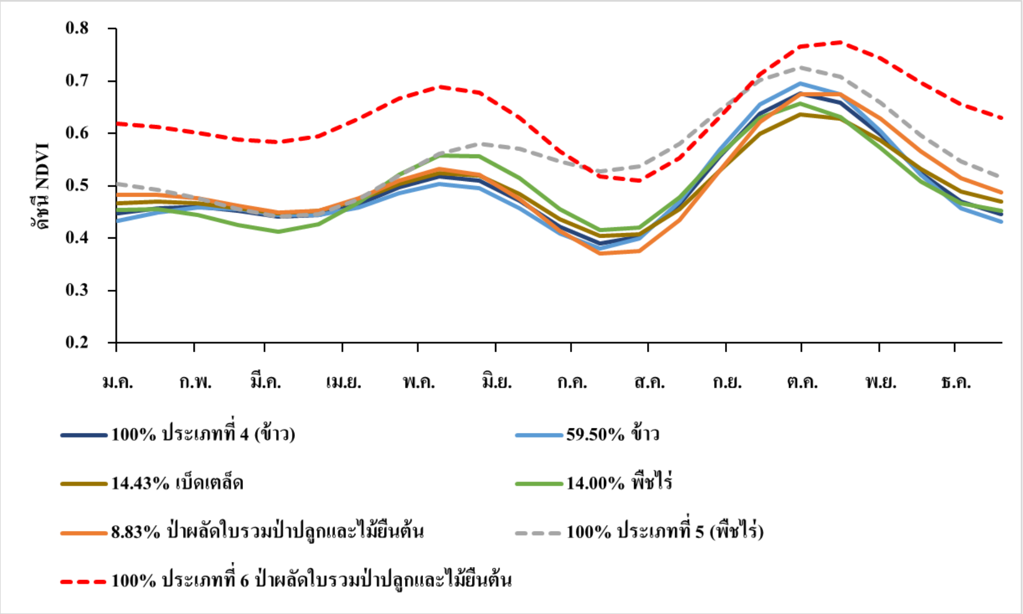
(3) การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพื้นที่ปลูกข้าว 59.50% เบ็ดเตล็ด 14.43% พืชไร่ 14.00% และป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น 8.83% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 3.25% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ทั้งหมด 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นข้าว (59.50%) บริเวณที่เป็นเบ็ดเตล็ด (14.43%) บริเวณที่เป็นพืชไร่ (14.00%) และบริเวณที่เป็นป่าผลัดใบรวมป่าและไม้ยืนต้น (8.83%) ดังแสดงในภาพที่ 54 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 59.50%, 14.43%, 14.00% และ 8.83% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ซึ่งตรงกับพืชไร่ของกรมพัฒนาที่ดินถึง 36.21% (รายละเอียดการตรวจสอบการใช้ที่ดินของพืชไร่ แสดงในหัวข้อย่อย 5.1.5) การใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ซึ่งตรงกับป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและ



ภาพที่ 52 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 2 ที่เป็นข้าว



ภาพที่ 53 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 3 ที่เป็นข้าว

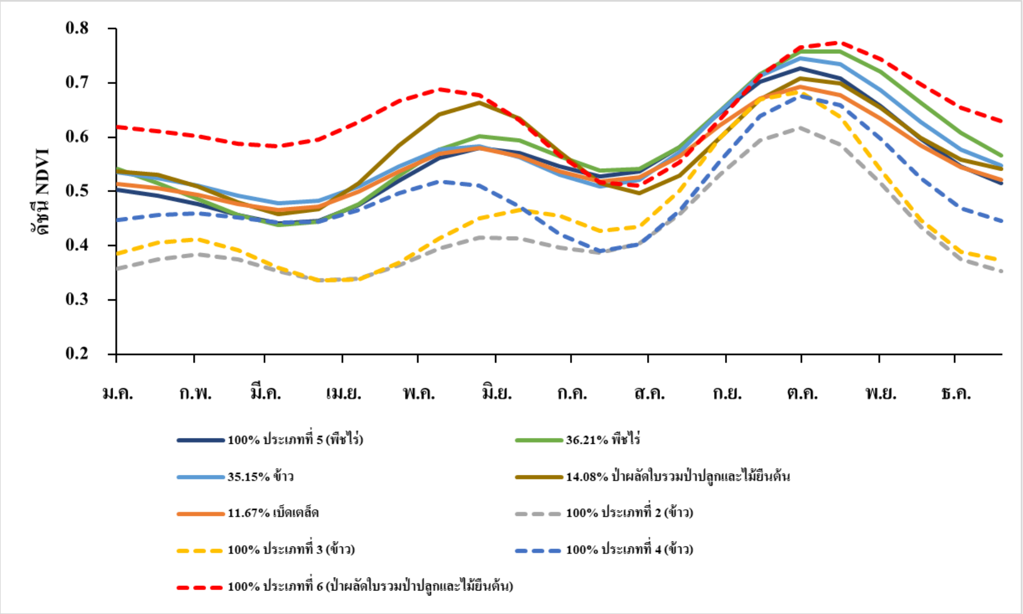


ภาพที่ 54 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับการใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ที่เป็นข้าว

ไม้ยืนต้นนั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ซึ่งตรงกับข้าวของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 4 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ปลูกข้าว

5.1.5 พื้นที่พืชไร่

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ตรงกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินประเภทพืชไร่ 36.21% ข้าว 35.15% ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น 14.08% เบ็ดเตล็ด 11.67% ในขณะที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รวม 2.89% ดังนั้น เมื่อนำ Signature ของป่าผลัดใบที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ทั้ง 100% มาเปรียบเทียบกับ Signature บริเวณที่ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินเป็นพืชไร่ (36.21%) บริเวณที่เป็นข้าว (35.15%) บริเวณที่เป็นป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น (14.08%) และบริเวณที่เป็นเบ็ดเตล็ด (11.67%) ดังแสดงในภาพที่ 55 พบว่า Signature ของทั้ง 100%, 36.21%, 35.15%, 14.08% และ 11.67% มีลักษณะใกล้เคียงกัน ในขณะที่ Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งตรงกับข้าวของกรมพัฒนาที่ดิน รวมทั้ง Signature ของการใช้ที่ดินประเภทที่ 6 ซึ่งตรงกับป่าปลูกและไม้ยืนต้นนั้นมีลักษณะที่แตกต่างจากป่าผลัดใบของ



ภาพที่ 55 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูล สำหรับพื้นที่พืชไร่

กรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ที่ดินประเภทที่ 5 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI คือ พื้นที่ปลูกพืชไร่

จากข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชไร่แต่ละชนิดสำหรับการใช้ที่ดินประเภทพืชไร่ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อย่อย 4.1.5 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ Signature ของพืชไร่ในลุ่มน้ำมูล ซึ่งตรงกับประเภทการใช้ที่ดินที่ 5 ที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ดังแสดงในภาพที่ 55 จากภาพดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทที่ 5 มีลักษณะการเพาะปลูกพืชต่อเนื่องจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวประมาณ 8 เดือน (เมษายนถึงธันวาคม) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของอ้อยและมันสำปะหลัง

5.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินด้วยค่าทางสถิติ

จากผลการเปรียบเทียบความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลโดยดัชนี NDVI กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน จะได้ประเภทการใช้ที่ดินจำนวน 7 ประเภท

อย่างไรก็ตาม การใช้ที่ดินประเภทที่ 2, 3 และ 4 คือ การปลูกข้าว 1 ฤดูกาล ดังนั้นจึงเป็นผลให้การใช้ที่ดินทั้งสามประเภทถูกนำมารวมกัน จึงเป็นผลให้การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำมูลถูกแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย 1) พื้นที่น้ำ 2) ข้าวนาปี 3) อ้อยและมันสำปะหลัง 4) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และ 5) ป่าไม่ผลัดใบ อย่างไรก็ตาม จากผลการเปรียบเทียบความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลโดยดัชนี NDVI กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน สามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาตรวจสอบด้วยค่าทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วย ค่าความถูกต้องทั้งหมด และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า โดยในการคำนวณจะรวมประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI และกรมพัฒนาที่ดิน 5 ประเภทหลัก ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่น้ำ ข้าว พืชไร่ ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และป่าไม่ผลัดใบ โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังในตารางที่ 15 ซึ่งแสดงเมตริกความแตกต่างของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2558-2559 แสดงให้เห็นว่า ดัชนี NDVI สามารถจำแนกการใช้ที่ดินที่สอดคล้องกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในลุ่มน้ำมูลเท่ากับ 71.93% และได้ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.48 โดยเปอร์เซ็นต์ความเข้ากันได้ของการจำแนกการใช้ที่ดินประเภทน้ำ ข้าว พืชไร่ ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และป่าไม่ผลัดใบ เท่ากับ 86.08%, 85.40%, 36.21% 50.24% และ 61.43% ตามลำดับ โดยดัชนี NDVI ประเภทน้ำและข้าว มีเปอร์เซ็นต์ความเข้ากันได้ของประเภทการใช้ที่ดินสูง ในขณะที่พืชไร่ ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และป่าไม่ผลัดใบนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความเข้ากันได้ไม่มาก ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องกับจุดสำรวจ ซึ่งรายละเอียดจะแสดงในหัวข้อที่ 6

ตารางที่ 15 เมตริกความเข้ากันได้ของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 สำหรับลุ่มน้ำมูล

หน่วย: พื้นที่ (ตร.กม.)

ข้อมูลการจำแนก	ข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน						
	น้ำ	ข้าว	พืชไร่	ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	ผลรวมในแถว	การจำแนกที่ดัชนี NDVI ตรงกับกรมพัฒนาที่ดิน (%)
น้ำ	381	52	3	6	0	443	86.08
ข้าว	710	39121	4086	1867	24	45807	85.40
พืชไร่	118	5286	4088	1773	24	11289	36.21
ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	104	1748	1226	3527	414	7019	50.24
ป่าไม่ผลัดใบ	6	153	113	2240	4001	6513	61.43
ผลรวมในคอลัมน์	1319	46360	9516	9413	4463	71072	-
การจำแนกที่กรมพัฒนาที่ดินตรงกับดัชนี NDVI (%)	28.92	84.39	42.96	37.47	89.64	-	71.93
ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า			0.48				

หมายเหตุ: 86.08% = 381/443 x 100% , 28.92% = 381/1319 x 100%

6. ผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth

จากผลการเปรียบเทียบความเข้ากันได้ของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2558-2559 นั้นเป็นเพียงการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI เท่านั้น เนื่องจากข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินนั้นใช้เวลาหลายปีในการเก็บข้อมูลและประมวลผลต่อการทำข้อมูลการใช้ที่ดินในแต่ละชุด ซึ่งการใช้ที่ดินมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ทุกปี ทำให้ข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินไม่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของดัชนี NDVI ได้โดยตรง ในการศึกษานี้จึงได้ทำการสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลเพื่อทำการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI โดยการสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินประกอบด้วย การสำรวจภาคสนาม และการสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth โดยผลการสำรวจในแต่ละส่วนแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 ผลการสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

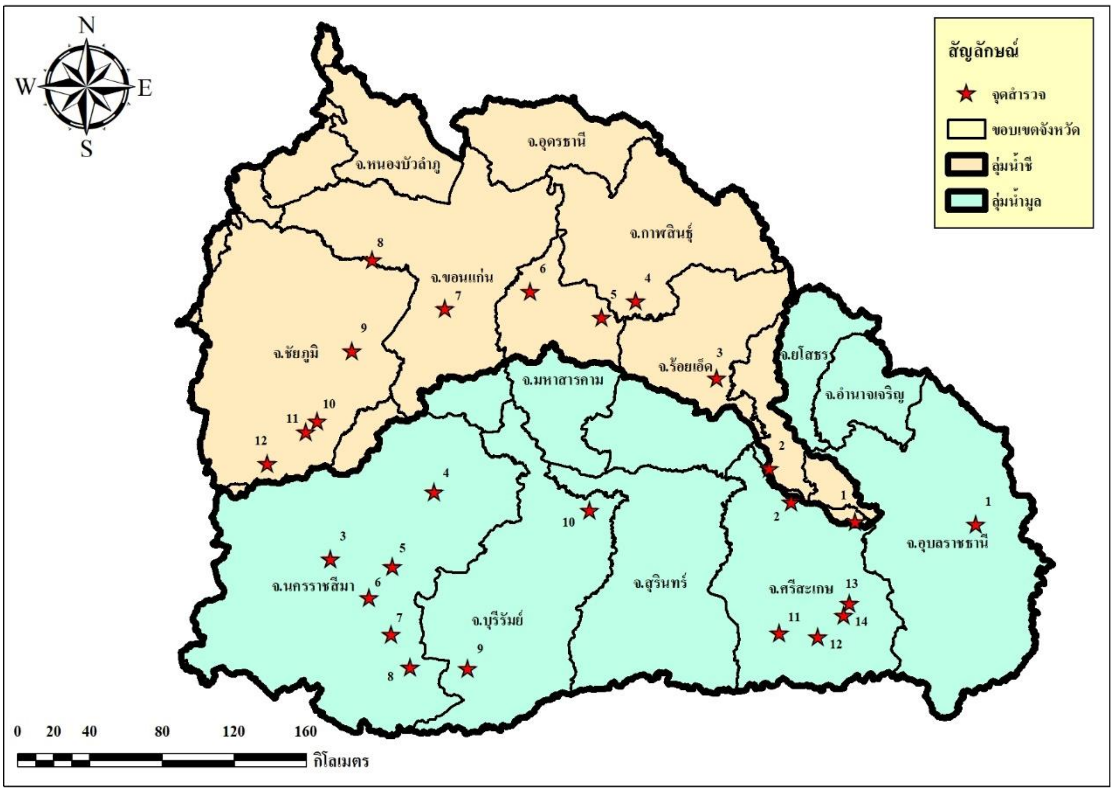
ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่สำรวจจุดข้อมูลการใช้ที่ดินจำนวน 26 จุด โดยจุดสำรวจทั้งหมดเป็นจุดที่ประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI มีความแตกต่างกับประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินอย่างชัดเจน โดยพื้นที่การสำรวจการใช้ที่ดินภาคสนามส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ปลูกข้าวในเขตชลประทาน เนื่องจากผู้วิจัยต้องการตรวจสอบจำนวนครั้งของการปลูกข้าวต่อปีในแต่ละพื้นที่ ระยะเวลาการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามเริ่มตั้งแต่วันที่ 23 พ.ย. 2562 ถึง 28 พ.ย. 2562 ใน 13 จังหวัด ที่ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ ยโสธร ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ขอนแก่น อุดรธานี หนองบัวลำภู ชัยภูมิ นครราชสีมา และบุรีรัมย์ โดยตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจการใช้ที่ดินภาคสนามในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลแสดงดังในตารางที่ 16 และ ตารางที่ 17 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจภาคสนามในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลดังในภาพที่ 56 ผลการสำรวจภาคสนามของข้อมูลการใช้ที่ดินในแต่ละจุดสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำชีแสดงดังในตารางที่ 16 และภาพผนวกที่ 1 ถึงภาพผนวกที่

ตารางที่ 16 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจการใช้ที่ดินภาคสนามในลุ่มน้ำชี

ลำดับ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัด	
		ละติจูด	ลองจิจูด
1	ต.หนองแวง อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	15.19	104.64
2	ต.สงยาง อ.มหาชนะชัย จ.ยโสธร	15.45	104.21
3	ต.ลาดพัฒนา อ.เมือง จ.มหาสารคาม	16.21	103.37
4	ต.นางาม อ.เสลภูมิ จ.ร้อยเอ็ด	15.90	103.95
5	ต.ธัญญา อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์	16.29	103.54
6	ต.หนองบัว อ.โกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม	16.34	103.02
7	ต.ท่าศาลา อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	16.25	102.59
8	อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	16.49	102.23
9	ต.นาหนองทุ่ม อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	16.04	102.13
10	ต.ลุ่มลำชี อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	15.69	101.95
11	ต.ละหาน อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	15.64	101.90
12	ต.บ้านเพชร อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ	15.48	101.71

ตารางที่ 17 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจการใช้ที่ดินภาคสนามในลุ่มน้ำมูล

ลำดับ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัด	
		ละติจูด	ลองจิจูด
1	อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี	15.18	105.24
2	อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	15.28	104.32
3	ต.พลกรัง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	15.00	102.02
4	ต.ชีวาน อ.พิมาย จ.นครราชสีมา	15.34	102.54
5	อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา	14.96	102.33
6	ต.ท่าอ่าง อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา	14.81	102.22
7	ต.หนองไม้ไผ่ อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา	14.63	102.32
8	ต.สุขไพบูลย์ อ.เสิงสาง จ.นครราชสีมา	14.46	102.42
9	ต.ไทยเจริญ อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์	14.46	102.71
10	ต.นิคม อ.สตึก จ.บุรีรัมย์	15.25	103.31
11	ต.ศรีตระกูล อ.ขุขันธ์ จ.ศรีสะเกษ	14.64	104.26
12	ต.สิ อ.ขุนหาญ จ.ศรีสะเกษ	14.61	104.45
13	ต.ภูเงิน อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ	14.72	104.58
14	ต.หนองฮาง อ.เบญจลักษ์ จ.ศรีสะเกษ	14.78	104.61



ภาพที่ 56 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจภาคสนามในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

12 สำหรับผลการสำรวจภาคสนามของข้อมูลการใช้ที่ดินในแต่ละจุดสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลแสดงดังในตารางที่ 17 และภาพผนวกที่ 13 ถึงภาพผนวกที่ 26

ตารางที่ 18 ผลการสำรวจภาคสนามของข้อมูลการใช้ที่ดินในแต่ละจุดสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำชี

ลำดับ จุดสำรวจ	ประเภท การใช้ที่ดิน	รายละเอียดการใช้ที่ดินของจุดสำรวจ
1	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่าในปี พ.ศ. 2561 มีการปลูกข้าวเฉพาะข้าวนาปี
2	ข้าวนาปี	พื้นที่ที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่กล่าวว่าปกติปลูกข้าวเฉพาะข้าวนาปี เนื่องจากชนิดของข้าวที่ปลูกคือข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวไวแสง ปลูกได้เฉพาะช่วงนาปี เนื่องจากช่วงนาปรังข้าวหอมมะลิไม่งอกเมล็ดข้าวทำให้ช่วงนาปีข้าวในนาจึงมีการปนพันธุ์ข้าวคนละชนิด ซึ่งทำให้ขายไม่ได้ ส่วนนาปรังต้องปลูกพืชชนิดอื่น โดยชาวบ้านนิยมปลูกแตงโม อ้อยหรือผักที่ไม่ใช้น้ำมาก
3, 4, 5	ข้าวนาปีและนาปรัง	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านกล่าวว่าในปี พ.ศ. 2561 บริเวณพื้นที่แถบนี้มีการปลูกข้าวนาปีและนาปรัง มีการสูบน้ำจากลำน้ำชีเข้าคลอง โดยชาวบ้านปลูกข้าวหอมมะลิในช่วงนาปี และปลูกข้าวเจ้าหรือข้าวสวยพันธุ์กข 61 ในช่วงนาปรัง
6	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ซึ่งพื้นที่สำรวจอยู่ด้านท้ายน้ำของโครงการ ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่าในปี พ.ศ. 2561 มีน้ำไม่เพียงพอต่อการปลูกข้าวนาปีและนาปรัง ชาวบ้านปลูกเฉพาะข้าวนาปี น้ำส่วนใหญ่จะถูกแย่งไปใช้ทางต้นน้ำของโครงการมาก ทางท้ายน้ำของโครงการจึงมีน้ำไม่เพียงพอ โดยชนิดของข้าวที่ปลูกคือข้าวเหนียว
7	ไม้ยืนต้น	พื้นที่สำรวจคือเขตป่าสงวนของกรมป่าไม้ ซึ่งมีการปลูกยูคาลิปตัสเป็นหลัก
8	ข้าวนาปีและนาปรัง	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่าในปี พ.ศ. 2561 ปลูกข้าวนาปีและนาปรัง โดยปกติมีน้ำเพียงพอต่อการปลูกข้าวนาปีและนาปรังในแต่ละปี
9	ข้าวนาปีและนาปรัง	ชาวบ้านบริเวณพื้นที่สำรวจกล่าวว่าพื้นที่แถบนี้มีการปลูกข้าวกันมาก ส่วนใหญ่ปลูกข้าว 2 ฤดูกาล เพราะเป็นเขตชลประทาน โดยได้น้ำจากเขื่อนลำปะทาวมาทางท่อส่งน้ำที่ลอดผ่านภูเขา
10	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจอยู่ใกล้กับเขตชลประทานของอ่างเก็บน้ำหนองละหาน แต่อยู่นอกเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่า พื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่ปลูกข้าวเป็นหลัก โดยสามารถปลูกข้าวนาปีและนาปรัง ยกเว้นในปี พ.ศ. 2560-2561 ซึ่งน้ำในอ่างหนองละหานมีน้อย ทางกรมชลประทานจึงไม่ให้ปลูกข้าวนาปรัง

