การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร พื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

APPLICATION OF GEOINFORMATICS SYSTEM FOR ANALYSIS OF WATER DEMAND OF AGRICULTURAL CROPS IN LAM SAM LAI RESERVOIR PROJECT AREA, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE

คุณากร หอมขาว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร พื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

คุณากร หอมขาว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

APPLICATION OF GEOINFORMATICS SYSTEM FOR ANALYSIS OF WATER DEMAND OF AGRICULTURAL CROPS IN LAM SAM LAI RESERVOIR PROJECT AREA, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE

KUNAKORN HOMKHAOW

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF SCIENCE

(Geoinformatics)

Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร พื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

ของ

คุณากร หอมขาว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ)

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันทิพย์ ปิยะทัศนานนท์)

..... ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อสมาภรณ์ สิทธิ)

ชื่อเรื่อง	การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร พื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา
ผู้วิจัย	คุณากร หอมขาว
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูเดช โลศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. สถาพร มนต์ประภัสสร

พื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความหลากหลาย ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินในด้านพื้นที่เกษตรกรรม อีกทั้งเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อภัยแล้ง และน้ำที่ใช้ในการหล่อเลี้ยงพืชในภาคเกษตรกรรมส่วนใหญ่มาจากการบริหารและจัดสรรน้ำจากกรมชลประทาน ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ร่วมกับการศึกษาวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร โดยเปรียบเทียบผลการจำแนกที่ได้จากการแปลตีความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบใกล้เคียงมากที่สุด (Maximum Likelihood), ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) และข่ายประสาทเทียม (Neural Net) พบว่า การจำแนกข้อมูลแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีความถูกต้องโดยรวมมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 90.16 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.88 รองลงมาจะเป็นการจำแนกข้อมูลแบบใกล้เคียงมากที่สุด และแบบข่ายประสาทเทียม โดยมีความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 87.59 และ 87.50 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.85 และ 0.84 ตามลำดับ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงใช้การจำแนกข้อมูลแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5-TM พ.ศ.2554 2559 และ Landsat 8-OLI พ.ศ.2564 ถูกจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับ 3 ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นาข้าว อ้อย มันสำปะหลัง พื้นที่น้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด ผลการศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วง พ.ศ.2554-2564 พื้นที่แหล่งน้ำ มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นาข้าว และมันสำปะหลัง มีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วง พ.ศ.2559-2564 มีการลดลงของอ้อยอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่นาข้าวมีพื้นที่เพิ่มขึ้น และในส่วนของการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรโดยวิธี FAO Penman-Monteith พบว่า ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนใน พ.ศ.2554 นาข้าว (นาปี) นาข้าว (นาปรัง) อ้อย และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 20.09 ลบ.ม. 33.87 ลบ.ม. 3.79 ลบ.ม. และ0.46 ลบ.ม. ตามลำดับ ใน พ.ศ.2559 นาข้าว (นาปี) นาข้าว (นาปรัง) อ้อย และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 20.85 ลบ.ม. 35.14 ลบ.ม. 4.05 ลบ.ม. และ0.54 ลบ.ม. ตามลำดับ และ พ.ศ.2564 นาข้าว (นาปี) นาข้าว (นาปรัง) อ้อย และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 22.28 ลบ.ม. 37.55 ลบ.ม. 1.02 ลบ.ม. และ0.55 ลบ.ม. ตามลำดับ

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน, ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร, การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

Title	APPLICATION OF GEOINFORMATICS SYSTEM FOR ANALYSIS OF WATER DEMAND OF AGRICULTURAL CROPS IN LAM SAM LAI RESERVOIR PROJECT AREA, NAKHON RATCHASIMA PROVINCE
Author	KUNAKORN HOMKHAOW
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Chudech Losiri , Ph.D.
Co Advisor	Professor Sathaporn Monprapusssorn , Ph.D.

The Lam Sam Lai reservoir project area has different types of land use. Most of this land serves agricultural purposes. Meanwhile, this area is at risk of drought and most agricultural water comes from management and allocation from the Royal Irrigation Department. This research aims to monitor changes in land use based on data from satellite images in conjunction with the study, the water demand analysis of crops and changes in water demand for farming by comparing the classification results obtained from land use interpretation from satellite image data. The three supervised classifications of satellite images are maximum likelihood, support vector machine and neural net. It was found that the support vector machine had the best overall accuracy (90.16%), the Kappa coefficient (0.88), followed by maximum likelihood (87.59%), neural network (87.50%), respectively, and the Kappa coefficient was 0.85 and 0.84, respectively. Consequently, the support vector machine classifier was used in this study to monitor changes in land use. The data from Landsat 5-TM and Landsat 8-OLI images in 2011, 2016, and 2021 classified level – III land use land cover had six types: community area and building, rice field, sugarcane field, cassava field, water area, and miscellaneous areas. The study results showed that changes in land use during 2011 to 2021 led to a continuous decline in water areas while community areas and buildings, rice fields, and cassava fields increased continuously. From 2016 to 2021, a decline in sugarcane fields was obviously seen, while rice fields apparently increased. With regard to the analysis of water demand of crops, it was found that water demands of farming by taking into account of the amount of rainfall in 2011 in-season rice fields, off-season rice fields, sugarcane fields, and cassava fields needed water were at the amount of 20.09 cubic meters, 33.87 cubic meters, 3.79 cubic meters, and 0.46 cubic meters, respectively. In 2016, in-season rice fields, off-season rice fields, sugarcane fields, and cassava fields needed water at the amount of 20.85 cubic meters, 35.14 cubic meters, 4.05 cubic meters, and 0.54 cubic meters, respectively. In 2021, in-season rice fields, off-season rice fields, sugarcane fields, and cassava fields needed water at the amount of 22.28 cubic meters, 37.55 cubic meters, 1.02 cubic meters, and 0.55 cubic meters, respectively.