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ลำดับจุดสำรวจ	ประเภทการใช้ที่ดิน	รายละเอียดการใช้ที่ดินของจุดสำรวจ
11	น้ำ	พื้นที่สำรวจคือบึงละหาน โดยชาวบ้านบริเวณพื้นที่สำรวจกล่าวว่า ในปี พ.ศ. 2561 บึงละหานมีน้ำในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งน้ำในบึงมีการจัดการน้ำโดยกรมชลประทานร่วมกับกรมประมง โดยที่ทางด้านเหนือน้ำของบึงมีศูนย์วิจัยสัตว์น้ำของกรมประมงซึ่งบังคับไม่ให้ปล่อยน้ำในบึงมากเกินไป
12	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือพื้นที่เขตชลประทานรับน้ำจากอ่างเก็บน้ำโคกพงาด ชาวบ้านบริเวณพื้นที่สำรวจกล่าวว่าในปี พ.ศ. 2561 น้ำในอ่างเก็บน้ำมีน้อย การปลูกข้าวปลูกได้เฉพาะข้าวนาปี บริเวณพื้นที่เน้นปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด หรือพืชเชิงเดี่ยวอื่น ๆ โดยชนิดข้าวที่ปลูกคือข้าวเหลืองปะทิว ชาวบ้านไม่ค่อยปลูกข้าวหอมมะลิ เพราะการเติบโตของข้าวหอมมะลิสู้หญ้าไม่ไหว เนื่องจากข้าวหอมมะลิมีอายุการเจริญเติบโตเท่าหญ้า ซึ่งจะโดนหญ้าแย่งสารอาหารในดิน

ตารางที่ 19 ผลการสำรวจภาคสนามของข้อมูลการใช้ที่ดินในแต่ละจุดสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล

ลำดับจุดสำรวจ	ประเภทการใช้ที่ดิน	รายละเอียดการใช้ที่ดินของจุดสำรวจ
1	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่าในปี พ.ศ. 2561 บริเวณพื้นที่สำรวจมีการปลูกข้าวเฉพาะข้าวนาปี เพราะพื้นที่สำรวจอยู่ท้ายน้ำของโครงการชลประทาน ซึ่งมีระดับดินสูง ทำให้โครงการชลประทานไม่สามารถส่งน้ำมาถึงพื้นที่ได้
2	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่า ปกติมีการสูบน้ำจากคลองชลประทานเดียวกับจุดสำรวจที่ 2 แต่ในปี พ.ศ. 2561 โครงการชลประทานส่งน้ำมาไม่ถึงพื้นที่จึงทำให้ปลูกข้าวได้เฉพาะข้าวนาปี พื้นที่สำรวจโดยรอบมีการปลูกอ้อย เป็นหย่อม ๆ เพราะน้ำไม่พอปลูกข้าว ชาวบ้านจึงเปลี่ยนมาปลูกอ้อย
3	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านกล่าวว่าปกติอ่างเก็บน้ำไม่ค่อยมีน้ำในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ไม่มีน้ำมาใช้ปลูกข้าวนาปรัง โดยชาวบ้านปลูกข้าวหอมมะลิช่วงนาปี 1 ครั้งต่อปี

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลำดับ จุดสำรวจ	ประเภท การใช้ที่ดิน	รายละเอียดการใช้ที่ดินของจุดสำรวจ
4	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่าบริเวณพื้นที่มีน้ำไม่เพียงพอในการปลูกข้าวนาปรัง จึงปลูกข้าวเฉพาะในฤดูฝน
5	ป่าปลูก	พื้นที่สำรวจคือท่าอากาศยานนครราชสีมา โดยกรมท่าอากาศยานปิดการใช้งานสนามบินในเชิงพาณิชย์ แต่เปิดใช้งานสำหรับการซ้อมบินของกองทัพอากาศ บริเวณพื้นที่โดยรอบเป็นป่าปลูกชนิดไม้แดงเป็นหลัก
6	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่าปกติโครงการจะส่งน้ำมาไม่ถึงพื้นที่ ทำให้ปลูกข้าวได้เฉพาะข้าวนาปีครั้งเดียวต่อปี ชนิดของข้าวที่ปลูกคือข้าวหอมมะลิ ถ้าเป็นพื้นที่ทางต้นน้ำสามารถปลูกข้าวนาปีและนาปรังได้
7	พืชไร่ ประเภท มันสำปะหลัง	บริเวณพื้นที่สำรวจส่วนใหญ่ปลูกเฉพาะมันสำปะหลัง โดยชาวบ้านในพื้นที่สำรวจกล่าวว่าบริเวณพื้นที่สำรวจเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่ใหญ่ที่สุดใน จ.นครราชสีมา การปลูกจะใช้แต่น้ำฝน บางบริเวณใช้น้ำจากบ่อบาดาลโดยทำระบบน้ำหยด สภาพดินบริเวณพื้นที่สำรวจเป็นดินร่วนเหนียว
8	ไม้ยืนต้น	พื้นที่สำรวจเป็นพื้นที่ปลูกยางพาราเป็นหลัก นอกจากนี้มีการปลูกยูคาลิปตัสและมันสำปะหลัง
9	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่กล่าวว่าบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวนาปี ถ้าเป็นพื้นที่ทางต้นน้ำของโครงการสามารถปลูกได้นาปีและนาปรังได้
10	ไม้ยืนต้น	พื้นที่สำรวจมีการปลูกยางพาราเป็นหลัก นอกจากนี้มีการปลูกยูคาลิปตัสและมันสำปะหลัง
11	ข้าวนาปีและ นาปรัง	พื้นที่สำรวจคือพื้นที่นอกเขตชลประทานของอ่างเก็บน้ำห้วยศาลาแต่ใกล้กับเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่กล่าวว่าปกติปลูกข้าวนาปีและนาปรัง
12	ข้าวนาปี	พื้นที่สำรวจคือพื้นที่นอกเขตชลประทานของอ่างเก็บน้ำห้วยทาแต่อยู่ใกล้กับเขตชลประทาน ชาวบ้านในพื้นที่กล่าวว่าส่วนใหญ่ปลูกข้าวนาปีและนาปรัง อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2561 น้ำถูกส่งมาไม่ถึงพื้นที่ทำให้ปลูกข้าวได้เฉพาะข้าวนาปี
13	น้ำ	พื้นที่สำรวจคืออ่างเก็บน้ำห้วยตามาย ชาวบ้านในพื้นที่กล่าวว่าปกติอ่างเก็บน้ำมีน้ำตลอดในช่วงฤดูแล้ง

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลำดับจุดสำรวจ	ประเภทการใช้ที่ดิน	รายละเอียดการใช้ที่ดินของจุดสำรวจ
14	ข้าวนาปีและนาปรัง	พื้นที่สำรวจคือเขตชลประทานของโครงการชลประทานศรีสะเกษ ชาวบ้านในพื้นที่กล่าวว่าพื้นที่บริเวณนี้ปลูกข้าวหอมมะลิพันธุ์ 105 เป็นหลัก เป็นต้นพันธุ์ให้ จ.อุบลราชธานี ส่วนมากสามารถปลูกข้าวนาปีและนาปรังได้ ถ้าน้ำจากโครงการชลประทานส่งมาไม่ถึงพื้นที่แถบนี้ ชาวบ้านจะเปลี่ยนไปปลูกพืชสวนหรือข้าวโพดแทน

6.2 ผลการสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth

เนื่องจากการสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินภาคสนามใช้งบประมาณสูงและจุดสำรวจภาคสนามยังไม่ครอบคลุมพื้นที่มากพอที่จะใช้ในการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในการศึกษานี้จึงทำการสำรวจจุดข้อมูลการใช้ที่ดินเพิ่มเติมโดยการสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth ทั้งหมด 2,000 จุด ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ดังแสดงในวิธีการหัวข้อย่อย 5.2 ในส่วนของวิธีการในเรื่อง "การสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth" โดยในการศึกษานี้ได้สำรวจข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินบนภาพถ่ายดาวเทียมทั้งหมด 8 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย น้ำ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ป่าผลัดใบ ป่าปลูกและไม้ยืนต้น และป่าไม่ผลัดใบ โดยลักษณะของแต่ละประเภทการใช้ที่ดินมีรายละเอียดจุดสังเกตดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 การสำรวจการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของ Google Earth

ประเภทการใช้ที่ดิน	รายละเอียด
น้ำ	พื้นที่น้ำมีลักษณะเป็นสีเขียวมืดเข้มกระจายตัวในพื้นที่เป็นลักษณะของน้ำดังแสดงในภาพผนวกที่ 27
ข้าว	พื้นที่ปลูกข้าวมีลักษณะเป็นสีเขียวแบบไม่หนาดังแสดงในภาพผนวกที่ 28
อ้อย	พื้นที่ปลูกอ้อยมีลักษณะเป็นสีเขียวนูนสูงมีความหนา ตามลักษณะความใหญ่ของใบอ้อยดังแสดงในภาพผนวกที่ 29
มันสำปะหลัง	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นสีเขียวนูนสูงคล้ายอ้อยแต่ลักษณะของใบสั้นกว่า พื้นที่เพาะปลูกเป็นดินร่วนเหนียว จากภาพถ่ายลักษณะของดินในบริเวณพื้นที่จะมีลักษณะสีน้ำตาลเข้มดังแสดงในภาพผนวกที่ 30
ข้าวโพด	พื้นที่ปลูกข้าวโพดมีลักษณะคล้ายกับมันสำปะหลังดังแสดงในภาพผนวกที่ 31
ป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ไม้ยืนต้นที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลักคือ ต้นยูคาลิปตัส ส่วนป่าปลูกจะปลูกพวกไม้แดงเป็นหลัก จากภาพถ่ายดาวเทียมมีลักษณะคล้ายกันคือ สีเขียวนูนสูงดังแสดงในภาพผนวกที่ 32
ป่าผลัดใบ	จากภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ป่าผลัดใบมีลักษณะสีเขียวแก่ดังแสดงในภาพผนวกที่ 33 โดยพื้นที่ป่าผลัดใบจะไม่มีมุมมอง Street view ให้ตรวจสอบเพิ่มเติมเนื่องจากการสำรวจเข้าไปไม่ถึงพื้นที่
ป่าไม่ผลัดใบ	พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบมีลักษณะสีเขียวเข้มทึบกว่าพื้นที่ป่าผลัดใบดังแสดงในภาพผนวกที่ 34 โดยพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบจะไม่มีมุมมอง Street view ให้ตรวจสอบเพิ่มเติมเช่นเดียวกับป่าผลัดใบ

5.3 ผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม

จากผลการสำรวจการใช้ที่ดินทั้งจากภาคสนามและจากภาพถ่ายดาวเทียมรวมทั้งสิ้น 2,026 จุด ได้ถูกนำมาตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยการคำนวณค่าทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วย ค่าความถูกต้องทั้งหมดและค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า โดยจากผลการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีและมูลที่ได้จากดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ทำให้ทราบประเภทการใช้ที่ดินหลักของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในลุ่มน้ำชีจำนวน 7 ประเภท และในลุ่มน้ำมูลจำนวน 5 ประเภท ในการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 กับจุดสำรวจการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมนั้นจะทำการรวมการใช้ที่ดินประเภทข้าวนาปี และข้าวนาปีและนาปรัง เป็นการใช้ที่ดินประเภทข้าว เนื่องจากจุดสำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินส่วนใหญ่มาจากการสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม ทำให้ข้อมูลการใช้ที่ดินประเภทข้าวซึ่งไม่สามารถแยกจำนวนฤดูกาลของการปลูกข้าวได้

ดังนั้นการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชีและมูลกับข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามทั้งหมด 26 จุดได้ทำการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของการใช้ที่ดินทั้งสิ้น 6 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย 1) พื้นที่น้ำ 2) ข้าวนาปี 3) ข้าวนาปีและนาปรัง 4) พืชไร่ และ 5) ไม้ยืนต้น โดยตารางแสดงเมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของข้อมูลจุดสำรวจสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลแสดงดังในตารางที่ 21 และตารางที่ 22 ตามลำดับ จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในลุ่มน้ำชีมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 91.67% และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.87 ในขณะที่การจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในลุ่มน้ำมูลมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 85.71% และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.77 ซึ่งพิสูจน์ให้เห็นว่าการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI มีความน่าเชื่อถือ ส่วนการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำชีกับข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมได้ทำการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของการใช้ที่ดินทั้งสิ้น 6 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย 1) พื้นที่น้ำ

ตารางที่ 21 เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามสำหรับลุ่มน้ำชี

ข้อมูลการจำแนก	ข้อมูลของจุดสำรวจ						
	น้ำ	ข้าวนาปี	ข้าวนาปีและนาปรัง	พืชไร่	ป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ผลรวมในแถว	การจำแนกที่ดัชนี NDVI ตรงกับจุดสำรวจ (%)
น้ำ	1	0	0	0	0	1	100.00
ข้าวนาปี	0	5	1	0	0	6	83.33
ข้าวนาปีและนาปรัง	0	0	4	0	0	4	100.00
พืชไร่	0	0	0	0	0	0	-
ป่าปลูกและไม้ยืนต้น	0	0	0	0	1	1	100.00
ผลรวมในคอลัมน์	1	5	5	0	1	12	-
การจำแนกที่จุดสำรวจตรงกับดัชนี NDVI (%)	100.00	100.00	80.00	-	100.00	-	91.67
ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า			0.87				

2) ข้าว 3) อ้อยและมันสำปะหลัง 4) ข้าวโพด 5) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และ 6) ป่าไม่ผลัดใบ ส่วนการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 ของลุ่มน้ำมูลกับข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมได้ทำการตรวจพิสูจน์ทั้งสิ้น 5 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย 1) พื้นที่น้ำ 2) ข้าว 3) อ้อยและมันสำปะหลัง 4) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และ 5) ป่าไม่ผลัดใบ โดยตารางแสดงเมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ปี พ.ศ. 2561 และประเภทการใช้ที่ดินของข้อมูลจุดสำรวจสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล แสดงดังในตารางที่ 23 และ ตารางที่ 24 ตามลำดับ จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในลุ่มน้ำชีมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 80.44% และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.70 ในขณะที่การจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในลุ่มน้ำมูลมีค่าความถูกต้องเท่ากับ

ตารางที่ 22 เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามสำหรับลุ่มน้ำมูล

ข้อมูลการจำแนก	ข้อมูลของจุดสำรวจ						
	น้ำ	ข้าวนาปี	ข้าวนาปี และนาปรัง	พืชไร่	ป่าปลูก และไม้ ยืนต้น	ผลรวม ในแถว	การจำแนกที่ ดัชนี NDVI ตรง กับจุดสำรวจ (%)
น้ำ	1	0	0	0	0	1	100.00
ข้าวนาปี	0	7	2	0	0	9	77.78
ข้าวนาปีและ นาปรัง	0	0	0	0	0	0	-
พืชไร่	0	0	0	1	0	1	100.00
ป่าปลูกและไม้ยืน ต้น	0	0	0	0	3	3	100.00
ผลรวม ในคอลัมน์	1	7	2	1	3	14	-
การจำแนกที่จุด สำรวจตรงกับ ดัชนี NDVI (%)	100.00	100.00	0	100.00	100.00	-	85.71
ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า			0.77				

86.02% และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.73 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI มีความสมเหตุสมผลทั้งในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล

ตารางที่ 23 เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับลุ่มน้ำชี

ข้อมูลการจำแนก	ข้อมูลของจุดสำรวจ							
	น้ำ	ข้าว	อ้อยและมันสำปะหลัง	ข้าวโพด	ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	ผลรวมในแถว	การจำแนกที่ดัชนี NDVI ตรงกับจุดสำรวจ (%)
น้ำ	13	1	0	0	0	0	14	92.86
ข้าว	2	139	22	0	1	0	164	84.76
อ้อยและมันสำปะหลัง	3	76	350	3	4	2	438	79.91
ข้าวโพด	0	0	7	11	2	0	20	55.00
ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	1	0	12	1	73	6	93	78.49
ป่าไม่ผลัดใบ	0	1	3	0	12	68	84	80.95
ผลรวมในคอลัมน์	19	217	394	15	92	76	813	-
การจำแนกที่จุดสำรวจตรงกับดัชนี NDVI (%)	68.42	64.06	88.83	73.33	79.35	89.47	-	80.44
ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า			0.70					

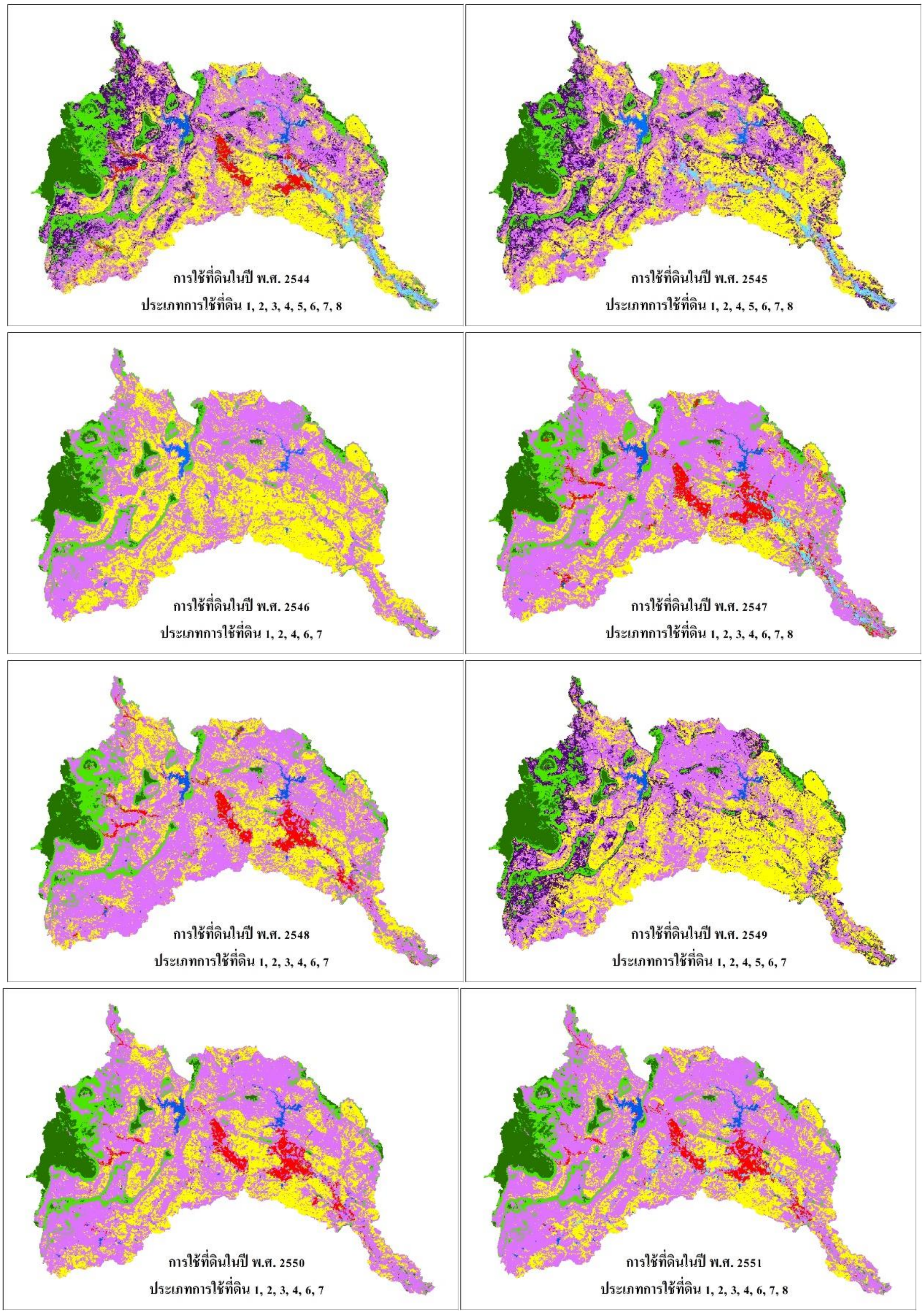
ตารางที่ 24 เมตริกความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 และข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับลุ่มน้ำมูล

ข้อมูลการจำแนก	ข้อมูลของจุดสำรวจ						
	น้ำ	ข้าว	อ้อยและมันสำปะหลัง	ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	ผลรวมในแถว	การจำแนกที่ดัชนี NDVI ตรงกับจุดสำรวจ (%)
น้ำ	11	1	0	0	0	12	91.67
ข้าว	2	718	92	1	0	813	88.31
อ้อยและมันสำปะหลัง	3	33	107	4	2	149	71.81
ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	0	15	6	102	5	128	79.69
ป่าไม่ผลัดใบ	0	0	0	2	83	85	97.65
ผลรวมในคอลัมน์	16	767	205	109	90	1187	-
การจำแนกที่จุดสำรวจตรงกับดัชนี NDVI (%)	68.75	93.61	52.20	93.58	92.22	-	86.02
ค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า			0.73				

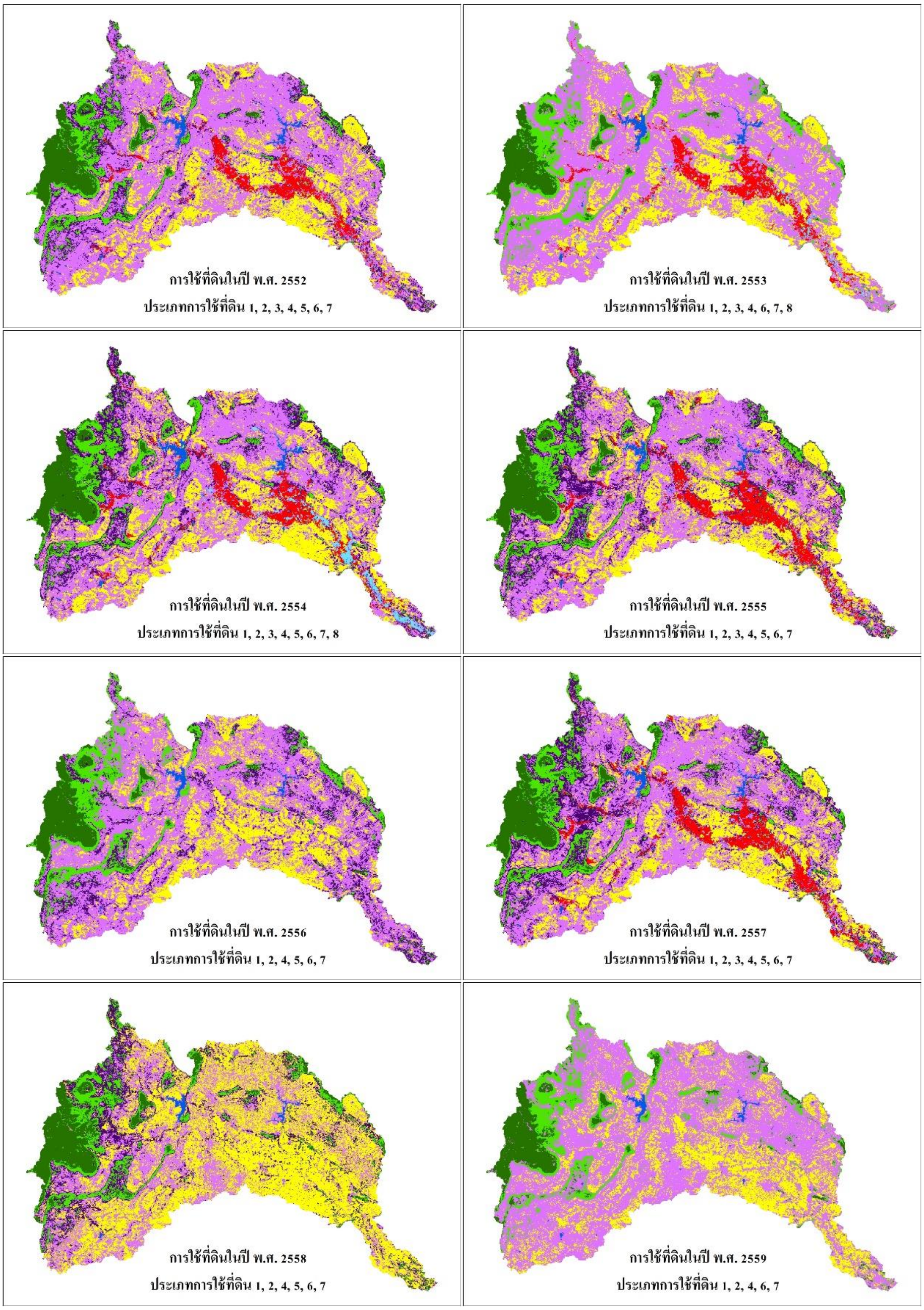
7. ผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561

จากผลการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีที่ได้จากดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน และผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth ทำให้ผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI มีความน่าเชื่อถือ จากนั้นจึงทำการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2560 สำหรับลุ่มน้ำชี โดยกำหนดจำนวนประเภทการใช้ที่ดินในการจำแนกเท่ากับปี พ.ศ. 2561 จำนวน 7 ประเภท อย่างไรก็ตาม จากผลการจำแนกการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2544, 2545, 2547, 2551, 2553, 2554 และ 2560 พบว่ามีเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้นจึงเป็นผลให้มีการเพิ่มประเภทการใช้ที่ดินอีก 1 ประเภท (ประเภทที่ 8) สำหรับปีดังกล่าว คือ พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน

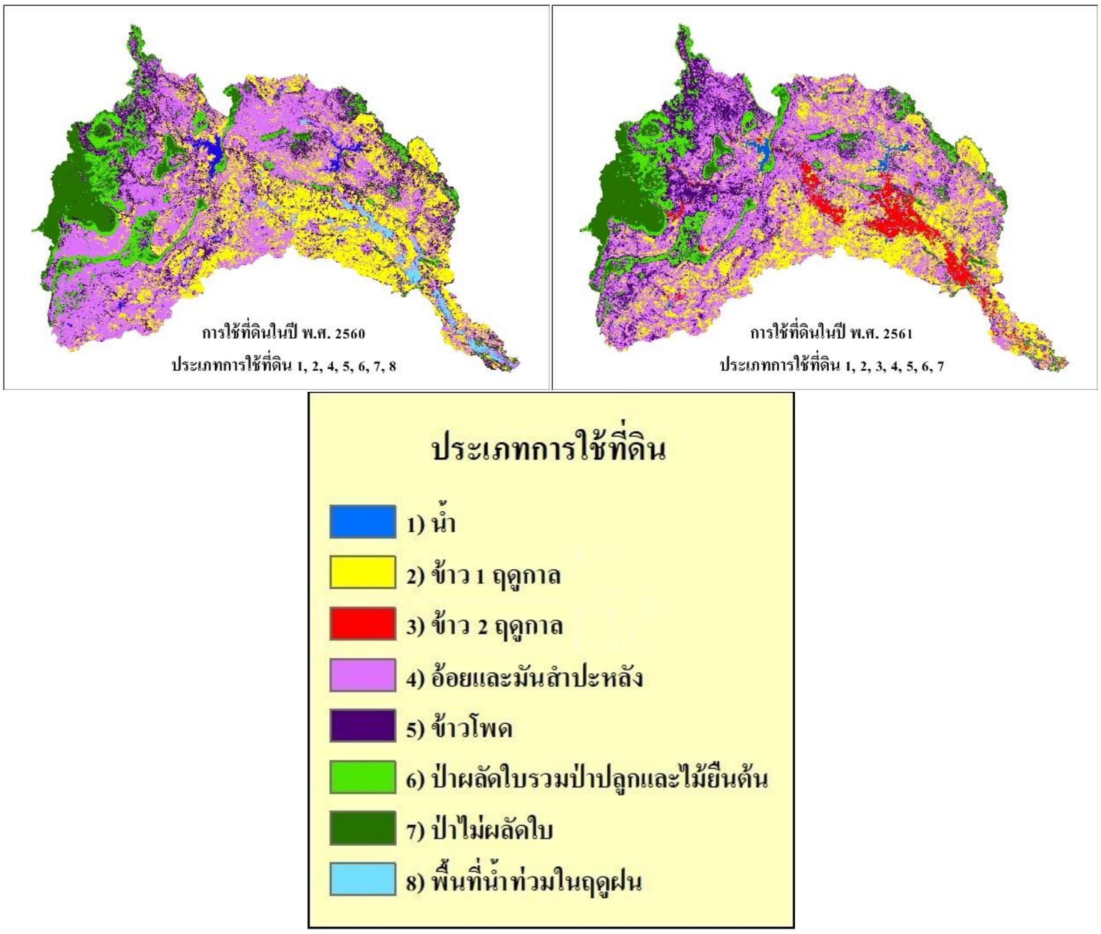
ผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI สำหรับปี พ.ศ. 2544-2561 แสดงดังในภาพที่ 57 โดยในรูปดังกล่าวได้แสดงจำนวนประเภทการใช้ที่ดินในแต่ละปีของแต่ละภาพย่อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า จากจำนวนประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีซึ่งกำหนดให้เท่ากับ 8 ประเภทนั้น โดยส่วนใหญ่จะไม่สามารถแยกประเภทการใช้ที่ดินครบ 8 ประเภท ยกเว้นการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2544 และ 2554 ในขณะที่ปีที่สามารถแยกประเภทการใช้ที่ดินได้ 7 ประเภท ประกอบด้วยการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2545, 2547, 2549, 2551, 2553, 2555, 2557, 2560 และ 2561 ปีที่สามารถแยกประเภทการใช้ที่ดินได้ 6 ประเภท ประกอบด้วยการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2548, 2550, 2556 และ 2558 และปีที่สามารถแยกประเภทการใช้ที่ดินได้ 5 ประเภท ประกอบด้วยการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2546, 2552 และ 2559 สำหรับบทสรุปของผลการจำแนกการใช้ที่ดินในแต่ละปีแสดงดังในตารางที่ 25 โดยในตารางดังกล่าวได้แสดงพื้นที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท โดยสามารถสรุปได้ว่า โดยเฉลี่ยของทั้ง 18 ปีนั้น พื้นที่ลุ่มน้ำชีจำนวน 49,130 ตารางกิโลเมตร มีการปลูกอ้อยและมันสำปะหลังโดยเฉลี่ยเท่ากับ 22,780 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 46.4% ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาคือ การปลูกข้าวนาปี โดยเฉลี่ยเท่ากับ 12,419 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 25.3% ของพื้นที่ทั้งหมด ตามด้วยการปลูกข้าวโพดจำนวน 6,626 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 13.5% ในขณะที่พื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นเท่ากับ 4,615 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 9.4% ของพื้นที่ทั้งหมด และสำหรับป่าไม่ผลัดใบมีจำนวน



ภาพที่ 57 แผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561


การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2552
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2553
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2554
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2555
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2556
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 4, 5, 6, 7
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2557
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2558
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 4, 5, 6, 7
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2559
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 4, 6, 7

ภาพที่ 57 (ต่อ)


การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2560
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
ประเภทการใช้ที่ดิน
1) น้ำ
2) ข้าว 1 ฤดูกาล
3) ข้าว 2 ฤดูกาล
4) อ้อยและมันสำปะหลัง
5) ข้าวโพด
6) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น
7) ป่าไม่ผลัดใบ
8) พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน

ภาพที่ 57 (ต่อ)

ตารางที่ 25 พื้นที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทที่จำแนกโดยดัชนี NDVI และความลึกฝนรายปีของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2544-2561

หน่วย: ตร.กม.

ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน								ความลึกฝนรายปี (มม.)
	น้ำ	ข้าวนาปี	ข้าวนาปีและนาปรัง	อ้อยและมันสำปะหลัง	ข้าวโพด	ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน	
2544	616 (1.3%)	12,862 (26.2%)	1,167 (2.4%)	18,518 (37.7%)	5,703 (11.6%)	6,488 (13.2%)	2,820 (5.7%)	957 (1.9%)	1,316
2545	682 (1.4%)	15,230 (31%)	-	17,689 (36.0%)	7,033 (14.3%)	4,342 (8.8%)	3,057 (6.2%)	1,106 (2.3%)	1,436
2546	532 (1.1%)	17,724 (36.1%)	-	23,542 (47.9%)	-	4,224 (8.6%)	3,107 (6.3%)	-	1,109
2547	633 (1.3%)	8,625 (17.6%)	2,404 (4.9%)	29,076 (59.2%)	-	4,811 (9.8%)	2,897 (5.9%)	691 (1.4%)	1,141
2548	499 (1.0%)	11,379 (23.2%)	1,722 (3.5%)	27,616 (56.2%)	-	5,162 (10.5%)	2,751 (5.6%)	-	1,207
2549	481 (1.0%)	17,976 (36.6%)	-	16,726 (34.0%)	6,610 (13.5%)	4,213 (8.6%)	3,125 (6.4%)	-	1,210
2550	624 (1.3%)	12,260 (25%)	1,634 (3.3%)	27,475 (55.9%)	-	4,225 (8.6%)	2,912 (5.9%)	-	1,301
2551	619 (1.3%)	10,325 (21%)	1,569 (3.2%)	28,675 (58.4%)	-	4,265 (8.7%)	3,251 (6.6%)	431 (0.9%)	1,438
2552	506 (1.0%)	9,998 (20.3%)	1,955 (4.0%)	24,940 (50.8%)	4,742 (9.7%)	3,779 (7.7%)	3,211 (6.5%)	-	1,133
2553	586 (1.2%)	9,941 (20.2%)	2,507 (5.1%)	28,075 (57.1%)	-	4,569 (9.3%)	3,040 (6.2%)	415 (0.8%)	1,245
2554	619 (1.3%)	11,193 (22.8%)	2,266 (4.6%)	20,193 (41.1%)	7,035 (14.3%)	4,029 (8.2%)	2,943 (6.0%)	859 (1.7%)	1,457
2555	462 (0.9%)	10,499 (21.4%)	2,868 (5.8%)	20,514 (41.8%)	7,215 (14.7%)	4,378 (8.9%)	3,194 (6.5%)	-	997
2556	335 (0.7%)	10,208 (20.8%)	-	25,098 (51.1%)	5,231 (10.6%)	5,147 (10.5%)	3,112 (6.3%)	-	1,161

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน								ความลึกฝนรายปี (มม.)
	น้ำ	ข้าวนาปี	ข้าวนาปีและนาปรัง	อ้อยและมันสำปะหลัง	ข้าวโพด	ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน	
2557	411	9,718	2,860	20,920	7,462	4,500	3,259	-	1,122
	(0.8%)	(19.8%)	(5.8%)	(42.6%)	(15.2%)	(9.2%)	(6.6%)		
2558	251	21,277	-	13,311	6,445	4,237	3,608	-	913
	(0.5%)	(43.3%)		(27.1%)	(13.1%)	(8.6%)	(7.3%)		
2559	295	11,640	-	29,180	-	4,692	3,324	-	1,317
	(0.6%)	(23.7%)		(59.4%)		(9.5%)	(6.8%)		
2560	625	12,235	-	18,833	7,621	5,021	3,903	900	1,494
	(1.3%)	(24.9%)		(38.3%)	(15.5%)	(10.2%)	(7.9%)	(1.8%)	
2561	431	10,462	2,088	19,658	7,791	4,981	3,717	-	1,084
	(0.9%)	(21.3%)	(4.3%)	(40.0%)	(15.9%)	(10.1%)	(7.6%)		
เฉลี่ย	511	12,419	2,095	22,780	6,626	4,615	3,179	765	1,227
	(1.0%)	(25.3%)	(4.3%)	(46.4%)	(13.5%)	(9.4%)	(6.5%)	(1.6%)	

ทั้งสิ้น 3,179 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 6.5% ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในแต่ละประเภทการใช้ที่ดินทั้ง 8 ประเภท ของลุ่มน้ำชี แสดงดังภาพที่ 58 และเพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักให้ชัดเจนขึ้นจึงได้แสดงพื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักของลุ่มน้ำชีดังในตารางที่ 26 ซึ่งประกอบด้วย 1. พื้นที่น้ำ 2. พื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวรวมพืชไร่) 3. ป่าไม้และไม้ยืนต้น และ 4. พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน โดยค่าเฉลี่ยทั้ง 18 ปี พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมของลุ่มน้ำชีมีถึง 40,529 ตารางกิโลเมตร (82.5%) รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นรวม 7,794 ตารางกิโลเมตร (15.9%) ตามด้วยพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนเท่ากับ 765 ตารางกิโลเมตร (1.6%) และพื้นที่น้ำเพียง 511 ตารางกิโลเมตร (1.0%)

นอกจากนั้นแล้ว ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมระหว่างพื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่ดังในภาพที่ 59 ซึ่งพบว่า มีการสลับเปลี่ยนการปลูกระหว่างพืชทั้งสองประเภทในแต่ละปีในขณะที่พื้นที่รวมของพื้นที่เกษตรกรรมในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก รวมทั้งในภาพที่ 60 ได้

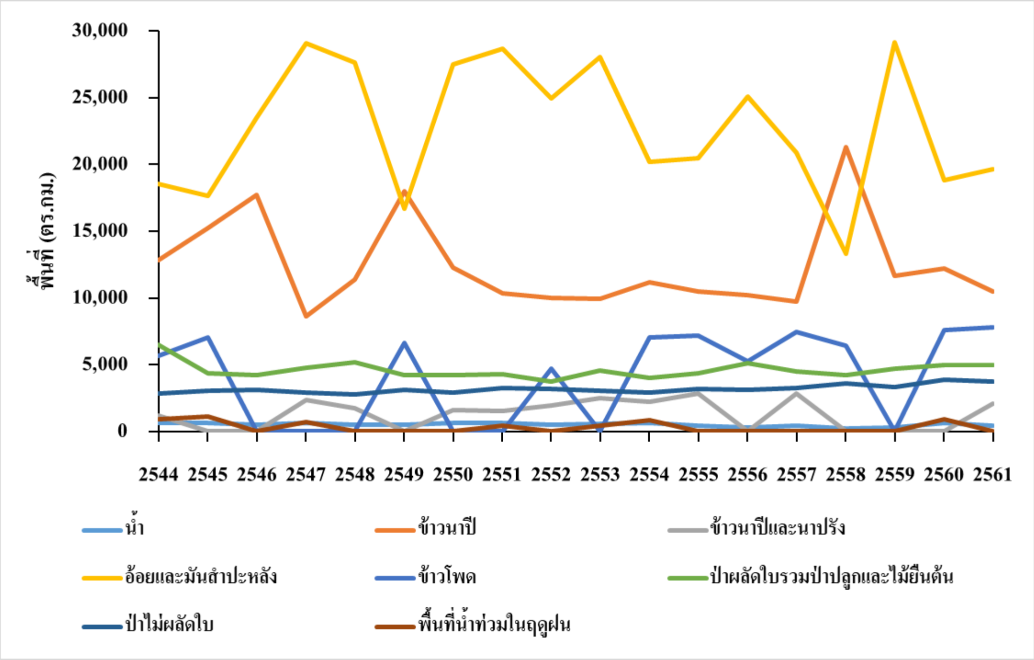
ตารางที่ 26 พื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีในปี พ.ศ. 2544-2561

หน่วย: ตร.กม.