Keyword : Land use change, Water demand of agricultural crops, Land use classification

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาช่วยเหลือ และความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตลอดจนการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการปรับแก้ไขข้อบกพร่องจากคณะกรรมการผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ ที่ได้ให้ความเมตตากรุณาเป็นที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร ที่เป็นที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการทำปริญญานิพนธ์นี้ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงในที่สุด รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันทิพย์ ปิยะทัศนานนท์ ที่ให้เกียรติในการเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และกรอบขอบพระคุณ นายชวกร ริ้วตระกูลไพบูลย์ หัวหน้าฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ และนายพีรวัส พึ่งพาพัฒน์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะต่างๆ และให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมแก่ผู้วิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์และกรรมการบริหารหลักสูตร สาขาภูมิสารสนเทศ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน รวมถึงผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาท ความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดมา รวมถึงบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ และขอน้อมรำลึกถึงคุณของบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนผู้วิจัย และเป็นกำลังใจที่ดีมากเสมอมา ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คุณประโยชน์อันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด

คุณากร หอมขาว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์ 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา 8

1.1 ที่ตั้ง 8

1.2 ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย 8

1.3 ลักษณะภูมิประเทศ 9

1.4 ลักษณะชุดดิน 9

1.5 ลักษณะสภาพภูมิอากาศ 10

2. ระบบภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics System) 13

2.1 ความหมายระบบภูมิสารสนเทศ 13
2.2 องค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศ 14
3. เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล (remote sensing) 16
3.1 ความหมายการรับรู้จากระยะไกล 16
3.2 กระบวนการและองค์ประกอบการรับรู้จากระยะไกล 17
3.3 ระบบของการรับรู้จากระยะไกล 17
3.4 กระบวนการในการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล 19
4. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use classification) 25
5. ความต้องการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration) 26
5.1 ความหมายหรือนิยามของความต้องการใช้น้ำของพืช 26
5.2 ความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference evapotranspiration) 26
5.3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient) 29
5.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืช 29
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30
6.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 30
6.2 การหาความต้องการใช้น้ำของพืช 32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36
1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 36
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล 37
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล 38
4.1 การจัดกระทำ 38
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 39

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 42
1. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา 42
1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา 42
1.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา 48
2. การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา 58
2.1 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน 58
2.2 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน 63
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 69
สรุปผลการวิจัย 69
1. การติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา 69
2. การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา 71
อภิปรายผลการวิจัย 71
การจำแนกประเภทข้อมูล และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 71
ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร 73
ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ 75
ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 75
บรรณานุกรม 77
ภาคผนวก 81
ภาคผนวก ก ตารางการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 82

ภาคผนวก ข ตารางเปรียบเทียบภาพจากการจำแนกข้อมูลแต่ละวิธีกับการอ้างอิงภาคพื้นดิน ... 97
ภาคผนวก ค ตารางแสดงเมตริกซ์การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล ... 100
ภาคผนวก ง ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช 104
ประวัติผู้เขียน..... 107

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ชนิดของข้อมูลที่ใช้ในแต่ละวิธีการคำนวณ..... 26

ตาราง 2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 36

ตาราง 3 ความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) ของวิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 พ.ศ.2564..... 43

ตาราง 4 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2554 2559 และ2564..... 44

ตาราง 5 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2559 48

ตาราง 6 เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2559..... 49

ตาราง 7 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2559-2564 52

ตาราง 8 เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2559-2564..... 53

ตาราง 9 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2564 55

ตาราง 10 เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2564..... 56

ตาราง 11 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา..... 59

ตาราง 12 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปี) แบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.) 60

ตาราง 13 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปรัง) แบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)..... 61

ตาราง 14 ความต้องการใช้น้ำของอ้อยแบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)..... 61

ตาราง 15 ความต้องการใช้น้ำของมันสำปะหลังแบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)..... 63

ตาราง 16 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา..... 64

ตาราง 17 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปี) แบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน..... 65

ตาราง 18 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปรัง) แบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน..... 66

ตาราง 19 ความต้องการใช้น้ำของอ้อยแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.) 66

ตาราง 20 ความต้องการใช้น้ำของมันสำปะหลังแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน..... 68

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย 5

ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย 7

ภาพประกอบ 3 ชุดดินโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย..... 10

ภาพประกอบ 4 สถิติข้อมูลภูมิอากาศ 30 ปี (พ.ศ.2534-2563) 13

ภาพประกอบ 5 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบใกล้เคียงมากที่สุด 22

ภาพประกอบ 6 การจำแนกประเภทแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน..... 23

ภาพประกอบ 7 การจำแนกประเภทแบบข่ายประสาทเทียม..... 24

ภาพประกอบ 8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2554 2559 และ2564..... 47

ภาพประกอบ 9 แผนที่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่าง พ.ศ.2554-2559 51

ภาพประกอบ 10 แผนที่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่าง พ.ศ.2559-2564 54

ภาพประกอบ 11 แผนที่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่าง พ.ศ.2554-2564 57

ภาพประกอบ 12 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา 59

ภาพประกอบ 13 กราฟแสดงปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา..... 64