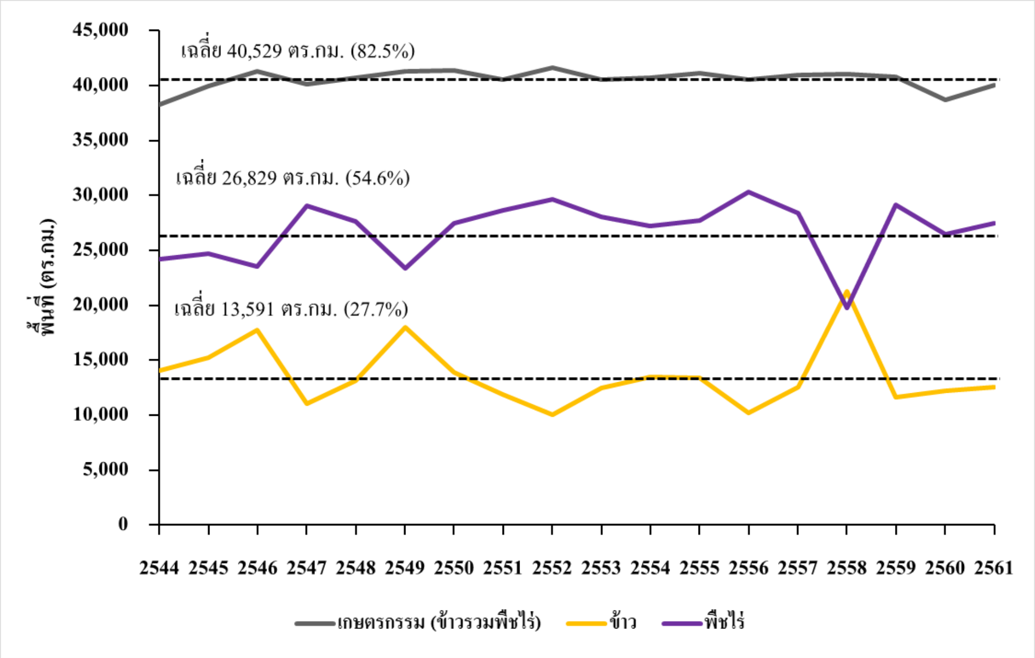
ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน					
	น้ำ	ข้าว	พืชไร่	เกษตรกรรม (ข้าวรวมพืชไร่)	ป่าไม้และไม้ยืนต้น	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน
2544	616	14,028	24,221	38,249	9,308	957
	(1.3%)	(28.6%)	(49.3%)	(49.3%)	(18.9%)	(1.9%)
2545	682	15,230	24,722	39,952	7,399	1,106
	(1.4%)	(31.0%)	(50.3%)	(81.3%)	(15.1%)	(2.3%)
2546	532	17,724	23,542	41,266	7,332	-
	(1.1%)	(36.1%)	(47.9%)	(84.0%)	(14.9%)	
2547	633	11,029	29,076	40,104	7,708	691
	(1.3%)	(22.4%)	(59.2%)	(81.6%)	(15.7%)	(1.4%)
2548	499	13,101	27,616	40,718	7,913	-
	(1.0%)	(26.7%)	(56.2%)	(82.9%)	(16.1%)	
2549	481	17,976	23,336	41,312	7,337	-
	(1.0%)	(36.6%)	(47.5%)	(84.1%)	(14.9%)	
2550	624	13,894	27,475	41,369	7,137	-
	(1.3%)	(28.3%)	(55.9%)	(84.2%)	(14.5%)	
2551	619	11,894	28,675	40,569	7,516	431
	(1.3%)	(24.2%)	(58.4%)	(82.6%)	(15.3%)	(0.9%)
2552	506	9,998	29,682	41,634	6,990	-
	(1.0%)	(20.3%)	(60.4%)	(84.7%)	(14.2%)	
2553	586	12,448	28,075	40,524	7,609	415
	(1.2%)	(25.3%)	(57.1%)	(82.5%)	(15.5%)	(0.8%)
2554	619	13,459	27,228	40,687	6,972	859
	(1.3%)	(27.4%)	(55.4%)	(82.8%)	(14.2%)	(1.7%)
2555	462	13,368	27,728	41,096	7,572	-
	(0.9%)	(27.2%)	(56.4%)	(83.6%)	(15.4%)	
2556	335	10,208	30,329	40,537	8,258	-
	(0.7%)	(20.8%)	(61.7%)	(82.5%)	(16.8%)	
2557	411	12,578	28,382	40,960	7,759	-
	(0.8%)	(25.6%)	(57.8%)	(83.4%)	(15.8%)	

ตารางที่ 26 (ต่อ)

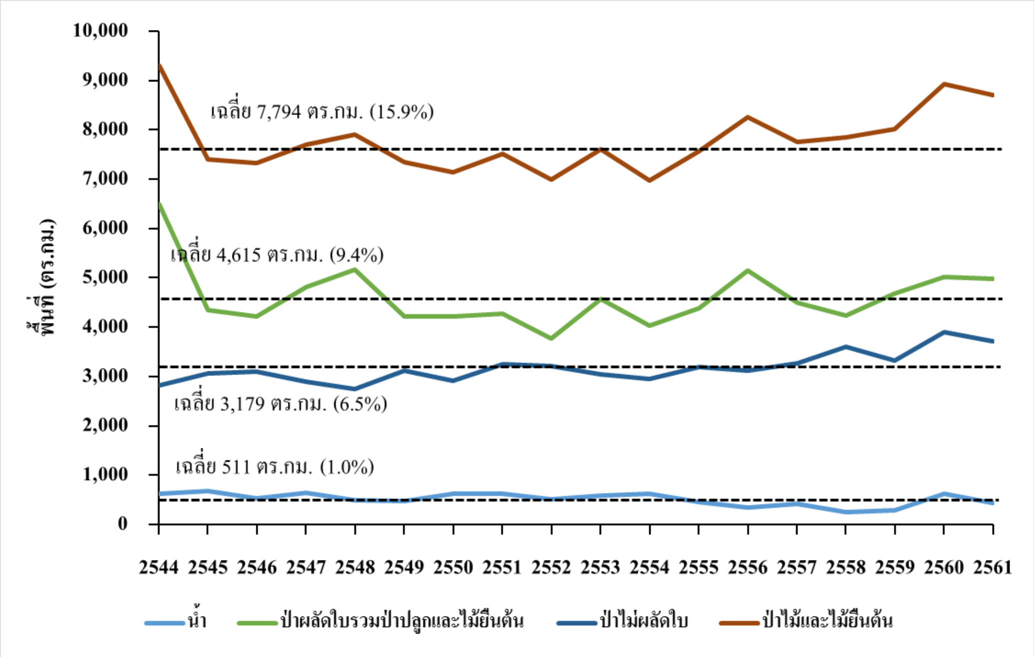
ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน					
	น้ำ	ข้าว	พืชไร่	เกษตรกรรม (ข้าวรวมพืชไร่)	ป่าไม้และไม้ยืนต้น	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน
2558	251	21,277	19,756	41,033	7,846	-
	(0.5%)	(43.3%)	(40.2%)	(83.5%)	(16%)	
2559	295	11,640	29,180	40,820	8,015	-
	(0.6%)	(23.7%)	(59.4%)	(83.1%)	(16.3%)	
2560	625	12,235	26,454	38,689	8,924	900
	(1.3%)	(24.9%)	(53.8%)	(78.7%)	(18.2%)	(1.8%)
2561	431	12,551	27,450	40,000	8,699	-
	(0.9%)	(25.5%)	(55.9%)	(81.4%)	(17.7%)	
เฉลี่ย	511	13,591	26,829	40,529	7,794	765
	(1.0%)	(27.7%)	(54.6%)	(82.5%)	(15.9%)	(1.6%)



ภาพที่ 58 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทของลุ่มน้ำชีในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561



ภาพที่ 59 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรมโดยรวมของลุ่มน้ำชี ในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561

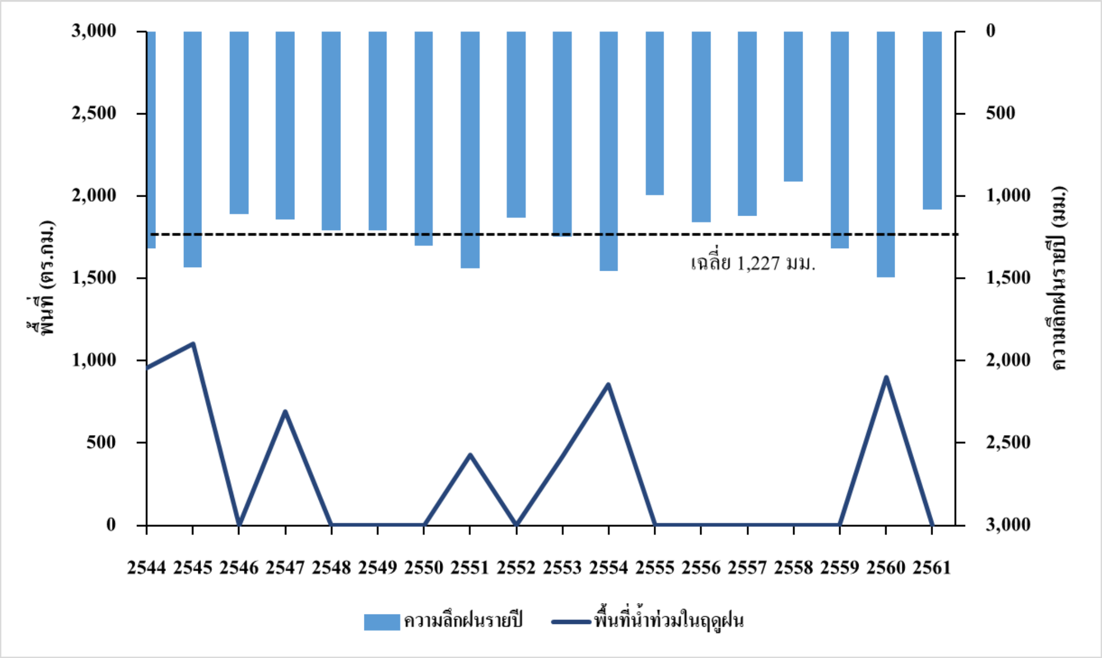


ภาพที่ 60 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้แต่ละประเภทและพื้นที่น้ำของลุ่มน้ำชีในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561

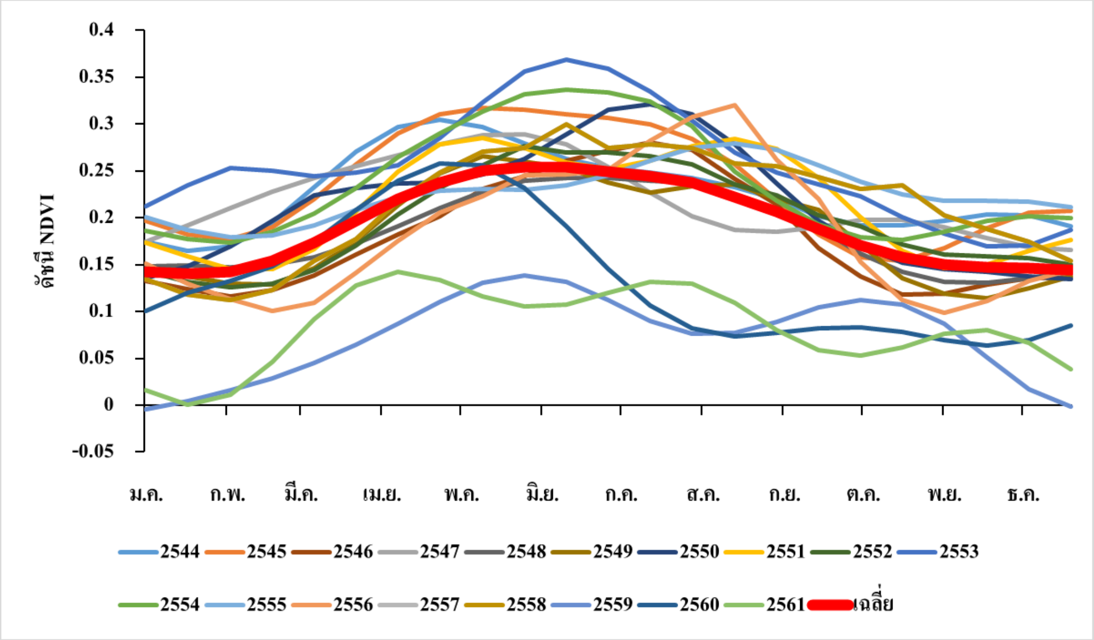
แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้แต่ละประเภทและพื้นที่น้ำในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งพบว่าพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบรวมทั้งพื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก นอกจากในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2554-2560 มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้น สำหรับในภาพที่ 61 ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนเปรียบเทียบกับความลึกฝนรายปีในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งพบว่าพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2544, 2545, 2551, 2553, 2554 และ 2560 ซึ่งมีความสัมพันธ์ตรงกับความลึกฝนที่เกินค่าเฉลี่ยซึ่งเท่ากับ 1,227 มิลลิเมตร อย่างมีนัยยะสำคัญ โดยพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปีดังกล่าว มีพื้นที่น้ำท่วมเท่ากับ 1,394, 1,599, 1,000, 624, 601, 1,242 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ความลึกฝนในปีดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 1,436, 1,141, 1,438, 1,457, และ 1,497 มิลลิเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความลึกฝนในปี พ.ศ. 2545 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยแต่เกิดปัญหาน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ

สำหรับในส่วนของ Signature ของการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทของทั้ง 8 ประเภท สำหรับทุกปีในลุ่มน้ำชีแสดงดังในภาพที่ 62 ถึงภาพที่ 69 นอกจากนั้นแล้วในตารางที่ 27 ได้แสดงค่า NDVI เฉลี่ยรายเดือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภท จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทมีค่าจากมากไปหาน้อยคือ พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น ข้าวโพด อ้อยและมันสำปะหลัง ข้าวนาปีและนาปรัง ข้าวนาปี พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน และพื้นที่น้ำ โดยมีค่า NDVI เฉลี่ยเท่ากับ 0.76, 0.69, 0.59, 0.52, 0.52, 0.46, 0.35 และ 0.19 ตามลำดับ ซึ่งนับว่ามีความสมเหตุสมผลสำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภท

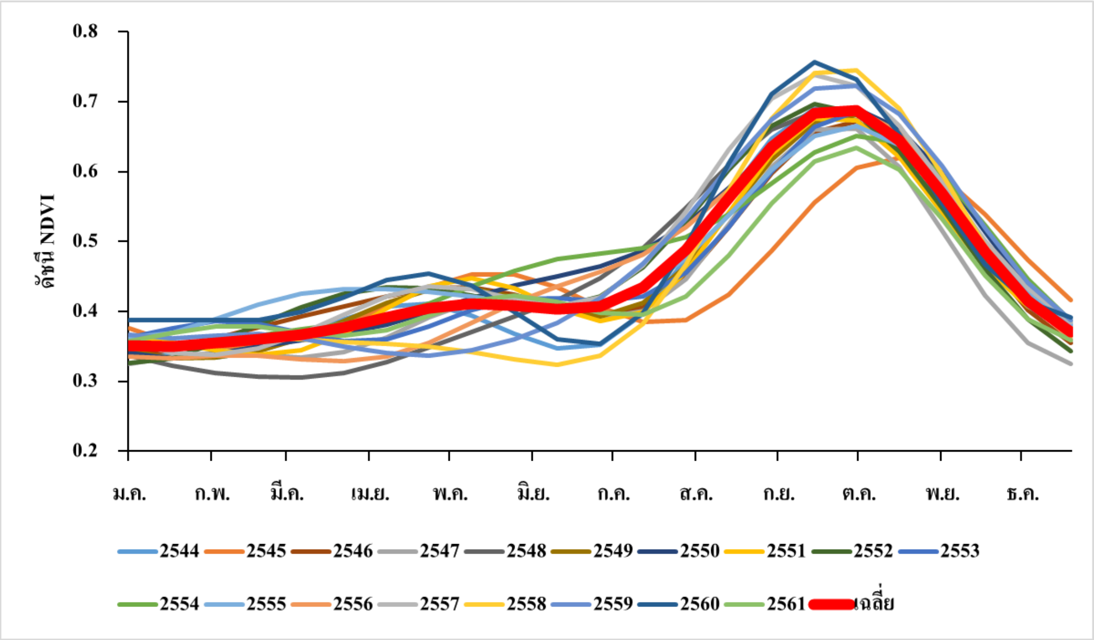
สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนเฉลี่ยของดัชนี NDVI สำหรับน้ำมีค่าสูงสุดคือ 0.08 ซึ่งหมายความว่า ดัชนี NDVI มีค่าแตกต่างกันในช่วงเวลา 18 ปี มากกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รองลงมาคือ พื้นที่น้ำท่วมในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนเฉลี่ยของดัชนี NDVI เท่ากับ 0.06 สำหรับข้าวนาปีและนาปรัง อ้อยและมันสำปะหลัง รวมทั้งป่าไม้ทั้งสองประเภทและไม้ยืนต้น มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนเฉลี่ยเท่ากัน คือ 0.04 ในขณะที่ข้าวนาปี และข้าวโพด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.03 แสดงว่า Signature ของการใช้ที่ดินสองประเภทที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ ทั้งนี้ ในภาพที่ 70 ได้แสดง Signature เฉลี่ย



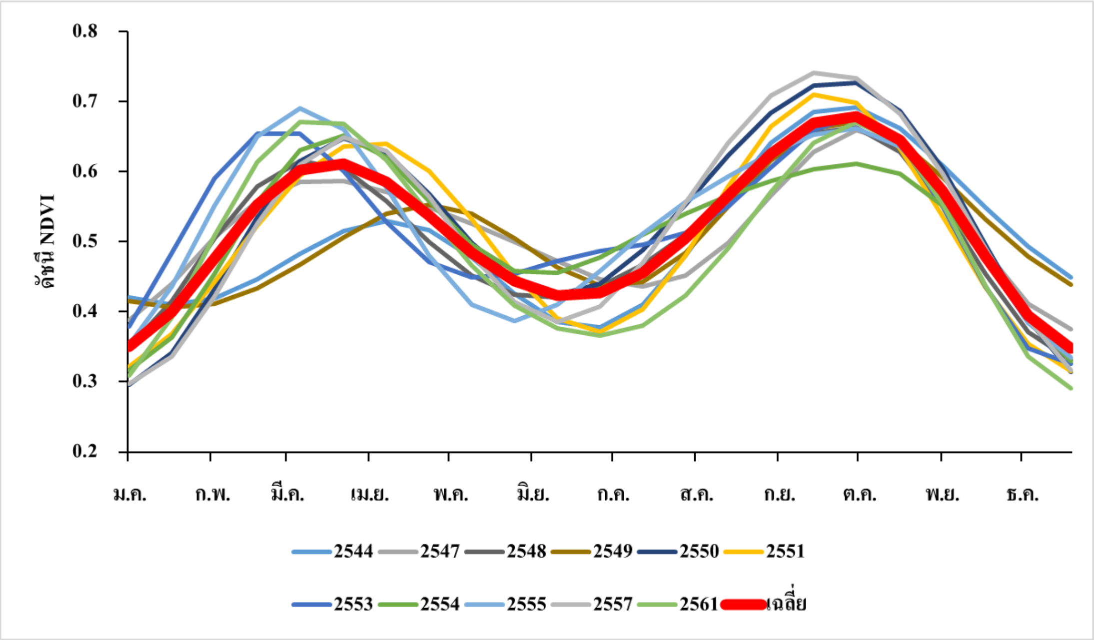
ภาพที่ 61 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน และความลึกฝนรายปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



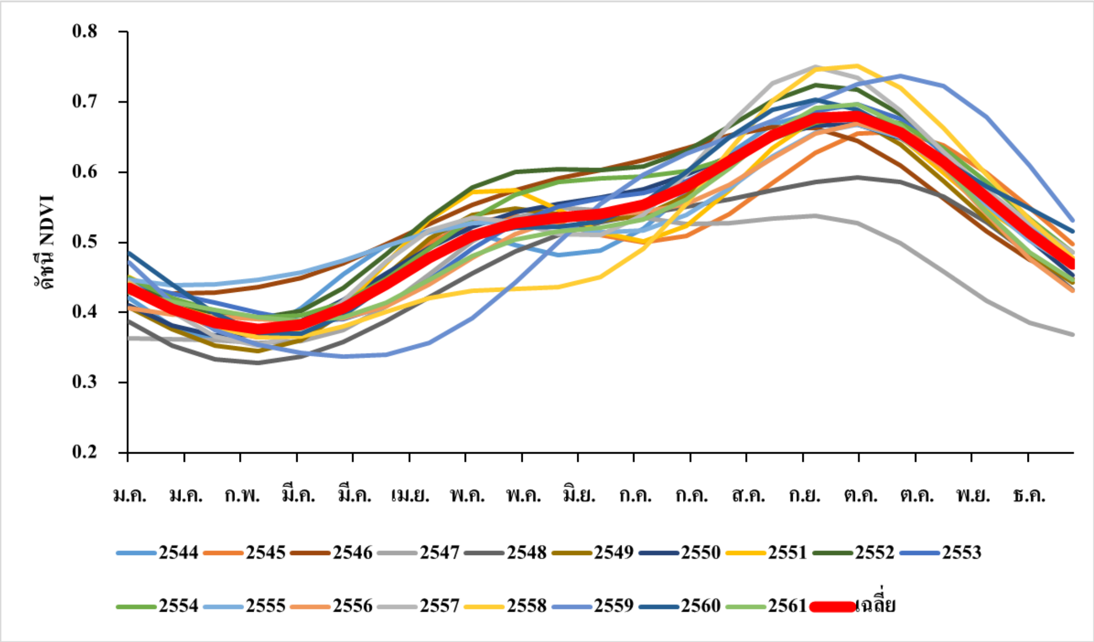
ภาพที่ 62 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