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

พื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายนั้นตั้งอยู่ในอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อภัยแล้ง ซึ่งจะเห็นได้จากในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา อำเภอปักธงชัย เป็นหนึ่งในอำเภอที่ถูกจัดและประกาศให้เป็นเขตพื้นที่ประสบสาธารณภัย (ภัยแล้ง) ส่งผลให้ต้องมีมาตรการบริการจัดการน้ำควบคุมการใช้น้ำอย่างเข้มงวด โดยเฉพาะน้ำเพื่อการเกษตรหรือการทำนาปรัง ทั้งนี้เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และรักษาระบบนิเวศน์เป็นหลัก ซึ่งหากเกษตรกรที่ฝ่าฝืนคำเตือนมีโอกาสเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำทำการเกษตร และผลผลิตอาจจะได้รับความเสียหายสูงมาก (ไทยโพสต์, 2563) เนื่องจากน้ำที่ใช้ในการหล่อเลี้ยงพืชในภาคเกษตรกรรมส่วนใหญ่มาจากการบริหารและจัดสรรน้ำจากกรมชลประทาน อีกทั้งพื้นที่อำเภอปักธงชัย ถือเป็นพื้นที่ที่เผชิญภัยพิบัติที่รุนแรงที่สุดในรอบ 30 ปี (มติชนออนไลน์, 2563) ดังนั้น กรมชลประทานจึงต้องมีการวางแผนการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการขาดแคลนน้ำและมีน้ำอุปโภคบริโภคไปตลอดฤดูแล้ง เช่น มีการสำรวจพืชที่ปลูกในพื้นที่ของโครงการเพื่อศึกษาดูว่าพืชที่ปลูกมีความต้องการน้ำในปริมาณที่เท่าไร เพื่อที่จะได้บริหารและจัดสรรน้ำไปให้พืชได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และเพียงพอต่อความต้องการที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช เพื่อผลผลิตทางด้านการเกษตรที่ดีที่สุด โดยปกติแล้วอ่างเก็บน้ำลำสำลายนั้นจะมีปริมาณน้ำเก็บกักปกติของอ่างอยู่ที่ 39.80 ล้านลูกบาศก์ แต่จากสถิติของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำสำลายในช่วง 12 ปีย้อนหลัง (พ.ศ.2551 - 2562) มีปริมาณน้ำเฉลี่ยในแต่ละปี ดังนี้ พ.ศ.2551 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 28.10 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2552 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 22.15 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2553 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 19.68 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2554 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 29.44 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2555 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 21.20 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2556 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 19.29 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2557 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 23.82 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2558 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 18.99 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2559 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 5.22 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2560 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 23.87 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ.2561 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 27.18 ล้านลูกบาศก์เมตร และพ.ศ.2562 มีปริมาณน้ำเฉลี่ย 9.81 ล้านลูกบาศก์เมตร (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง, 2562) จากสถิติปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำสำลายในช่วง 12 ปีย้อนหลัง (พ.ศ.2551 - 2562) จะเห็นได้ว่า พ.ศ.2559 มีปริมาณน้ำเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งปริมาณน้ำที่ถูกเก็บไว้ใน

อ่างเก็บน้ำลำสำลายนั้น นอกจากจะส่งไปยังพื้นที่เกษตรกรรมแล้วยังต้องส่งไปยังพื้นที่ชุมชนเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคอีกด้วย

โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย เป็นโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดกลางที่อยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง โดยมีภารกิจและหน้าที่ดำเนินการส่งน้ำเพื่อการเกษตร การอุปโภค บริโภค ไปยังในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลและเทศบาล การอุตสาหกรรม และส่งเสริมอาชีพ เช่น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาและการประมง เป็นแหล่งท่องเที่ยว อีกทั้งเป็นการบรรเทาอุทกภัยในเขตที่ราบลุ่มด้านท้ายเขื่อน เนื่องจากอ่างเก็บน้ำลำสำลายเปรียบเสมือนเป็นแก้มลิงที่เอาไว้ผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในกรณีที่บางปีมีจำนวนของปริมาณน้ำที่มากเกินความต้องการ จึงต้องมีการระบายน้ำทิ้ง และรักษาระบบนิเวศน์ช่วยทำให้สภาพป่ามีความชุ่มชื้นอุดมสมบูรณ์ โดยภารกิจที่สำคัญอีกประการหนึ่งของกรมชลประทาน คือ การบริหารจัดการน้ำชลประทานให้กับพื้นที่เพาะปลูกทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง, การสื่อสารส่วนบุคคล, 2564) และในปัจจุบันพื้นที่ของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความหลากหลาย ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์ของที่ดินในด้านพื้นที่เกษตรกรรม โดยใน พ.ศ.2554 มีสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ ดังนี้ พื้นที่นาข้าว 18,092.03 ไร่ พืชไร่ 866.97 ไร่ ไม้ยืนต้น 342.55 ไร่ ไม้ผล 398.11 ไร่ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 1,704.95 ไร่ ในส่วนของ พ.ศ.2559 มีสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ ดังนี้ พื้นที่นาข้าว 18,184.65 ไร่ พืชไร่ 783.17 ไร่ ไม้ยืนต้น 331.78 ไร่ ไม้ผล 392.94 ไร่ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 1,708.75 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564) และในช่วงภายหลังมานี้ตั้งแต่ พ.ศ. 2554 ผลผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะข้าวให้ผลตอบแทนที่สูง ทำให้เกษตรกรมีความต้องการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งจะส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำของพืชในการเพาะปลูก ดังนั้น หากไม่มีการศึกษาหรือการวางแผนกำหนดแนวทางการจัดการน้ำที่ดี อาจทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำได้ (ธีรพงษ์ ควรคำนวน และ สุนทร เฉินประยูร, 2556) ซึ่งพื้นที่เกษตรกรรมเหล่านี้ล้วนมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณที่มากและขาดแคลนน้ำไม่ได้

โดยปกติโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายจะมีการสำรวจการปลูกพืช โดยใช้แบบสอบถามข้อมูลในการปลูกพืช ซึ่งข้อมูลการปลูกพืชนั้นจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลสถิติ (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง. 2564) แล้วเอาชนิดพืชมาคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืชทางด้านการเกษตรในเขตพื้นที่ชลประทาน โดยจะใช้วิธี FAO Penman-Monteith ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงตามคู่มือ FAO Irrigation and Drainage Paper no 56 หรือเรียกโดยย่อ

FAO-56 เป็นวิธีการคำนวณที่พัฒนามาจากพื้นฐานของสมการของ Penman-Monteith โดยปัจจุบันองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ FAO ได้แนะนำให้ใช้สมการนี้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Allen และคนอื่น ๆ, 2006) อีกทั้งวิธีการคำนวณในประเทศไทย การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตามแนวทางของ FAO Penman เป็นวิธีที่ยอมรับ และได้รับความนิยมมากที่สุดอีกด้วย (เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย, 2552) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงข้อมูลของความต้องการใช้น้ำทางการเกษตร แต่ยังขาดการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบเชิงพื้นที่เข้ามาประกอบในการวางแผน จึงถือว่าเป็นปัญหาอย่างหนึ่งของการบริหารจัดการน้ำ อีกทั้งปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำสำลายนั้น นอกจากจะส่งไปยังพื้นที่เกษตรกรรมแล้ว ยังต้องส่งไปยังพื้นที่ชุมชนเพื่อใช้ในการอุปโภค และบริโภคอีกด้วย เพราะฉะนั้นแล้วการประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชในพื้นที่เกษตรกรรมจึงมีความสำคัญมาก เพื่อให้พืชที่เพาะปลูกสามารถใช้น้ำได้อย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต

ในปัจจุบันองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในการประยุกต์ใช้ของหน่วยงานต่างๆ เช่น การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ ด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (supervised classification) ซึ่งเป็นวิธีการที่ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (training area) ของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559) และยังมีวิจัยและบทความอีกหลายเรื่องที่ได้มีการนำเอาองค์ความรู้ทางด้านการรับรู้จากระยะไกล และระบบภูมิสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ เช่น ขวัญนภา กล้าหาญ และจิระเดช มาจันแดง (2560) ใช้วิธีการจำแนกประเภทแบบใกล้เคียงมากที่สุด ในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในปี พ.ศ.2559 จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เพื่อนำไปคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพื้นที่ปลูกข้าว เกศินี นงโพธิ์, ชูเดช โลศิริ, และ สุธาทิพย์ ชวนะเวสสกุล (2564) ใช้วิธีการจำแนกประเภทแบบใกล้เคียงมากที่สุด ในการจำแนกการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดอุดรธานี และกฤชญาณ อินทรัตน์ (2565) ใช้วิธีการจำแนกประเภทแบบข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ ป่าสุ่ม และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครนายก และทดสอบประสิทธิภาพของตัวจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อหาตัวจำแนกที่ให้ผลลัพธ์การจำแนกที่มีความถูกต้องมากที่สุด

ดังนั้น การนำเอาการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ามาบูรณาการร่วมกับการวางแผนในการที่จะบริหารจัดการน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมจึงมีความสำคัญ อย่างมาก เนื่องจากระบบภูมิสารสนเทศประกอบไปด้วยการบูรณาการองค์ความรู้ และเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้จาก

ระยะไกล (Remote Sensing หรือ RS) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System หรือ GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) โดยองค์ความรู้ และเทคโนโลยีเหล่านี้ สามารถช่วยในการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติได้โดยการเลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความละเอียดของภาพและประเภทของดาวเทียมที่หลากหลาย มีชุดของเครื่องมือที่มีความสามารถในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การวางแผนในการที่จะบริหารจัดการน้ำ เพื่อให้พืชที่เพาะปลูกในพื้นที่สามารถใช้น้ำได้อย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และเพื่อเป็นแนวทางในการบริหาร และจัดสรรการใช้ปริมาณน้ำเพื่อการเกษตรได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพ

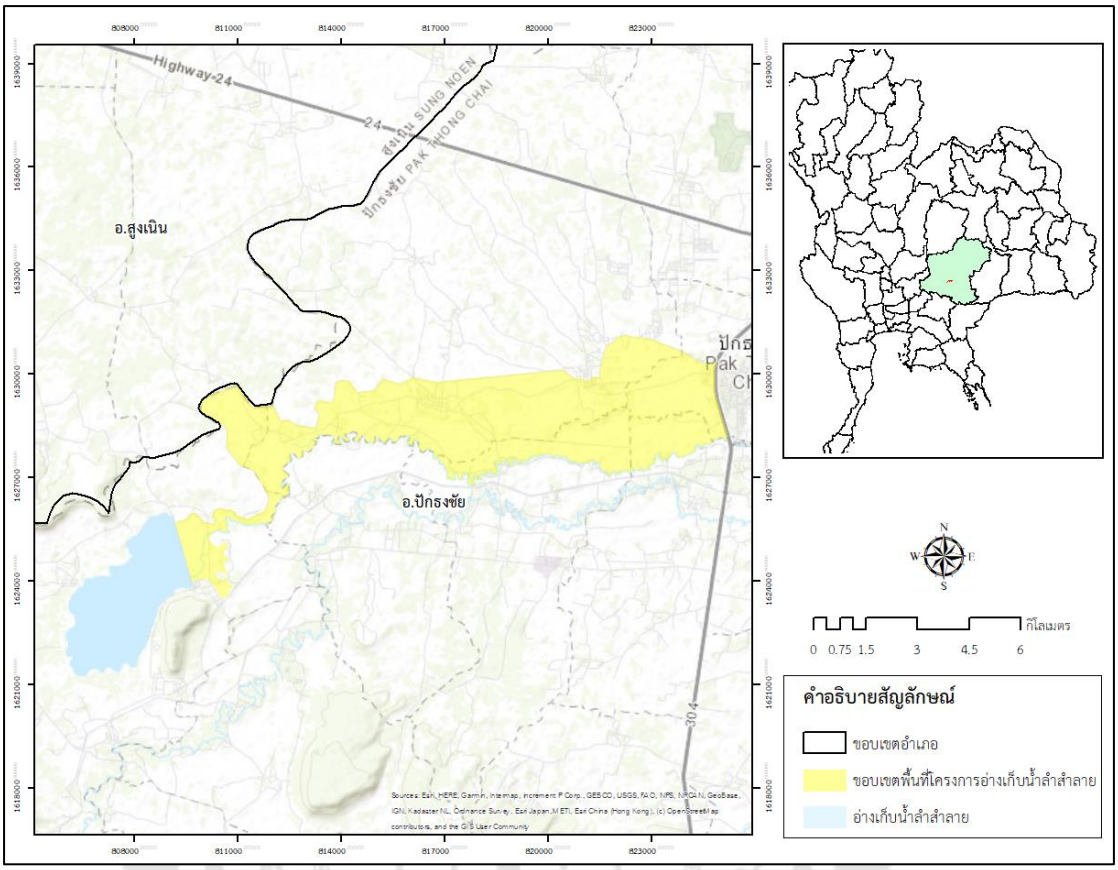
วัตถุประสงค์

1. เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

2. เพื่อวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

ขอบเขตของการวิจัย

1. **ขอบเขตด้านพื้นที่** พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย มีเนื้อที่ 22,578.77 ไร่ อยู่ในพื้นที่ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายเป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของโครงการชลประทานจังหวัดนครราชสีมา ภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย

2. **ขอบเขตด้านเนื้อหา** เป็นการใช้เทคนิคและข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล จากข้อมูลของดาวเทียม Landsat 5-TM และดาวเทียม Landsat 8-OLI เพื่อวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของพืชทางการเกษตรแต่ละชนิดที่ได้ไปวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำด้วยวิธี FAO Penman-Monteith เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้น้ำทางการเกษตรของพืชแต่ละชนิดที่ปลูกในพื้นที่ของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

3. **ขอบเขตด้านเวลา** งานวิจัยนี้ศึกษาการการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรใน พ.ศ.2554 2559 และ 2564