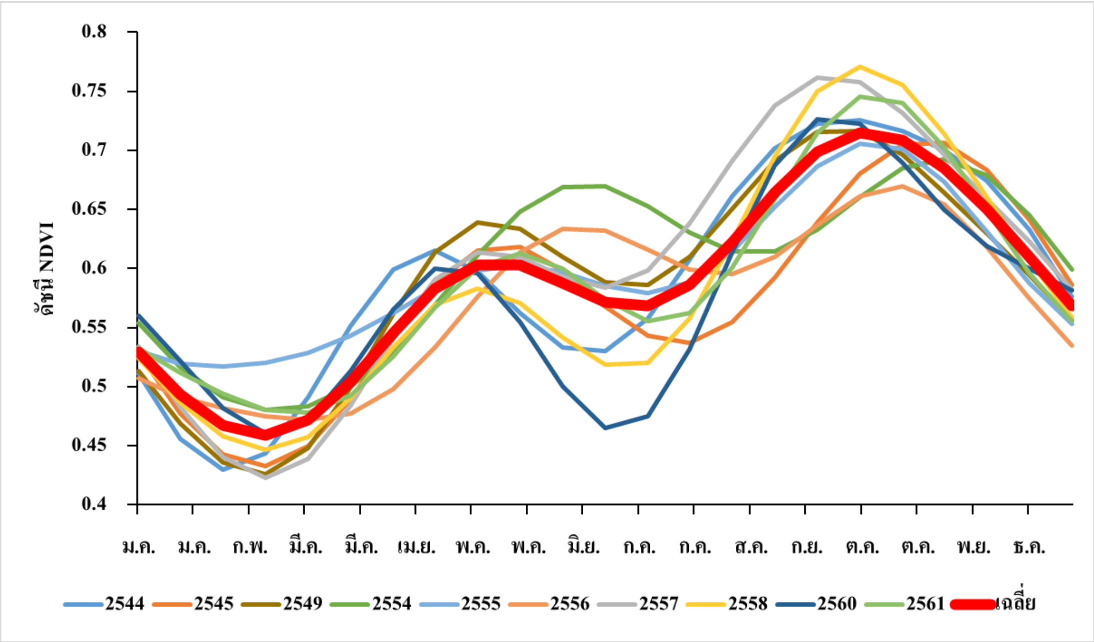
ภาพที่ 63 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



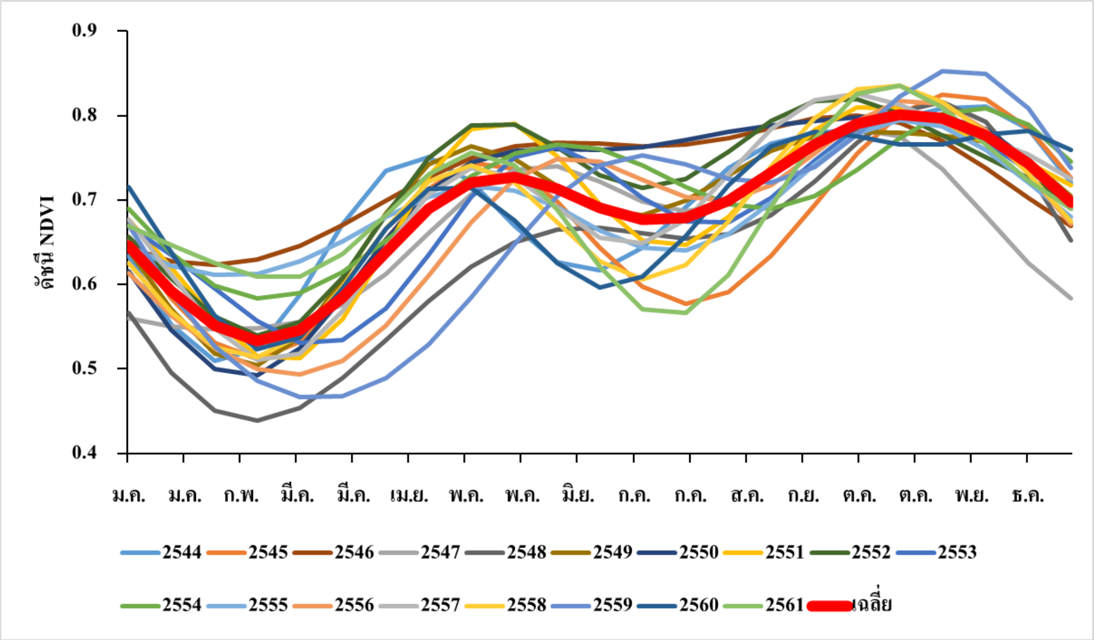
ภาพที่ 64 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรังในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



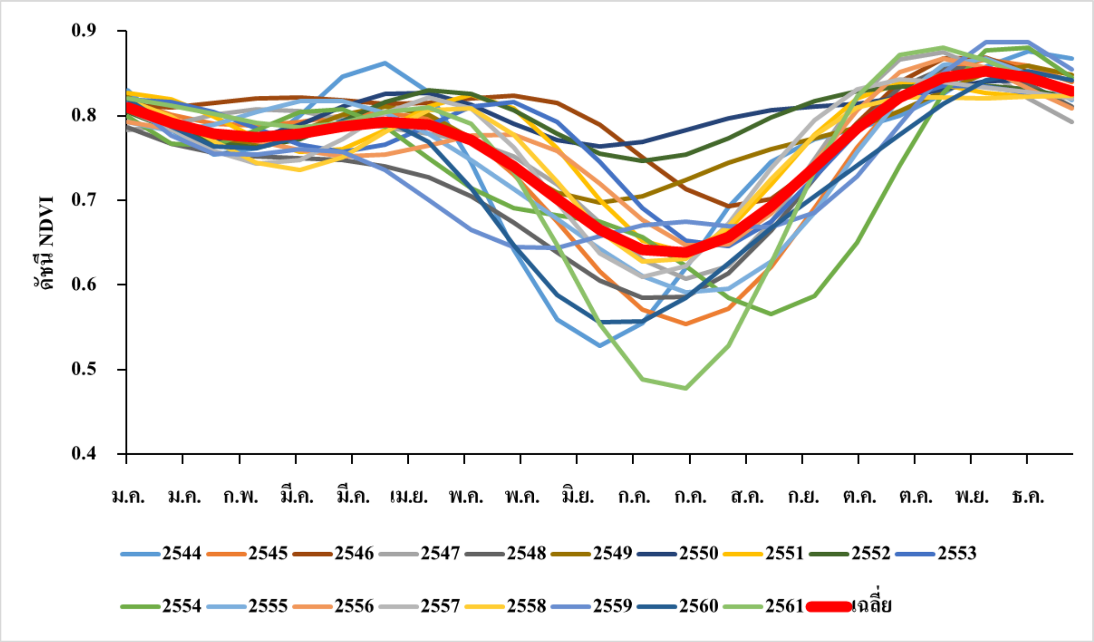
ภาพที่ 65 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกอ้อยและมันสำปะหลังในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



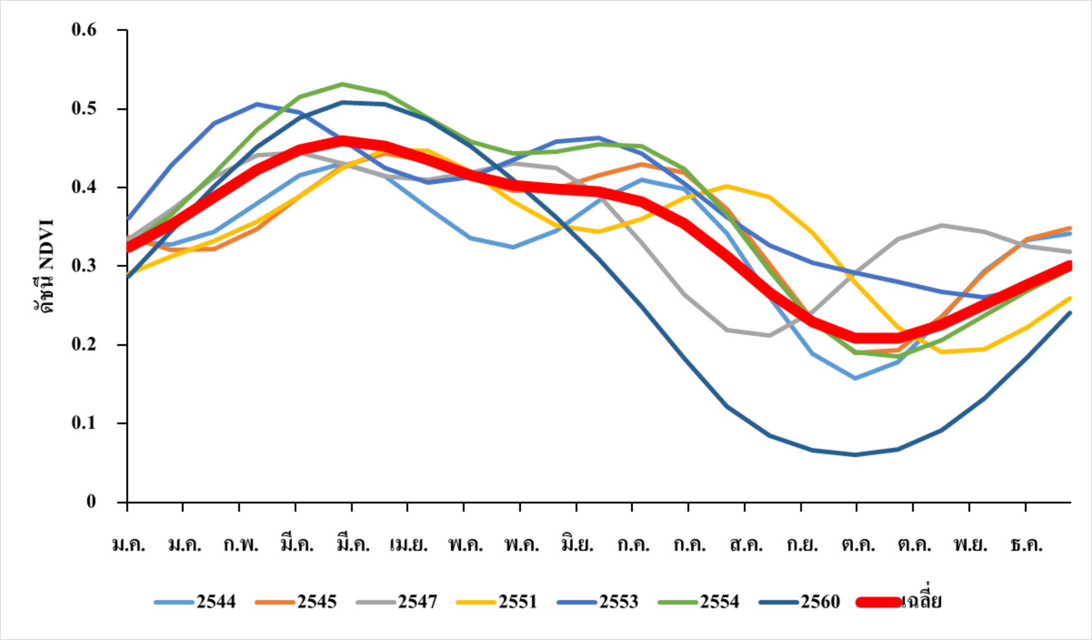
ภาพที่ 66 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวโพดในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



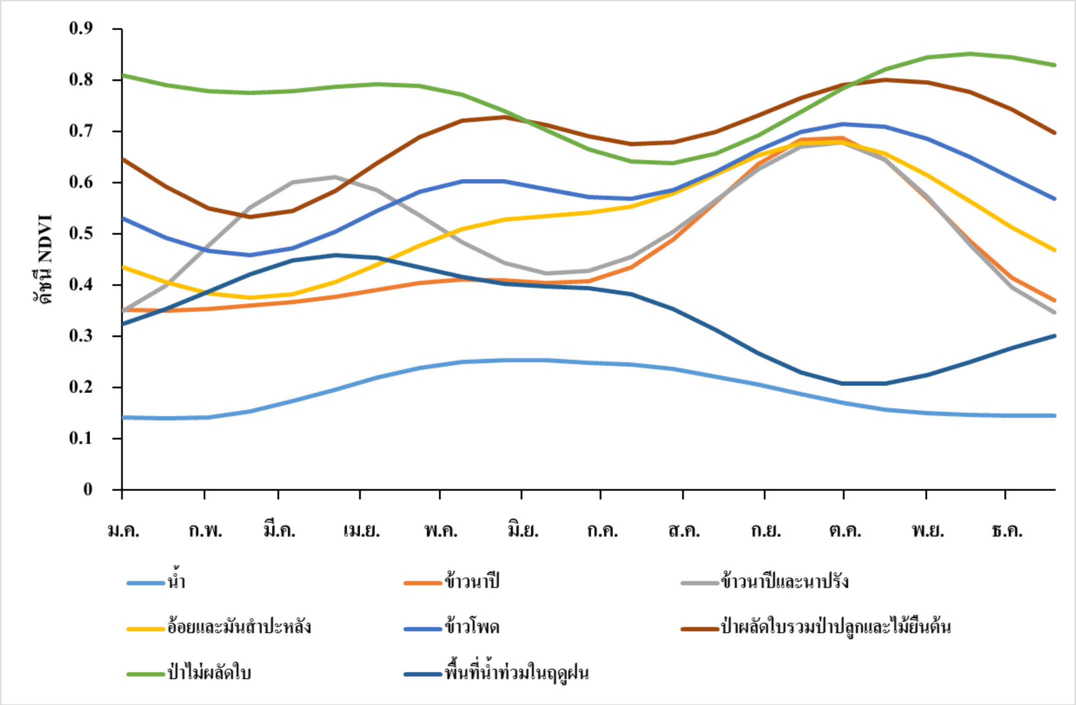
ภาพที่ 67 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



ภาพที่ 68 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี



ภาพที่ 69 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนในปี พ.ศ. 2544-2560 ของลุ่มน้ำชี



ภาพที่ 70 ค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI สำหรับปี พ.ศ. 2544-2561 สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภท ของลุ่มน้ำชี

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนของ Signature ดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำชี

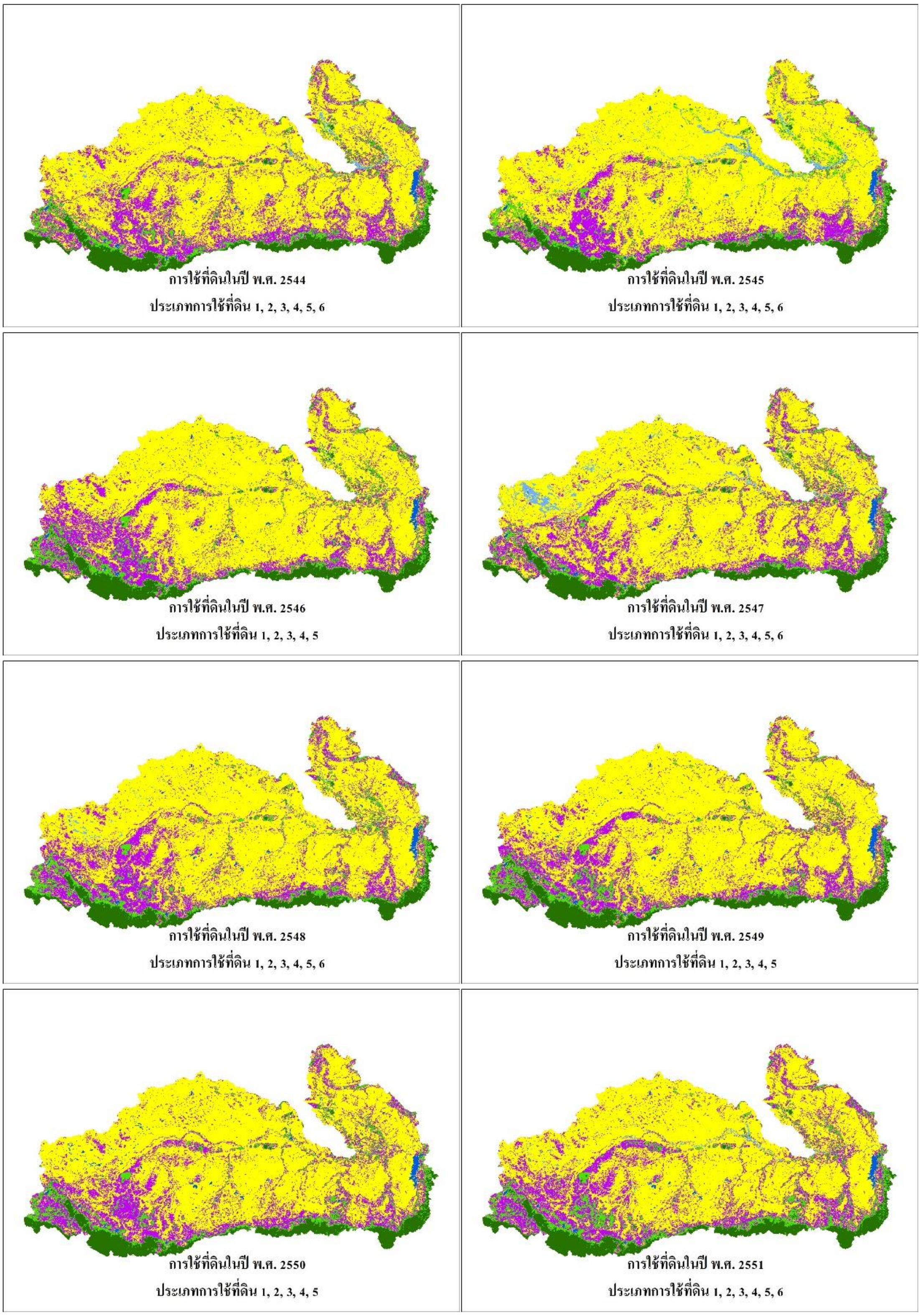
เดือน		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
น้ำ	ค่าเฉลี่ย	0.14	0.15	0.18	0.22	0.26	0.25	0.25	0.23	0.20	0.16	0.15	0.15	0.19
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08
ข้าวนาปี	ค่าเฉลี่ย	0.35	0.36	0.37	0.39	0.42	0.41	0.43	0.54	0.66	0.67	0.53	0.40	0.46
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03
ข้าวนาปีและนาปรัง	ค่าเฉลี่ย	0.37	0.50	0.60	0.58	0.51	0.43	0.45	0.55	0.65	0.66	0.53	0.38	0.52
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.04	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04
อ้อยและมันสำปะหลัง	ค่าเฉลี่ย	0.42	0.38	0.39	0.44	0.52	0.53	0.55	0.61	0.67	0.67	0.59	0.50	0.52
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
ข้าวโพด	ค่าเฉลี่ย	0.51	0.46	0.48	0.55	0.62	0.59	0.57	0.61	0.68	0.71	0.67	0.60	0.59
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03
ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ค่าเฉลี่ย	0.62	0.55	0.56	0.64	0.74	0.71	0.68	0.69	0.75	0.80	0.79	0.73	0.69
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04
ป่าไม่ผลัดใบ	ค่าเฉลี่ย	0.80	0.78	0.78	0.79	0.79	0.71	0.65	0.65	0.72	0.80	0.85	0.84	0.76
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04
พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน	ค่าเฉลี่ย	0.34	0.40	0.45	0.45	0.43	0.40	0.38	0.32	0.24	0.21	0.24	0.29	0.35
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.03	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06	0.09	0.09	0.08	0.07	0.05	0.06

รายเดือนของการใช้ที่ดินแต่ละประเภททั้ง 8 ประเภทในลุ่มน้ำชี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินทุกประเภทมี Signature ที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

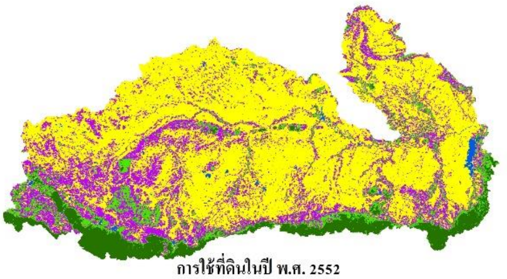
8. ผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561

จากผลการเปรียบเทียบประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลที่ได้จากดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 กับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน และผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ที่ดินจากจุดสำรวจภาคสนามและข้อมูลจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ของโปรแกรม Google Earth ทำให้ผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI มีความน่าเชื่อถือ จากนั้นจึงทำการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2560 สำหรับลุ่มน้ำมูล โดยกำหนดจำนวนประเภทการใช้ที่ดินในการจำแนกเท่ากับปี พ.ศ. 2561 จำนวน 5 ประเภท อย่างไรก็ตาม จากผลการจำแนกการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2544, 2545, 2547, 2548, 2551, 2554, 2556 และ 2557 พบว่ามีเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้นจึงเป็นผลให้มีการเพิ่มประเภทการใช้ที่ดินอีก 1 ประเภท (ประเภทที่ 6) สำหรับปีดังกล่าวคือพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน

ผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI สำหรับปี พ.ศ. 2544-2561 แสดงดังในภาพที่ 71 โดยในรูปดังกล่าวได้แสดงจำนวนประเภทการใช้ที่ดินในแต่ละปีของแต่ละภาพย่อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า จากจำนวนประเภทการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลซึ่งกำหนดให้เท่ากับ 6 ประเภท นั้น โดยส่วนใหญ่จะไม่สามารถแยกประเภทการใช้ที่ดินครบ 6 ประเภท ยกเว้นการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2544, 2545, 2547, 2548, 2551, 2554, 2556 และ 2557 ในขณะที่ปีที่สามารถแยกประเภทการใช้ที่ดินได้ 5 ประเภท ประกอบด้วยการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2546, 2549, 2550, 2552, 2553, 2555, 2558, 2559, 2560 และ 2561 สำหรับบทสรุปของผลการจำแนกการใช้ที่ดินในแต่ละปีแสดงดังในตารางที่ 28 โดยในตารางดังกล่าวได้แสดงพื้นที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท โดยสามารถสรุปได้ว่า โดยเฉลี่ยของทั้ง 18 ปี นั้น พื้นที่ลุ่มน้ำมูลจำนวน 71,072 ตารางกิโลเมตร มีการปลูกข้าวนาปีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 45,576 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 64.1% ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาคือ การปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง โดยเฉลี่ยเท่ากับ 12,363 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 17.4% ของพื้นที่ทั้งหมด ตามด้วยพื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นจำนวน 6,356 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 8.9% ในขณะที่พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบเท่ากับ 5,819 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 8.2% ของพื้นที่ทั้งหมด และสำหรับพื้นที่น้ำมีจำนวนทั้งสิ้น 608 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 0.9% ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในแต่ละประเภทการใช้ที่ดินทั้ง 6 ประเภทของลุ่มน้ำมูลแสดงดังภาพที่ 72 และเพื่อให้เห็นภาพ

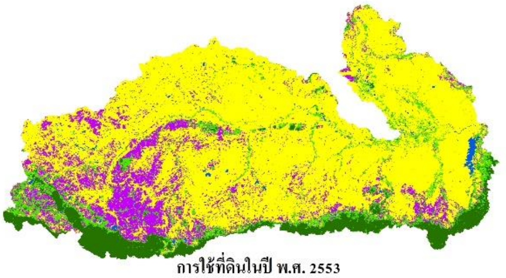


ภาพที่ 71 แผนที่แสดงประเภทการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561



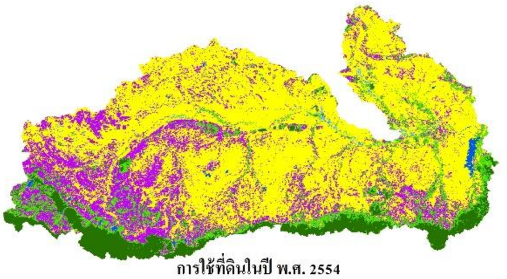
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2552

ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5



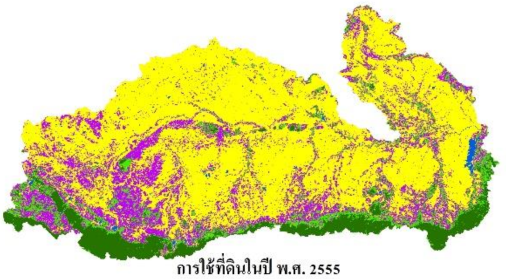
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2553

ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5



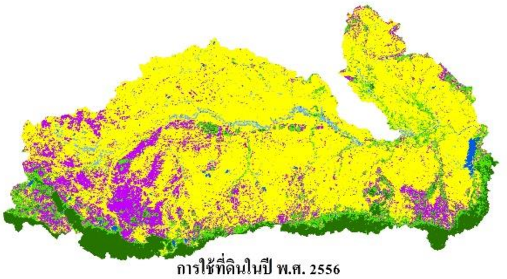
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2554

ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6



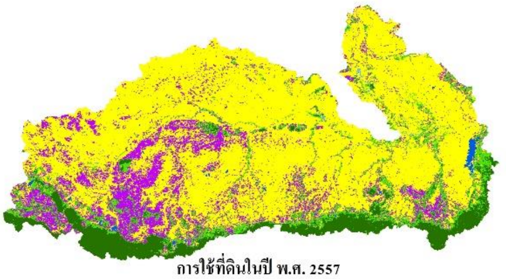
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2555

ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5



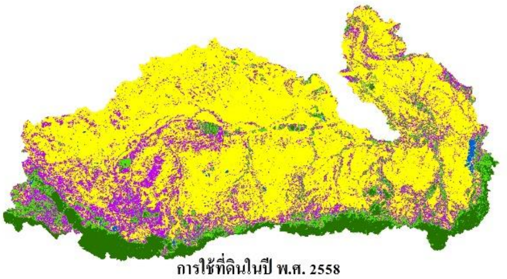
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2556

ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6



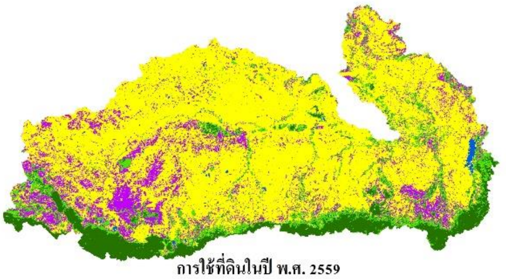
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2557

ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5, 6



การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2558

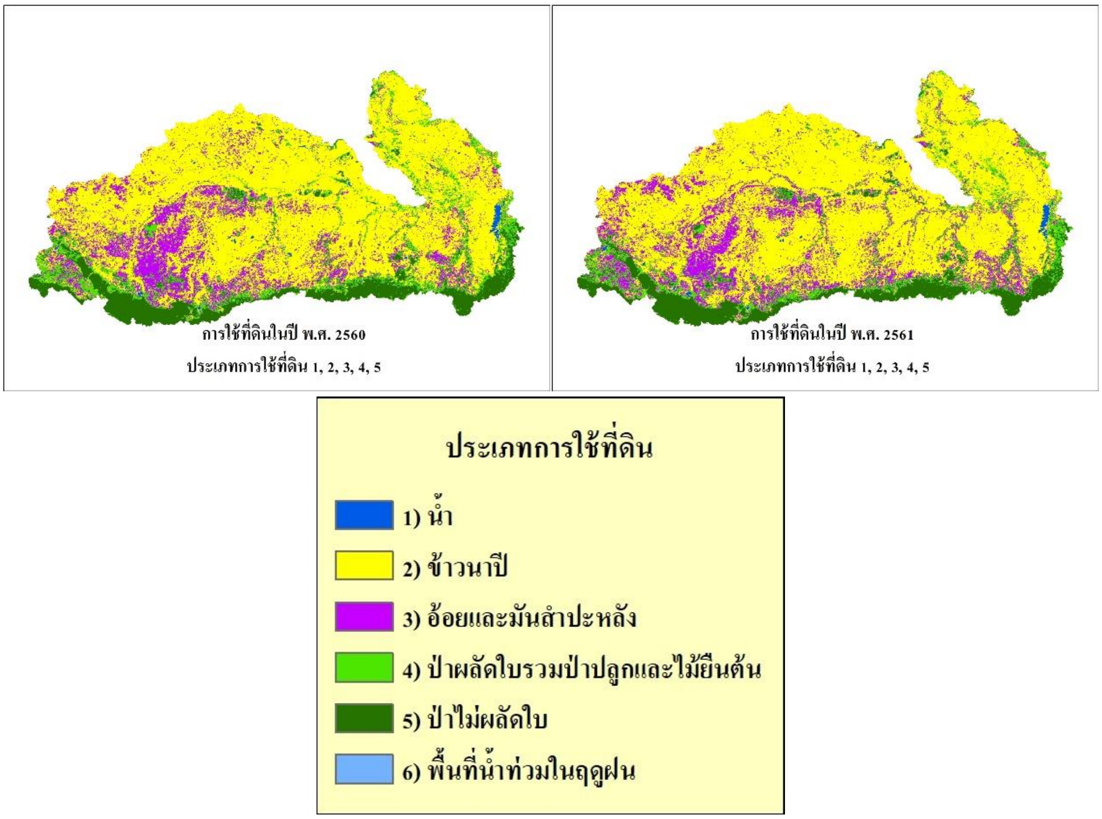
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5



การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2559

ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5

ภาพที่ 71 (ต่อ)


การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2560
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5
การใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561
ประเภทการใช้ที่ดิน 1, 2, 3, 4, 5
ประเภทการใช้ที่ดิน
1) น้ำ
2) ข้าวนาปี
3) อ้อยและมันสำปะหลัง
4) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น
5) ป่าไม่ผลัดใบ
6) พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน

ภาพที่ 71 (ต่อ)

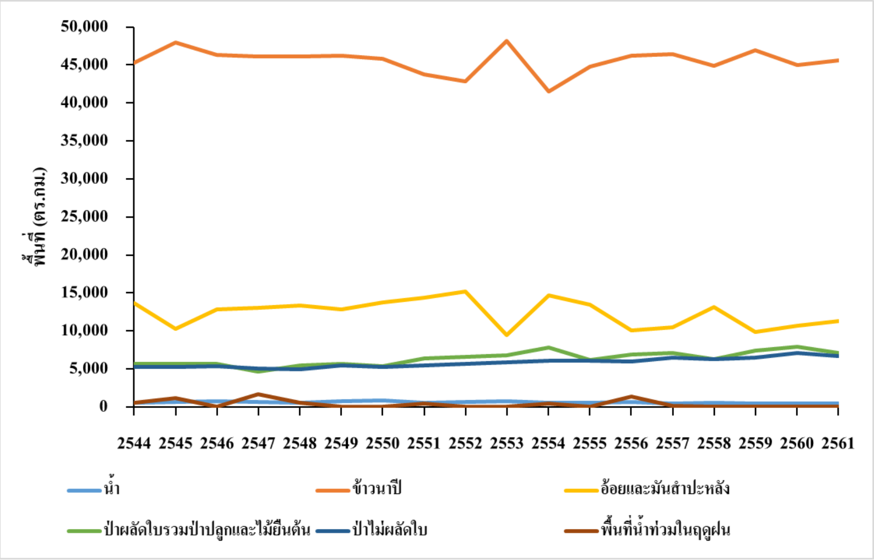
ตารางที่ 28 พื้นที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทที่จำแนกโดยดัชนี NDVI และความลึกฝนรายปีของลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2544-2561

หน่วย: ตร.กม.

ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน						ความลึกฝนรายปี (มม.)
	น้ำ	ข้าวนาปี	อ้อยและมันสำปะหลัง	ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน	
2544	561	45,335	13,705	5,648	5,269	557	1,278
	(0.8%)	(63.8%)	(19.3%)	(7.9%)	(7.4%)	(0.8%)	
2545	630	47,989	10,316	5,707	5,299	1,137	1,418
	(0.9%)	(67.5%)	(14.5%)	(8.0%)	(7.5%)	(1.6%)	
2546	803	46,375	12,810	5,686	5,397	-	1,182
	(1.1%)	(65.3%)	(18.0%)	(8.0%)	(7.6%)		
2547	632	46,100	12,994	4,614	5,086	1,651	1,146
	(0.9%)	(64.9%)	(18.3%)	(6.5%)	(7.2%)	(2.3%)	
2548	550	46,152	13,393	5,497	4,969	515	1,227
	(0.8%)	(64.9%)	(18.8%)	(7.7%)	(7.0%)	(0.7%)	
2549	802	46,258	12,873	5,649	5,489	-	1,310
	(1.1%)	(65.1%)	(18.1%)	(7.9%)	(7.7%)		
2550	872	45,829	13,750	5,340	5,281	-	1,319
	(1.2%)	(64.5%)	(19.3%)	(7.5%)	(7.4%)		
2551	580	43,795	14,389	6,352	5,463	497	1,390
	(0.8%)	(61.6%)	(20.2%)	(8.9%)	(7.7%)	(0.7%)	
2552	689	42,888	15,199	6,599	5,697	-	1,294
	(1.0%)	(60.3%)	(21.4%)	(9.3%)	(8%)		
2553	787	48,176	9,454	6,769	5,886	-	1,137
	(1.1%)	(67.8%)	(13.3%)	(9.5%)	(8.3%)		
2554	567	41,561	14,693	7,790	6,033	432	1,430
	(0.8%)	(58.5%)	(20.7%)	(11%)	(8.5%)	(0.6%)	
2555	557	44,821	13,474	6,156	6,063	-	1,091
	(0.8%)	(63.1%)	(19%)	(8.7%)	(8.5%)		

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน						ความลึกฝนรายปี (มม.)
	น้ำ	ข้าวนาปี	อ้อยและมันสำปะหลัง	ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ป่าไม่ผลัดใบ	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน	
2556	650	46,203	10,055	6,861	5,930	1,379	1,395
	(0.9%)	(65%)	(14.1%)	(9.7%)	(8.3%)	(1.9%)	
2557	426	46,410	10,505	7,132	6,450	150	1,295
	(0.6%)	(65.3%)	(14.8%)	(10.0%)	(9.1%)	(0.2%)	
2558	501	44,849	13,189	6,280	6,253	-	1,020
	(0.7%)	(63.1%)	(18.6%)	(8.8%)	(8.8%)		
2559	466	46,962	9,822	7,378	6,443	-	1,333
	(0.7%)	(66.1%)	(13.8%)	(10.4%)	(9.1%)		
2560	436	45,007	10,660	7,888	7,081	-	1,398
	(0.6%)	(63.3%)	(15.0%)	(11.1%)	(10%)		
2561	441	45,665	11,258	7,061	6,646	-	1,091
	(0.6%)	(64.3%)	(15.8%)	(9.9%)	(9.4%)		
เฉลี่ย	608	45,576	12,363	6,356	5,819	790	1,264
	(0.9%)	(64.1%)	(17.4%)	(8.9%)	(8.2%)	(1.1%)	



ภาพที่ 72 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทของลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักให้ชัดเจนขึ้นจึงได้แสดงพื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักของลุ่มน้ำมูลดังในตารางที่ 29 ซึ่งประกอบด้วย 1. พื้นที่น้ำ 2. พื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวรวมพืชไร่) 3. ป่าไม้และไม้ยืนต้น และ 4. พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน โดยค่าเฉลี่ยทั้ง 18 ปี พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมของลุ่มน้ำมูลมีถึง 57,940 ตารางกิโลเมตร (81.5%) รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นรวม 12,175 ตารางกิโลเมตร (17.1%) ตามด้วยพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนเท่ากับ 790 ตารางกิโลเมตร (1.1%) และพื้นที่น้ำเพียง 608 ตารางกิโลเมตร (0.9%)

นอกจากนั้นแล้ว ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมระหว่างพื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่ดังในภาพที่ 73 ซึ่งพบว่า พื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่ในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก รวมทั้งในภาพที่ 74 ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้แต่ละประเภทและพื้นที่น้ำในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งพบว่าพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบรวมทั้งพื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นมีการเพิ่มขึ้นโดยมีพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 17.1% ของพื้นที่ลุ่มน้ำมูล โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.4% ในปี พ.ศ. 2559 และต่ำสุดเท่ากับ 13.6% ในปี พ.ศ. 2547 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ค่าต่ำสุดในปี พ.ศ. 2547 เป็นต้นมา สำหรับในภาพที่ 75 ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนเปรียบเทียบกับความลึกฝนรายปีในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งพบว่า พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2544, 2545, 2547, 2548, 2551, 2554, 2556 และ 2557 ซึ่งมีความสัมพันธ์ตรงกับความลึกฝนที่เกินค่าเฉลี่ยซึ่งเท่ากับ 1,264 มิลลิเมตร อย่างมีนัยยะสำคัญ โดยพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปีดังกล่าวมีพื้นที่น้ำท่วมเท่ากับ 557, 1,137, 1,651, 515, 497, 432, 1,379, และ 150 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ความลึกฝนในปีดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 1,278, 1,418, 1,146, 1,227, 1,390, 1,430, 1,395 และ 1,295 มิลลิเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ความลึกฝนในปี พ.ศ. 2547 และ 2548 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยแต่เกิดปัญหาน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ

สำหรับในส่วนของ Signature ของการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทของทั้ง 6 ประเภท สำหรับทุกปีในลุ่มน้ำมูลแสดงดังในภาพที่ 76 ถึงภาพที่ 81 นอกจากนั้นแล้วในตารางที่ 30 ได้แสดงค่า NDVI เฉลี่ยรายเดือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภท จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทมีค่าจากมากไปหาน้อยคือ พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบ ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น อ้อยและมันสำปะหลัง ข้าวนาปี พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน และพื้นที่น้ำ โดยมีค่า NDVI เฉลี่ยเท่ากับ

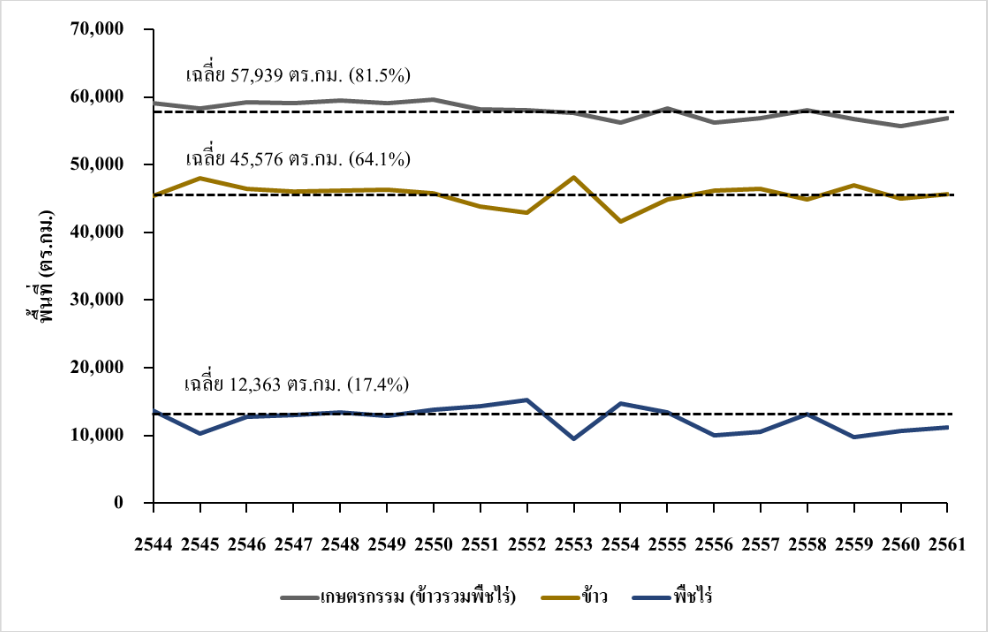
ตารางที่ 29 พื้นที่ของการใช้ที่ดินประเภทหลักที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำมูลใน ปี พ.ศ. 2544-2561

หน่วย: ตร.กม.

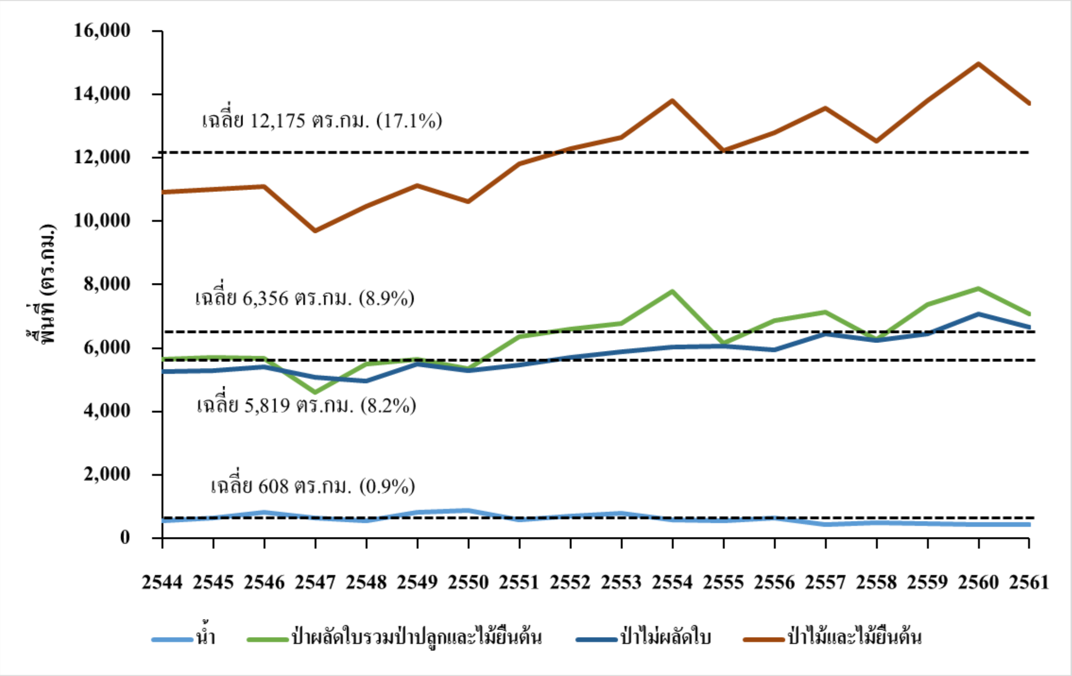
ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน					
	น้ำ	ข้าว	พืชไร่	เกษตรกรรม (ข้าวรวมพืชไร่)	ป่าไม้และไม้ยืนต้น	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน
2544	561	45,335	13,705	59,039	10,918	557
	(0.8%)	(63.8%)	(19.3%)	(83.1%)	(15.4%)	(0.8%)
2545	630	47,989	10,316	58,305	11,005	1,137
	(0.9%)	(67.5%)	(14.5%)	(82%)	(15.5%)	(1.6%)
2546	803	46,375	12,810	59,185	11,084	-
	(1.1%)	(65.3%)	(18.0%)	(83.3%)	(15.6%)	
2547	632	46,100	12,994	59,095	9,700	1,651
	(0.9%)	(64.9%)	(18.3%)	(83.1%)	(13.6%)	(2.3%)
2548	550	46,152	13,393	59,544	10,467	515
	(0.8%)	(64.9%)	(18.8%)	(83.8%)	(14.7%)	(0.7%)
2549	802	46,258	12,873	59,131	11,138	-
	(1.1%)	(65.1%)	(18.1%)	(83.2%)	(15.7%)	
2550	872	45,829	13,750	59,579	10,621	-
	(1.2%)	(64.5%)	(19.3%)	(83.8%)	(14.9%)	
2551	580	43,795	14,389	58,184	11,816	497
	(0.8%)	(61.6%)	(20.2%)	(81.9%)	(16.6%)	(0.7%)
2552	689	42,888	15,199	58,087	12,296	-
	(1.0%)	(60.3%)	(21.4%)	(81.7%)	(17.3%)	
2553	787	48,176	9,454	57,629	12,655	-
	(1.1%)	(67.8%)	(13.3%)	(81.1%)	(17.8%)	
2554	567	41,561	14,693	56,254	13,823	432
	(0.8%)	(58.5%)	(20.7%)	(79.2%)	(19.4%)	(0.6%)
2555	557	44,821	13,474	58,295	12,219	-
	(0.8%)	(63.1%)	(19.0%)	(82.0%)	(17.2%)	
2556	650	46,203	10,055	56,259	12,791	1,379
	(0.9%)	(65.0%)	(14.1%)	(79.2%)	(18.0%)	(1.9%)