นิยามศัพท์เฉพาะ

พื้นที่ชลประทาน (irrigation area) หมายถึง พื้นที่ดินซึ่งใช้ในการปลูกพืชภายในเขตโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย ซึ่งจะส่งน้ำชลประทานไปถึงได้ และเป็นพื้นที่ซึ่งจะนำมาคิดปริมาณ

น้ำที่ต้องส่งไปใช้ในการทำชลประทาน โดยพืชที่ปลูกภายในเขตโครงการชลประทานแห่งหนึ่งอาจเป็นพืชชนิดเดียวกันโดยตลอดหรือเป็นพืชต่างชนิดก็ได้

ความต้องการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration : ETc) หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต

ความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference evapotranspiration : ETo) หมายถึง ปริมาณการคายน้ำรวมกับการระเหยน้ำจากพืชอ้างอิง หรือหลักการในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึง ซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจะผันแปรไปตามสภาพอากาศของแต่ละแห่งไปด้วย

ค่าสัมประสิทธิ์พืช (crop coefficient : Kc) หมายถึง ปริมาณการใช้น้ำของพืชในการเจริญเติบโตในแต่ละชนิดตามช่วงอายุการเจริญเติบโต โดยไม่ผันแปรไปตามสภาพอากาศ

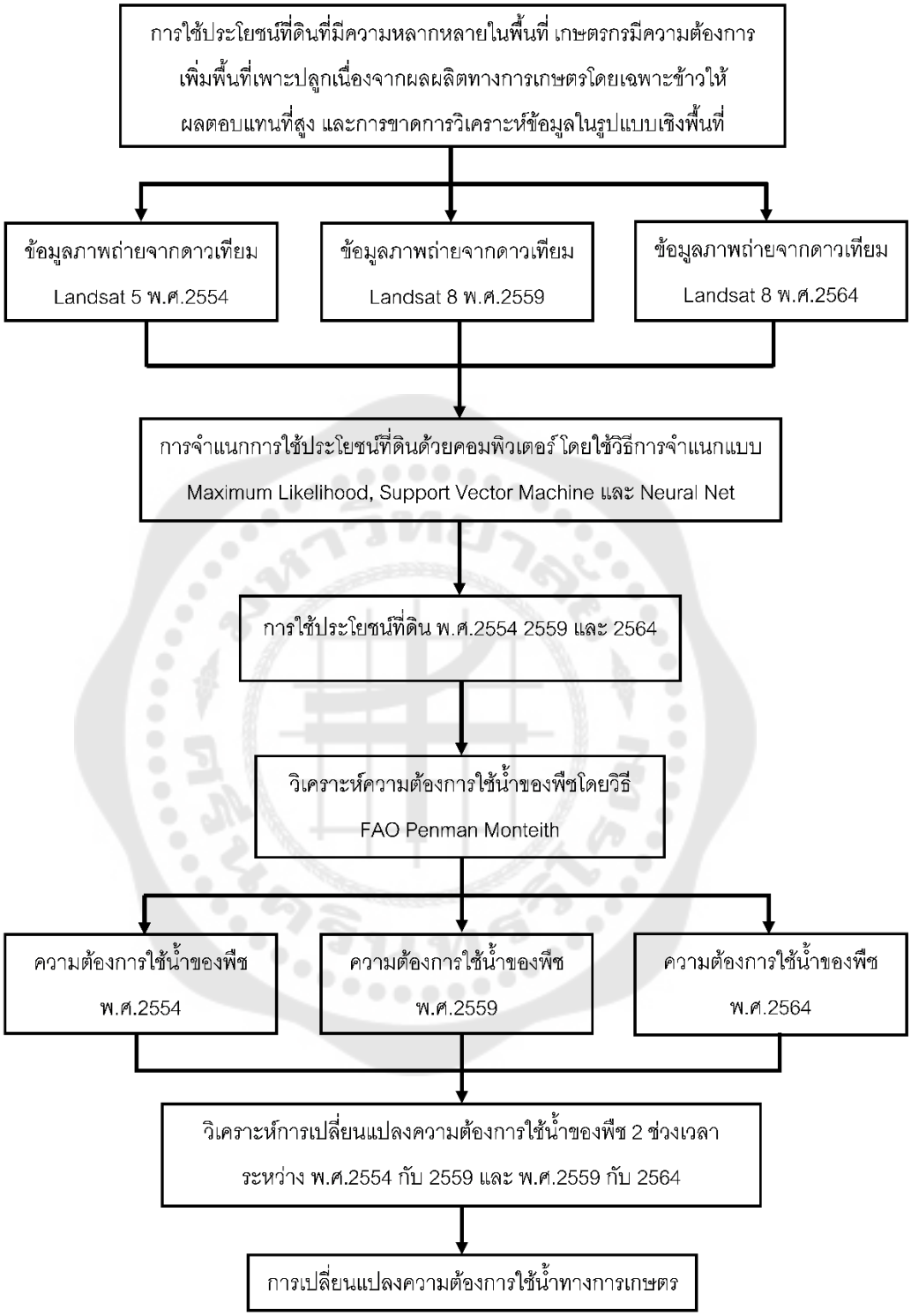
ค่าชลภาระ (water duty) หมายถึง ค่าความต้องการส่งน้ำไปให้แปลงเพาะปลูกโดยส่งเข้าระบบส่งน้ำ เช่น คลองชลประทาน ลำน้ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย
2. เป็นแนวทางในการพิจารณาการวางแผนในการส่งน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการน้ำของพืชที่เกษตรกรปลูก เพื่อการบริหารจัดสรรน้ำที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้น้ำในพื้นที่เพื่อการเกษตรได้อย่างเพียงพอ
4. เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ช่วยในการพิจารณาการวางแผนในการที่จะส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูก

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเทคนิคและข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 5-TM และ Landsat 8-OLI มาใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแต่ละชนิด เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้น้ำทางการเกษตรของพืชแต่ละชนิดที่ปลูกในพื้นที่ของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. ระบบภูมิสารสนเทศ
3. เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล
4. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน
5. ความต้องการใช้น้ำของพืช
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 ที่ตั้ง

โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลางที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของโครงการชลประทานจังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ที่บ้านเขาพญาปราบ หมู่ที่ 15 ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ละติจูดที่ 14.5436 เหนือ ลองจิจูดที่ 102.0061 ตะวันออก ระวางแผนที่หมายเลข 5338-II ชุด L7018 ของแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง, 2564) มีอาณาเขตพื้นที่ติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับตำบลหนองตะไก้ และตำบลตะคุ
ทิศใต้	ติดกับตำบลสุขเกษม ตำบลตูม และตำบลงิ้ว
ทิศตะวันออก	ติดกับตำบลเมืองปัก
ทิศตะวันตก	ติดกับตำบลตะขบ

พื้นที่ทั้งหมดของโครงการอยู่ในเขตอำเภอปังธงชัย จังหวัดนครราชสีมา

1.2 ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย

ลักษณะเป็นเขื่อนดิน ตัวทำนบอยู่ที่พิกัด 47 PRS 097-242 ระวาง 5338 II พิกัด 160975 E 1624254 N สันเขื่อนกว้าง 7.00 เมตร สันเขื่อนยาว 2,400 เมตร ความสูงที่จุดลึกสุด 11.50 เมตร มีความจุสามารถเก็บกักน้ำได้ 42.00 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำใช้การ 40.00 ล้านลูกบาศก์เมตร มีอาคารสำหรับระบายน้ำล้นเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Morning

Glory and Overflow Spillway ขนาด 9.00 เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุดอยู่ที่ 85 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อาคารระบายน้ำฉุกเฉิน (emergency spillway) เป็นฝายที่ทำจากคอนกรีตเสริมด้วยเหล็กกว้าง 150 เมตร มีบานระบายน้ำได้สูงสุดอยู่ที่ 250 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที การระบายน้ำเข้าสู่พื้นที่ชลประทานนั้น จะใช้ประตูปากคลองสายใหญ่ฝั่งซ้ายและขวา (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง, 2564)

1.3 ลักษณะภูมิประเทศ

โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย มีสภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบเชิงเขาในระยะ 30 กิโลเมตรห่างจากตัวเขื่อน จากนั้นจะเป็นที่ราบจนถึงปลายคลองส่งน้ำ ลักษณะดินเป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำดีหรือดีปานกลาง เป็นดินที่มีลักษณะเนื้อละเอียดถึงละเอียดปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง โดยดินลักษณะนี้เหมาะสำหรับแก่การปลูกพืชล้มลุกและไม้ผลต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฝ้าย ยาสูบ ถั่ว อ้อย และละหุ่ง เป็นต้น (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง, 2564)

1.4 ลักษณะชุดดิน

การศึกษาลักษณะดินในการวิจัยครั้งนี้ได้พิจารณาในบริเวณพื้นที่ชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย พบว่าทรัพยากรดินบริเวณพื้นที่ชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย ประกอบด้วย 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินคำบง ชุดดินภูพาน ชุดดินสีคิ้ว ชุดดินสีทน และชุดดินหนองกุง โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชุดดินหนองกุง ดังแสดงในภาพประกอบ 3 โดยมีรายละเอียดของแต่ละชุดดิน (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ดังต่อไปนี้

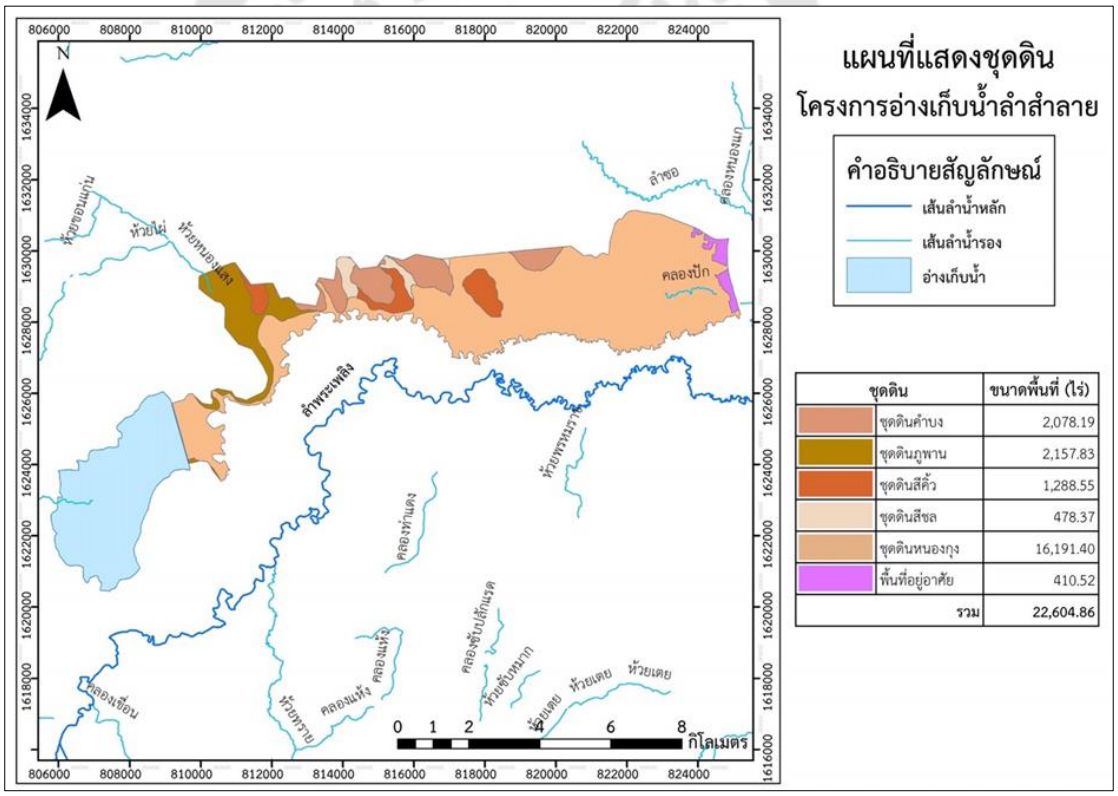
ชุดดินคำบง (Khambong series: Kg) เป็นดินลึกมาก ดินชั้นบนจะเป็นดินร่วนปนทราย จะมีลักษณะของสีน้ำตาลเข้ม ดินชั้นล่างจะเป็นดินทรายปนดินร่วน และเปลี่ยนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายในดินชั้นล่างลึกลงไป จะมีลักษณะของสีน้ำตาล ซึ่งจะเป็นชั้นสะสมอนุภาคดินเหนียวและอาจพบจุดประสีในดินล่าง