ตารางที่ 29 (ต่อ)

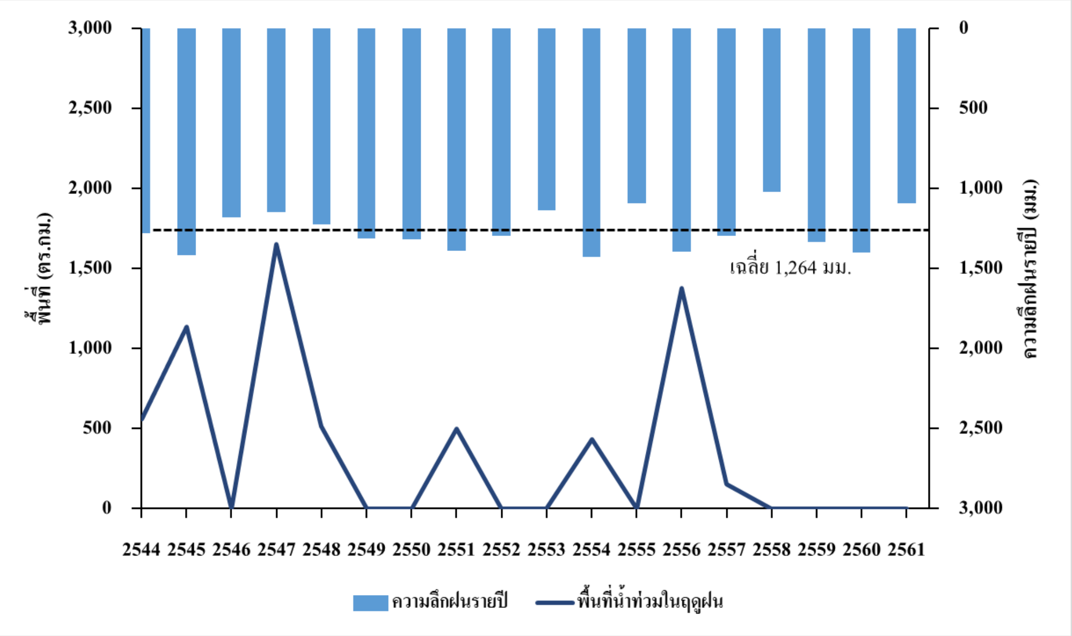
ปี พ.ศ.	ประเภทการใช้ที่ดิน					
	น้ำ	ข้าว	พืชไร่	เกษตรกรรม (ข้าวรวมพืชไร่)	ป่าไม้และไม้ยืนต้น	พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน
2557	426	46,410	10,505	56,915	13,582	150
	(0.6%)	(65.3%)	(14.8%)	(80.1%)	(19.1%)	(0.2%)
2558	501	44,849	13,189	58,037	12,534	-
	(0.7%)	(63.1%)	(18.6%)	(81.7%)	(17.6%)	
2559	466	46,962	9,822	56,784	13,822	-
	(0.7%)	(66.1%)	(13.8%)	(79.9%)	(19.4%)	
2560	436	45,007	10,660	55,666	14,969	-
	(0.6%)	(63.3%)	(15.0%)	(78.3%)	(21.1%)	
2561	441	45,665	11,258	56,923	13,708	-
	(0.6%)	(64.3%)	(15.8%)	(80.1%)	(19.3%)	
เฉลี่ย	608	45,576	12,363	57,940	12,175	790
	(0.9%)	(64.1%)	(17.4%)	(81.5%)	(17.1%)	(1.1%)



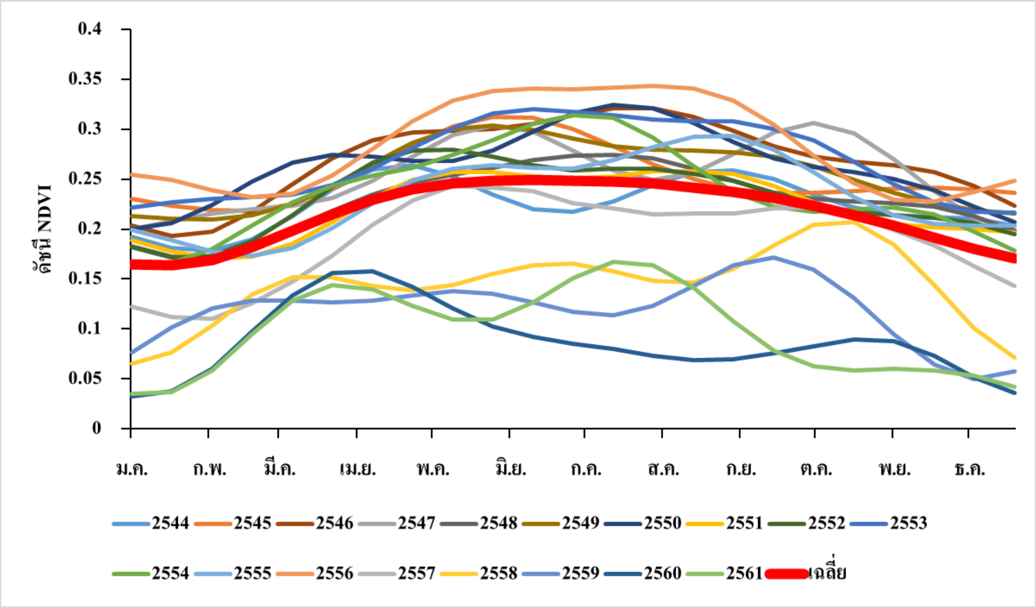
ภาพที่ 73 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรมโดยรวมของลุ่มน้ำมูล ในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561



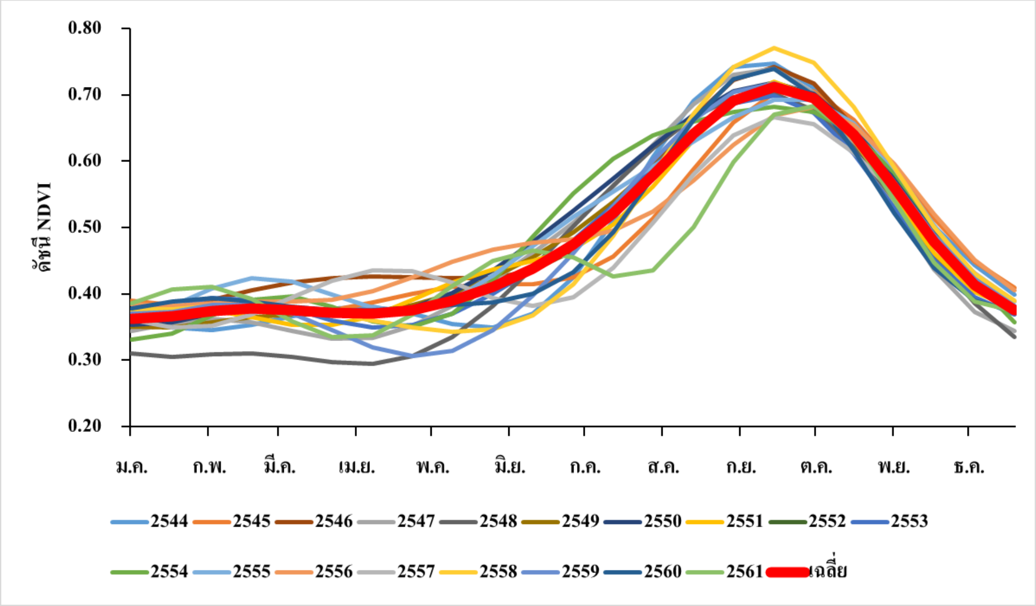
ภาพที่ 74 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้แต่ละประเภทและพื้นที่น้ำของลุ่มน้ำมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561



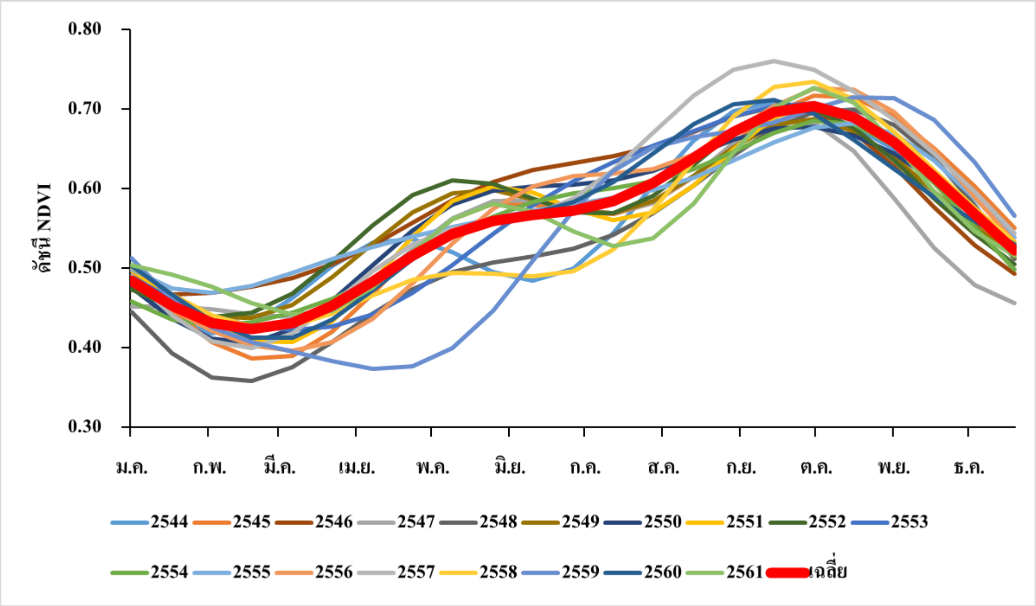
ภาพที่ 75 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน และความลึกฝนรายปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล



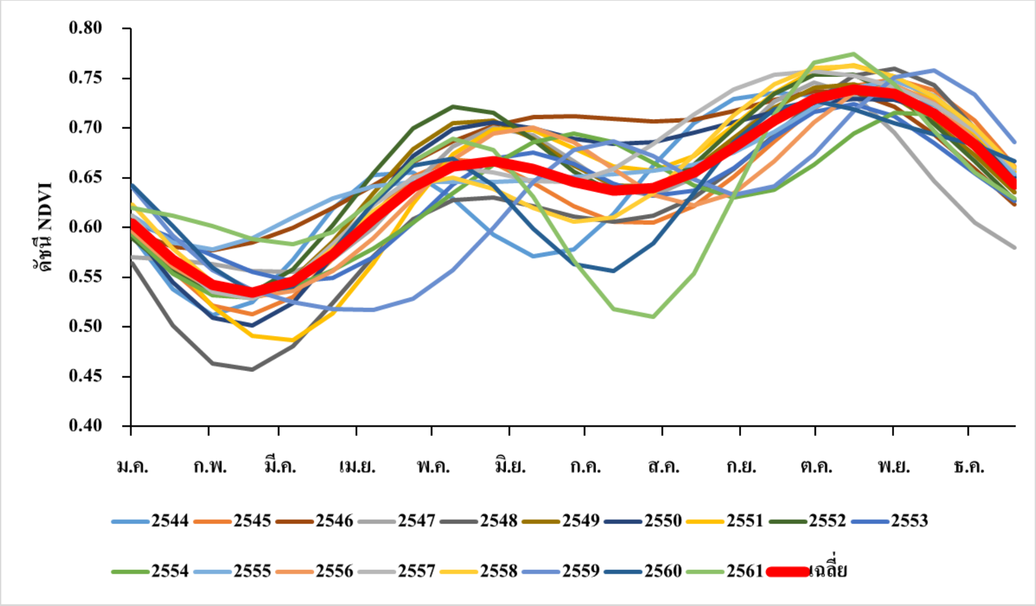
ภาพที่ 76 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล



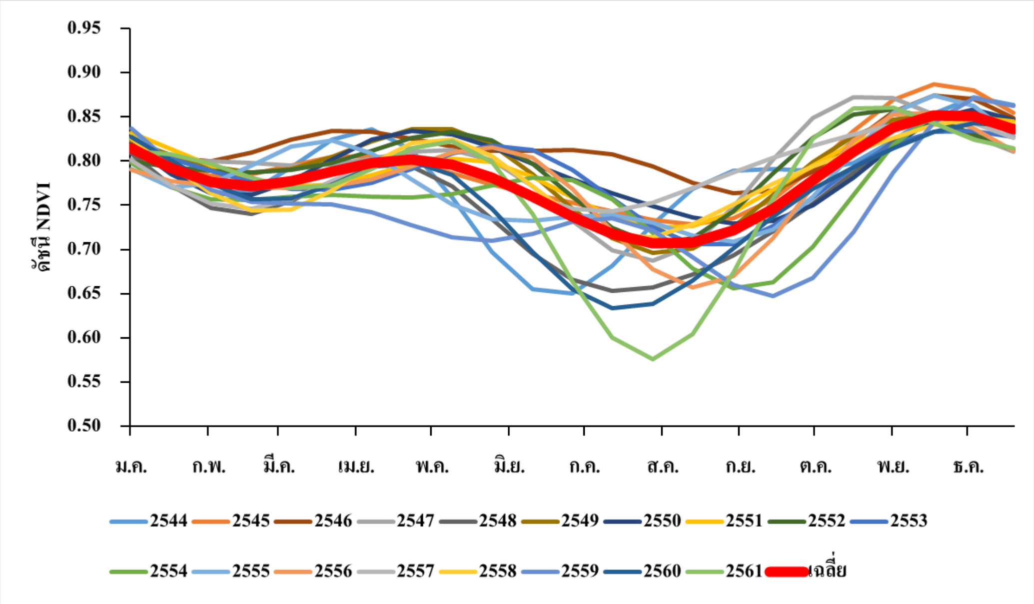
ภาพที่ 77 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล



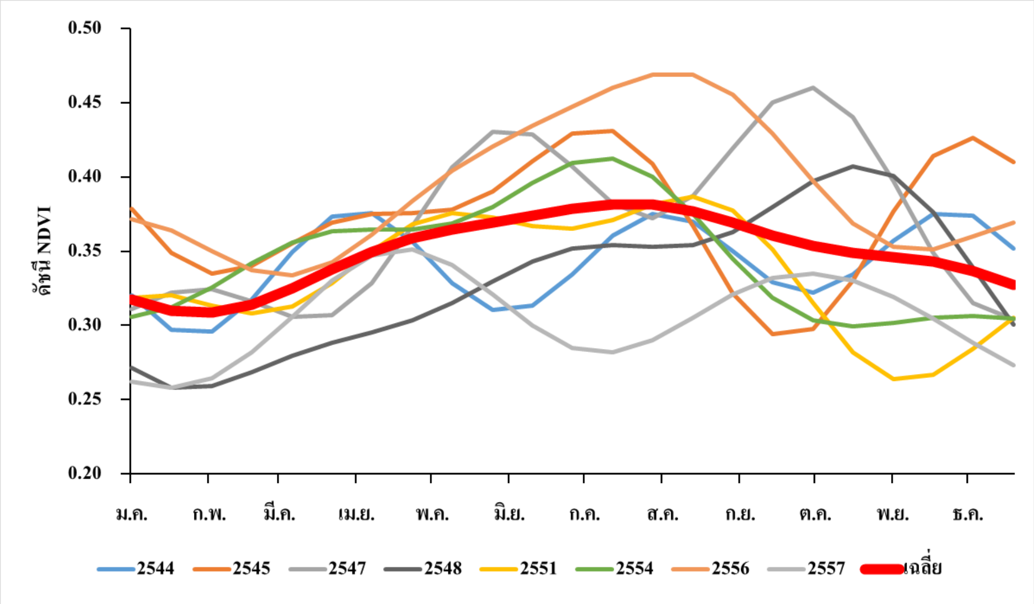
ภาพที่ 78 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ปลูกอ้อยและมันสำปะหลังในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล



ภาพที่ 79 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล



ภาพที่ 80 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่ป่าไม่ผลัดใบในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล



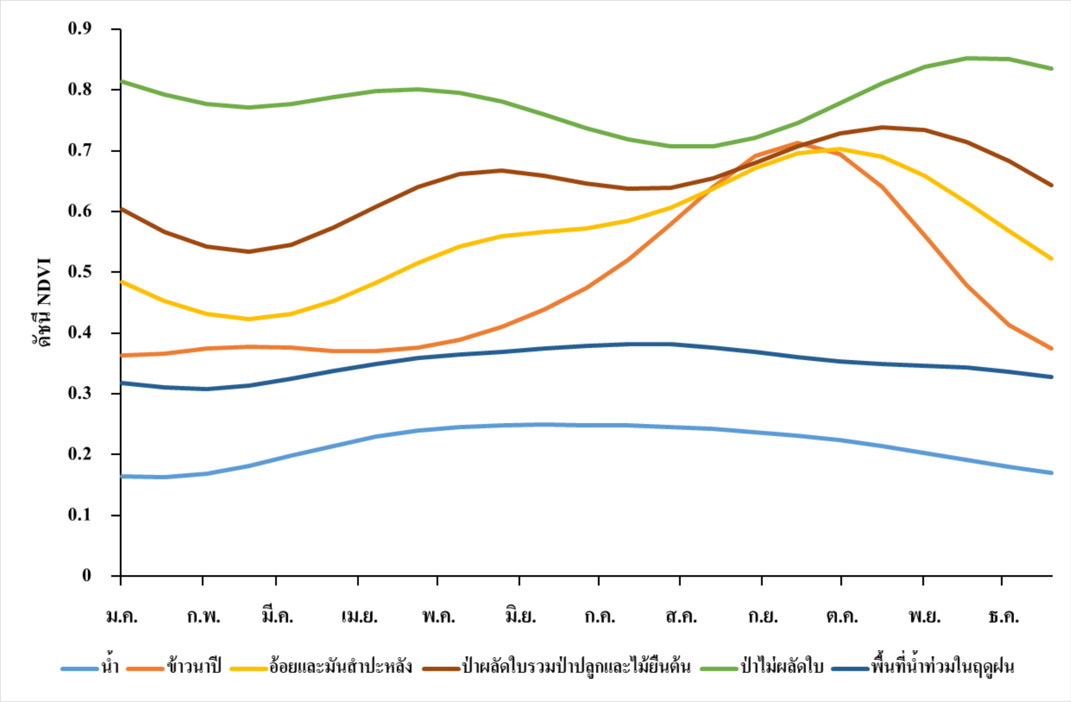
ภาพที่ 81 การเปรียบเทียบ Signature ของดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยดัชนี NDVI ประเภทพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝนในปี พ.ศ. 2544-2557 ของลุ่มน้ำมูล

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนของ Signature ดัชนี NDVI สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2544-2561 ของลุ่มน้ำมูล

เดือน		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
น้ำ	ค่าเฉลี่ย	0.16	0.17	0.20	0.23	0.25	0.25	0.25	0.24	0.23	0.22	0.20	0.18	0.22
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.06	0.05	0.04	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06
ข้าวนาปี	ค่าเฉลี่ย	0.36	0.38	0.37	0.37	0.40	0.44	0.51	0.62	0.70	0.67	0.52	0.40	0.48
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03
อ้อยและมันสำปะหลัง	ค่าเฉลี่ย	0.47	0.43	0.44	0.49	0.56	0.57	0.58	0.63	0.69	0.70	0.64	0.55	0.56
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น	ค่าเฉลี่ย	0.59	0.54	0.55	0.61	0.68	0.66	0.64	0.65	0.70	0.73	0.72	0.67	0.65
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
ป่าไม่ผลัดใบ	ค่าเฉลี่ย	0.80	0.78	0.78	0.80	0.82	0.76	0.72	0.71	0.74	0.80	0.84	0.84	0.78
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03
พื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน	ค่าเฉลี่ย	0.31	0.31	0.33	0.35	0.38	0.37	0.38	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.35
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04

0.78, 0.65, 0.56, 0.48, 0.35 และ 0.22 ตามลำดับ ซึ่งนับว่ามีความสมเหตุสมผลสำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภท

สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนเฉลี่ยของดัชนี NDVI สำหรับน้ำมีค่าสูงสุดคือ 0.06 ซึ่งหมายความว่า ดัชนี NDVI มีค่าแตกต่างกันในช่วงเวลา 18 ปี มากกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ รองลงมาคือ พื้นที่น้ำท่วมในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนเฉลี่ยของดัชนี NDVI เท่ากับ 0.04 สำหรับข้าว 1 ฤดูกาล อ้อยและมันสำปะหลัง รวมทั้งป่าไม้ทั้งสองประเภทและไม้ยืนต้น มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายเดือนเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.03 แสดงว่า Signature ของการใช้ที่ดินสี่ประเภทนี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ ทั้งนี้ ในภาพที่ 82 ได้แสดง Signature เฉลี่ยรายเดือนของการใช้ที่ดินแต่ละประเภททั้ง 6 ประเภทในลุ่มน้ำมูล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินทุก



ภาพที่ 82 ค่าเฉลี่ยของดัชนี NDVI สำหรับปี พ.ศ. 2544-2561 สำหรับการใช้ที่ดินแต่ละประเภทของลุ่มน้ำมูล

ประเภทมี Signature ที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561 โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ซึ่งเป็นดัชนีที่คำนวณจากค่าการสะท้อนกลับที่ตรวจวัดได้โดยตัวรับรู้ MODIS โดยใช้ผลต่างระหว่างค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นแสงสีแดงที่ตามองเห็นได้ (Visible red, VIR) และค่าการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared, NIR) โดยดัชนี NDVI เป็นข้อมูลแบบราย 16 วัน และมีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 250 เมตร ทำให้ในแต่ละปีมีจำนวนภาพของดัชนี NDVI เท่ากับ 23 ภาพ จากการตรวจสอบอนุกรมเวลาของดัชนี NDVI พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลันในบางช่วงเวลาซึ่งไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาวะธรรมชาติแต่เกิดจากการผลกระทบของเมฆและสภาพบรรยากาศ ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้ทำการปรับแก้อนุกรมเวลาของดัชนี NDVI ด้วยกระบวนการ Harmonic ANalysis of Time Series (HANTS) ซึ่งมีพื้นฐานของวิธีการ Fourier transform เป็นผลให้อนุกรมเวลาของดัชนี NDVI มีความถูกต้องมากขึ้นและสามารถนำมาจำแนกประเภทการใช้ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในการจำแนกการใช้ที่ดินได้ดำเนินการสำหรับดัชนี NDVI ในปี พ.ศ. 2561 เป็นปีเริ่มต้นเพื่อให้สามารถนำผลการจำแนกการใช้ที่ดินในปีดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินเผยแพร่ข้อมูลในปี พ.ศ. 2558-2559 ซึ่งผลการจำแนกการใช้ที่ดินและเปรียบเทียบกับข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินพบว่า ลุ่มน้ำชีมีการใช้ที่ดินหลัก 7 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย (1) น้ำ (2) ข้าว 1 ฤดูกาล (3) ข้าว 2 ฤดูกาล (4) อ้อยและมันสำปะหลัง (5) ข้าวโพด (6) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และ (7) ป่าไม่ผลัดใบ ส่วนในลุ่มน้ำมูลมีการใช้ที่ดินหลักเพียง 5 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย (1) น้ำ (2) ข้าว 1 ฤดูกาล (3) อ้อยและมันสำปะหลัง (4) ป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้น และ (5) ป่าไม่ผลัดใบ ต่อจากนั้นได้นำผลการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI ของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในปี พ.ศ. 2561 ไปตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับข้อมูลภาคสนามในปี พ.ศ. 2562 จำนวน 26 จุด และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 จากโปรแกรม Google Earth จำนวน 2,000 จุด ผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับจุดสำรวจภาคสนามพบว่า การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลมีค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Efficiency) เท่ากับ 91.67% และ 85.71% ตามลำดับ

และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้า (Kappa Coefficient) เท่ากับ 0.87 และ 0.77 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจำแนกการใช้ที่ดินโดยดัชนี NDVI มีความน่าเชื่อถือ ส่วนผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับจุดสำรวจจากภาพถ่ายดาวเทียมพบว่า การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีและมูลมีค่าความถูกต้องทั้งหมดเท่ากับ 80.44% และ 86.02% ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์แคปป้าเท่ากับ 0.70 และ 0.73 ตามลำดับ ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ดังนั้น จึงนำแนวทางการจำแนกที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินสำหรับอนุกรมเวลาของดัชนี NDVI ในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2560 โดยผลการศึกษาพบว่าในบางปีที่มีความลึกฝนมาก ๆ เป็นสาเหตุให้มีการท่วมขังของน้ำฝนในพื้นที่ต่ำในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลทำให้ประเภทการใช้ที่ดินในบางปีของลุ่มน้ำทั้งสองมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1 ประเภท คือประเภทพื้นที่น้ำท่วมในช่วงฤดูฝน นอกจากนั้นแล้ว ประเภทการใช้ที่ดินโดยส่วนใหญ่จะมีไม่ครบในทุกประเภทของลุ่มน้ำทั้งสองลุ่มน้ำ

จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำชีซึ่งมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 49,130 ตารางกิโลเมตร ในช่วงเวลา 18 ปี ระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561 ด้วย NDVI พบว่า การใช้ที่ดินประเภทหลักคือการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม กล่าวคือ มีการปลูกอ้อยและมันสำปะหลังโดยเฉลี่ยคิดเป็น 45.7% ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาคือการปลูกข้าวทั้งหนึ่งและสองฤดูกาลโดยเฉลี่ยคิดเป็น 25.5% ตามด้วยการปลูกข้าวโพดซึ่งคิดเป็น 14.1% ทั้งนี้ พบว่ามีการสลับเปลี่ยนระหว่างข้าวและพืชไร่โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากในระหว่างปีแต่พื้นที่เกษตรกรรมรวมมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากโดยมีพื้นที่เฉลี่ยคิดเป็น 82.7% โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 84.1% ในปี พ.ศ. 2549 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 78.71% ในปี พ.ศ. 2560 สำหรับในส่วนของป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นพบว่า มีพื้นที่เฉลี่ยคิดเป็น 9.1% ในขณะที่พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบมีเพียง 6.5% โดยพื้นที่ป่าไม้รวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นรวม 15.6% นั้น มีพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 18.2% ในปี พ.ศ. 2560 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 14.2% ในปี พ.ศ. 2544 และเมื่อพิจารณาเฉพาะป่าไม่ผลัดใบพบว่ามีพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 7.9% ในปี พ.ศ. 2560 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 5.6% ในปี พ.ศ. 2548 ทั้งนี้ ในปี พ.ศ. 2560 ได้มีการลดพื้นที่เกษตรกรรมและเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นซึ่งนับว่าเป็นแนวโน้มที่ควรส่งเสริมให้เกิดมากขึ้นเพื่อรักษาสมดุลของทรัพยากรน้ำ

สำหรับในส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำมูลซึ่งมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 71,072 ตารางกิโลเมตร ในช่วงเวลา 18 ปี ระหว่าง ปี พ.ศ. 2544-2561 พบว่า การใช้ที่ดินประเภทหลักคือการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมเช่นเดียวกับลุ่มน้ำชี แต่มีความแตกต่างกันที่ลุ่มน้ำมูลมีการปลูกข้าวโดยเฉลี่ยสูงถึง 64.1% ในขณะที่มีการปลูกพืชไร่โดยเฉลี่ยเท่ากับ 17.4% ซึ่งตรงกันข้ามกับลุ่ม

น้ำชีที่มีการปลูกพืชไร่มากกว่าการปลูกข้าวอย่างมีนัยยะสำคัญ นอกจากนั้นแล้วพบว่าไม่มีการสลับประเภทการปลูกข้าวและการปลูกพืชไร่เหมือนกับในลุ่มน้ำชี กล่าวคือพื้นที่การปลูกข้าวและพืชไร่ของลุ่มน้ำมูลไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในแต่ละปี สำหรับในส่วนของป่าผลัดใบรวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นพบว่า มีพื้นที่เฉลี่ยคิดเป็น 8.9% ซึ่งใกล้เคียงกับลุ่มน้ำชีมากซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.1% ในขณะที่พื้นที่ป่าไม่ผลัดใบเท่ากับ 8.2% ซึ่งสูงกว่าในลุ่มน้ำชีเล็กน้อยซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.5% โดยพื้นที่ป่าไม้รวมป่าปลูกและไม้ยืนต้นรวม 17.1% นั้น มีพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 21.1% ในปี พ.ศ. 2560 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.6% ในปี พ.ศ. 2547 และเมื่อพิจารณาเฉพาะป่าไม่ผลัดใบพบว่ามีพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 10.0% ในปี พ.ศ. 2560 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 7.0% ในปี พ.ศ. 2548 ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ป่าไม้รวมไม้ยืนต้นพบว่าในลุ่มน้ำมูลมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นในระยะหลังที่ชัดเจนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำชี

ข้อเสนอแนะ

ผลการจำแนกการใช้ที่ดินสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลในช่วงเวลา 18 ปี โดยใช้ดัชนี NDVI สามารถสรุปได้ว่า NDVI เป็นดัชนีที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เพื่อการจำแนกการใช้ที่ดิน อย่างไรก็ตาม ความละเอียดเชิงพื้นที่ของดัชนี NDVI ที่ได้จากตัวรับรู้ MODIS นั้นมีค่าเท่ากับ 250 เมตร ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้จำแนกประเภทการใช้ที่ดินที่มีขนาดเล็กกว่า 250 เมตร นอกจากนั้นแล้ว ในการศึกษานี้มีการเก็บข้อมูลภาคสนามค่อนข้างน้อยเนื่องจากต้องใช้งบประมาณมาก จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลการสำรวจที่ได้จากดาวเทียม Landsat 8 จากโปรแกรม Google Earth มาช่วย อย่างไรก็ตาม ความชัดเจนของการใช้ที่ดินที่ได้จาก Google Earth อาจจะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลสำรวจที่ได้จากภาคสนามโดยตรง ดังนั้น ถ้ามีการเพิ่มจุดสำรวจภาคสนามให้มากขึ้นจะสามารถสร้างความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ที่ดินให้มากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนั้นแล้ว เมื่อมีการสำรวจข้อมูลภาคสนามให้มากขึ้นแล้วก็สามารถนำวิธีการจำแนกแบบมีการกำกับ (Supervised Classification) มาใช้ร่วมกับวิธีการจำแนกแบบไม่มีการกำกับ (Unsupervised Classification) เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความถูกต้องที่จะได้จากสองวิธีนี้ อย่างไรก็ตาม จากแนวทางการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยดัชนี NDVI สำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลนั้นนับว่ามีความถูกต้องสูงพอสมควร จึงสามารถนำกระบวนการที่ดำเนินการในการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำอื่น ๆ ในประเทศไทยได้ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์. 2552. **สัญญาณและระบบ กับการประยุกต์ใช้โปรแกรม SCILAB**. เพชรเกษม การพิมพ์, นครปฐม.

นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2556. **อุทกวิทยาขั้นสูง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. วีรวรรณ พริ้นท์ติ้ง แอนด์ แพ็คเกจจิ้ง, นนทบุรี.

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป. **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1001 อ้อย**. 161 หน้า

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป. **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1001 มันสำปะหลัง**. 92 หน้า

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป. **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1001 ข้าวโพด**. 127 หน้า

Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote Sensing of Environment** 8(2): 127-150.

Justice, C.O., B.N. Holben and M.D. Gwynne. 1986. Monitoring East African vegetation using AVHRR data. **International Journal of Remote Sensing** 7: 1453-1474.

Viovy, N., O. Arino and A.S. Belward 1992. The Best Index Slope Extraction (BISE) - a method for reducing noise in NDVI time-series. **International Journal of Remote Sensing** 13: 1585-1590.

Menenti, M., S. Azzali, W. Verhoef and R. van Swol. 1993. Mapping agroecological zones and time lag in vegetation growth by means of Fourier analysis of time series of NDVI images. **Advances in Space Research** 13: 233-237.

Verhoef, W. 1996. Application of harmonic analysis of NDVI time series (HANTS). *In* **Fourier Analysis of Temporal NDVI in the Southern African and American Continents, DLO Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, Report 108.** 19-24.

Smith, C. and Brown. N. 1999. **ERDAS Field Guide**. 5th ed. ERDAS® Inc., United States of America.

Roerink, G.J., M. Menenti and W. Verhoef. 2000. Reconstructing cloudfree NDVI composites using Fourier analysis of time series. **International Journal of Remote Sensing** 21: 1911-1917.

Jakubauskas, M.E., D.R. Legates and J.H. Kastens. 2001. Harmonic Analysis of Time-Series AVHRR NDVI Data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing** 67: 461-470.

Zhou, J., L. Jia and M. Menenti. 2015. Reconstruction of Global MODIS NDVI Time Series: Performance of Harmonic ANalysis of Time Series (HANTS). **Remote Sensing of Environment** 163: 217-228.

Zhou, J., L. Jia, van Hoek, M. Menenti, J. Lu and G. Hu. 2016. An optimization of parameter settings in HANTS for global NDVI time series reconstruction. pp. 3422-3425. *In* **IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)**. 10-15 July 2016, IEEE, Beijing, China.

Aredehey, G., A. Mezgebu and A. Girma. 2017. Land-use land-cover classification analysis of Giba catchment using hyper temporal MODIS NDVI satellite images. **International Journal of Remote Sensing** 39: 810-821.

ภาคผนวก

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพผนวกที่ 1 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 1

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 2 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 2

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 3 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 3

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 4 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 4

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 5 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 5

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพผนวกที่ 6 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 6

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพผนวกที่ 7 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 7

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 8 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 8

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 9 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 9

(ก)

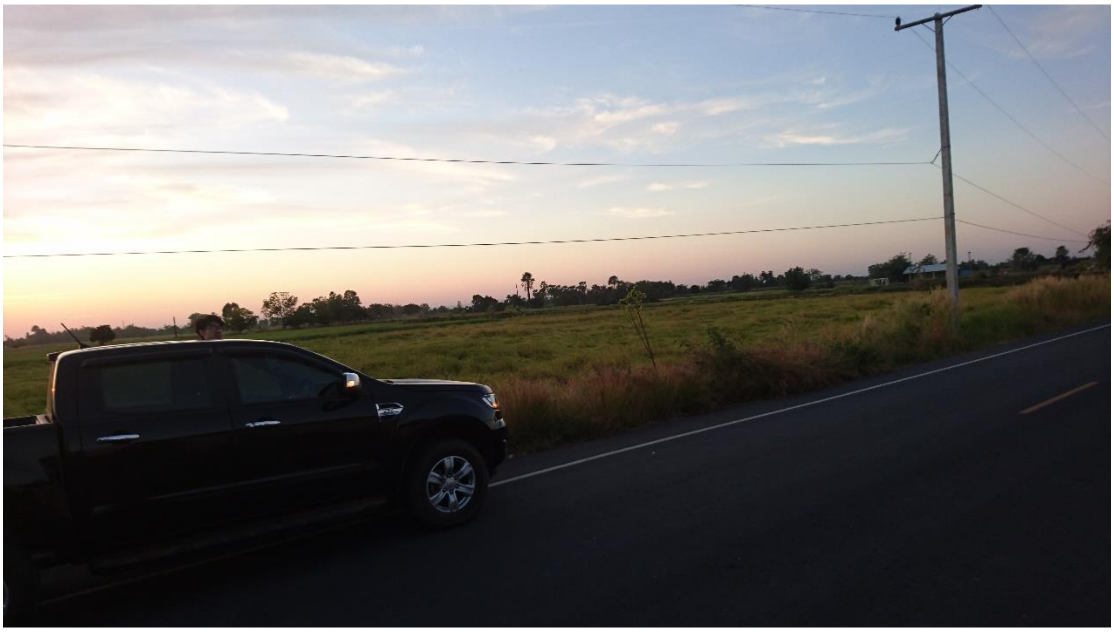
(ข)

ภาพผนวกที่ 10 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 10

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 11 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 11



(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 12 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำชี จุดสำรวจที่ 12

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 13 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 1

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 14 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 2

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 15 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 3

ภาพผนวกที่ 16 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 4

(ก)

ภาพผนวกที่ 17 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 5

(ข)

(ค)

ภาพผนวกที่ 17 (ต่อ)

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 18 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 6

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 19 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 7

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 20 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 8

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 21 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 9

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 22 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 10

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 23 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 11

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 24 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 12

(ก)

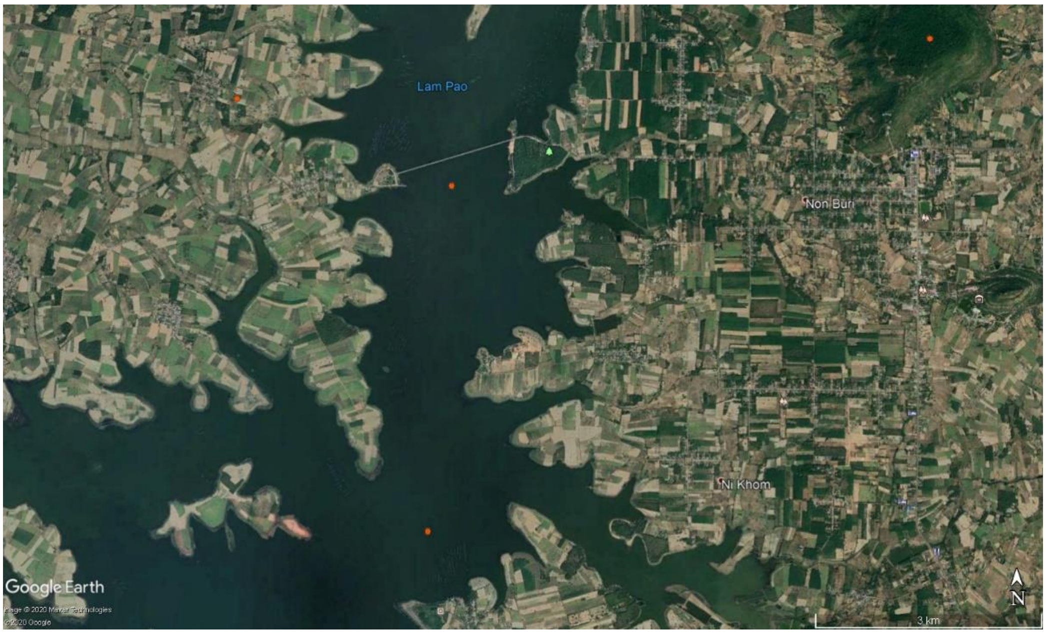
(ข)

ภาพผนวกที่ 25 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 13

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 26 การสำรวจภาคสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จุดสำรวจที่ 14



(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 27 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทน้ำ แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 28 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทข้าว แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 29 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทอ้อย แสดงภาพถ่ายดาวเทียม (ก) และภาพ Street view (ข)

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 30 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทมันสำปะหลัง แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 31 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทข้าวโพด แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 32 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทป่าปลูกและไม้ยืนต้น แสดง (ก) ภาพถ่ายดาวเทียม และ (ข) ภาพ Street view

ภาพผนวกที่ 33 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทป่าผลัดใบ

ภาพผนวกที่ 34 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทป่าไม่ผลัดใบ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายชัยณรงค์ โอภาไพบูลย์
เกิดวันที่	18 สิงหาคม 2534
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. วิศวกรรมโยธา-ทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนปริญญาโทของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ และทุนจากศูนย์วิจัยข้อมูลการรับรู้ระยะไกลเพื่อการจัดการน้ำ (Remote Sensing Research Centre for Water Resources Management, SENSWAT)