ชุดดินภูพาน (Phu Phan series: Pu) เป็นดินลึกมาก ดินชั้นบนเป็นทรายปนดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย จะมีลักษณะของสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้ม ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนปนทรายจะมีลักษณะของสีน้ำตาล น้ำตาลปนเหลือง น้ำตาลปนแดง หรือแดงปนเหลือง ซึ่งอาจจะพบจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีเหลืองปนแดงปริมาณเล็กน้อย และอาจจะพบลูกรังปริมาณเล็กน้อยร่วมกับเศษหินทรายในหน้าตัดของดิน และมักจะพบก้อนหินทรายลอยอยู่บนบริเวณผิวดิน

ชุดดินสีคิ้ว (Si Khiu series: Si) เป็นดินลึก ดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนทราย จะมีลักษณะของสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย จะมีลักษณะของสีแดงเข้มหรือสีน้ำตาลปนแดง และจะพบก้อนเหล็ก แมงกานีสสะสม และก้อนหินปูนสะสม

ชุดดินสีทน (Si Thon series: St) เป็นดินลึกมาก โดยดินชั้นบนเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน จะมีลักษณะของสีดินเป็นสีน้ำตาล ดินชั้นล่างจะมีลักษณะที่ไม่แน่นอน โดยจะมีลักษณะของการเรียงชั้นที่สลับกันแล้วแต่ชนิดของต้นกำเนิดที่น้ำพัดพามาทับถมกันในแต่ละปี ซึ่งจะมีลักษณะที่มีสีเทา สีเทาปนชมพูหรือสีน้ำตาลปนเทา และจะพบจุดประสีแดงปนเหลือง ซึ่งสีพวกสีน้ำตาลหรือสีพวกสีเหลืองจะพบตลอดหน้าตัดดิน

ชุดดินหนองกุง (Nong Kung series: Nkg) เป็นดินลึกมาก ดินชั้นบนเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง จะมีลักษณะของสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนสีเทา หรือสีเทา ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว จะมีลักษณะของสีเทาปนสีน้ำตาลอ่อน และจะพบจุดประสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนเหลืองตลอด และอาจจะพบก้อนเหล็กหรือแมงกานีสสะสมอยู่ในชั้นดินล่าง



ภาพประกอบ 3 ชุดดินโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย

1.5 ลักษณะสภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปบริเวณพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยอิทธิพลของลมมรสุม

ทั้งสองนี้ จะมีผลต่อสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยในช่วงประมาณเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดพาเอามวลอากาศความหนาวเย็นและความแห้งจากทางทิศเหนือเข้าปกคลุมสู่ประเทศไทย ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศไทยอยู่ในฤดูหนาว และจะทำให้บริเวณพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา มีอากาศที่หนาวเย็นและแห้งโดยทั่วไป และช่วงประมาณเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน จะเป็นช่วงที่มีลมอากาศร้อนที่สุด อันเป็นผลมาจากลมจากทางทิศใต้จากอ่าวไทยพัดเข้าสู่ฝั่งภาคพื้นดิน โดยแนวทิศทางของมรสุมและลมพายุจะที่พัดเข้าสู่ประเทศไทย และในช่วงประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม จะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีหย่อมความกดอากาศจากทางซีกโลกใต้ ได้เคลื่อนตัวผ่านมหาสมุทรอินเดียทางทะเลอันดามัน โดยผ่านพื้นที่คาบสมุทรทางตอนใต้ไปแทนที่หย่อมความกดอากาศต่ำของทางซีกโลกเหนือ โดยจะพัดพาเอาความชื้นจากทะเลและมหาสมุทรเข้ามาสู่ฝั่ง โดยมรสุมนี้จะทำให้เกิดฝนตกโดยทั่วไปในพื้นที่

ข้อมูลภูมิอากาศที่ได้ทำการรวบรวม ได้แก่ ปริมาณการระเหย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความครึ้มเมฆ ซึ่งเป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนและรายปีที่สถานีวัดอากาศ 48434 อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ในช่วง พ.ศ. 2534-2563 ซึ่งดำเนินการโดยกรมอุตุนิยมวิทยา โดยแสดงสถิติข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2534-2563) (ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน, 2564) ดังภาพประกอบ 4 โดยสรุปได้ดังนี้

ปริมาณฝนรายเดือน เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนสูงสุด ในขณะที่เดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนต่ำสุดและเกือบจะไม่มีฝนตกเลย ปริมาณฝนลดน้อยลงมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แห้งแล้งของปีและจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนมีนาคม ซึ่งจะเป็นการเริ่มต้นของฤดูฝนอีกครั้ง ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปี มีค่าเท่ากับ 1,057.3 มิลลิเมตร

ปริมาณการระเหย โดยทั่วไปแล้วปริมาณการระเหยจะมีค่าที่ต่ำในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว และมีค่าสูงในช่วงฤดูร้อน ปริมาณการระเหยรายเดือนเฉลี่ยที่วัดโดยถาดอัตราการระเหย มีค่าผันแปรอยู่ที่ระหว่าง 113.7 ถึง 165.8 มิลลิเมตร โดยเดือนเมษายนจะเป็นเดือนที่มีการระเหยสูงสุด ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนจะเป็นเดือนที่มีการระเหยต่ำสุด ค่าปริมาณการระเหยเฉลี่ยของแต่ละเดือนที่วัดจากถาดวัดอัตราการระเหย รวมทั้งปีมีค่าเท่ากับ 1,622.5 มิลลิเมตร

อุณหภูมิรายเดือนเฉลี่ย ค่าอยู่ระหว่าง 30.2 ถึง 36.2 องศาเซลเซียส สำหรับช่วงที่อุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ในเดือนธันวาคม ขณะที่อุณหภูมิสูงสุดจะอยู่ในเดือนเมษายน สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี มีค่าประมาณ 33.1 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนเฉลี่ย โดยความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนเฉลี่ย มีค่าอยู่ระหว่าง 64 ถึง 82 เปอร์เซ็นต์ เดือนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ ส่วนเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด คือ เดือนกันยายน การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมโดยตรง กล่าวคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะนำความชุ่มชื้นมาให้ในขณะที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือนำเอาความหนาวเย็นและความแห้งมาให้ ค่าความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย มีค่าเท่ากับร้อยละ 72.9

ความเร็วลม จากข้อมูลความเร็วลมและทิศทางของลม พบว่า ได้รับอิทธิพลของลมที่มาจากทางด้านทิศใต้ ซึ่งมีกระแสลมแรงพัดเป็นครั้งคราวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกันยายน ส่วนในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคมทิศทางลมส่วนใหญ่จะมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคมเป็นเดือนที่มีความเร็วลมโดยเฉลี่ยสูงสุด สำหรับความเร็วลมสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ในระหว่าง พ.ศ. 2534-2563 มีค่า 44 น๊อต ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนเมษายน

ความครึ้มเมฆรายเดือน ประมาณ 3.3 ถึง 7.8 (ใน 10 ส่วนของท้องฟ้า) ช่วงที่มีความครึ้มเมฆต่ำที่สุดอยู่ในเดือนมกราคม และสูงสุดอยู่ในเดือนสิงหาคม สำหรับค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 5.4

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1991-2020

Station	CHOK CHAI	Elevation of station above MSL	190.34	Meters
Index Station	48434	Height of barometer above MSL	193.32	Meters
Latitude	14° 43' 8.0" N	Height of Thermometer above	1.44	Meters
Longitude	102° 10' 7.0" E	Height of wind vane above ground	12.34	Meters
		Height of rainguage	1.08	Meters

Elements		N-Years	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
Pressure(hPa)	Mean	30	1013.3	1011.8	1009.8	1008.5	1007.2	1006.2	1006.1	1006.4	1007.9	1010.4	1012.2	1013.8	1009.47
	Mean Daily Range	30	5.9	6.1	5.9	5.4	4.7	4.1	4	4.2	4.6	4.8	5.1	5.6	5.03
	Ext.Max.	30	1025.88	1024.59	1027.71	1019.9	1015.5	1015.48	1013.04	1012.6	1016.54	1020.51	1022.6	1025.04	1027.71
	Ext.Min.	30	1003.54	1002.34	999.66	999.62	998.57	998.34	998.69	998.4	998.59	999.58	1002.06	1002.22	998.34
Temperature(Celsius)	Mean Max.	30	31.4	33.6	35.5	36.2	35.1	34.3	33.5	33.1	32.3	31.4	31	30.2	33.1
	Ext.Max.	30	37.2	39	41.2	42.5	40.7	39	37.9	37	36.2	36.5	36.1	35.9	42.5
	Mean Min.	30	18.3	20.3	23.1	24.6	25.1	25.1	24.7	24.5	24.1	23.2	20.9	18.4	22.7
	Ext.Min.	30	8.7	11.3	14	17.7	21	21.6	21.5	21.5	20.5	16.1	13.5	6.5	6.5
	Mean	30	24.5	26.6	28.8	29.7	29.1	28.9	28.4	28	27.4	26.8	25.6	24	27.3
Dew Point Temp.(Celsius)	Mean	30	17.4	18.6	20.8	22.6	23.8	23.6	23.3	23.4	23.8	22.9	20.4	17.6	21.5
Relative Humidity(%)	Mean	30	68	64	65	69	75	75	75	77	82	81	75	70	72.9
	Mean Max.	30	88	86	86	87	90	89	90	91	94	94	91	89	89.5
	Mean Min.	30	43	41	42	46	54	55	57	58	63	62	54	48	52
	Ext.Min.	30	22	18	18	21	31	28	31	40	43	37	29	28	18
Visibility(Km.)	Mean	30	6.5	6	6.8	8.3	10.1	10.6	10.6	10.4	10	8.5	8.2	7.6	8.6
	07.00LST	30	3.7	3.4	4.8	6.9	9.4	10.1	10	10	9.1	6.7	6.1	5.4	7.1
Cloud Amount(1-10)	Mean	30	3.3	3.4	4.2	4.8	6.2	6.9	7.5	7.8	7.2	5.8	4.1	3.5	5.4
Wind (Knots)	Prev.Wind	30	NE	NE	SW	SW	W	W	W	W	W	NE	NE	NE	-
	Mean	30	1.3	1.5	1.6	1.6	1.4	2	2.1	1.9	1.1	1.4	1.7	1.9	1.6
	Max.	30	25	35	33	44	40	33	34	34	32	35	25	25	44
Pan Evaporation(mm.)	Total	30	122.2	129.4	163.9	165.8	154.5	146	142.6	132.6	115.1	115.7	113.7	121	1622.5
Rainfall(mm)	Total	30	9.7	13.7	37.9	74.3	148.3	110.8	120.4	150.5	204.4	159.7	23.2	4.4	1057.3
	Num. of Days	30	1.8	2.7	5.3	8.3	14.4	14	16.1	17.1	19.2	13.3	4.2	1.1	117.5
	Daily Max.	30	47	35.6	100.3	98.4	147.5	107.9	78	86.5	122.8	112.3	74.4	31.8	147.5
Sunshine Duration(hr.)	Mean	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Phenomena(Days)	Fog	30	2	1.7	0.2	0	0.1	0	0	0	0.4	1.8	1.4	0.6	8.2
	Haze	30	27.7	27	27.2	18.1	2.2	0	0	0.1	1	8.8	13.7	21	146.8
	Hail	30	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0.4
	ThunderStorm	30	0.2	1.6	4.8	8.6	11.4	7.6	6.5	7.6	10	5.2	0.7	0.1	64.3
	Squall	30	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0.3	0	0.1	0.1	0	0.8

ภาพประกอบ 4 สถิติข้อมูลภูมิอากาศ 30 ปี (พ.ศ.2534-2563)

2. ระบบภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics System)

2.1 ความหมายระบบภูมิสารสนเทศ

ระบบภูมิสารสนเทศ หมายถึง การบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) เพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลเป็นการศึกษาองค์ประกอบต่างๆ และสำรวจเก็บข้อมูลบนพื้นผิวโลกและในชั้นบรรยากาศ เพื่อสำรวจ ศึกษา เก็บข้อมูล และติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติได้โดยการเลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความละเอียดของภาพและประเภทของดาวเทียมที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ในแต่ละเรื่อง สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบสารสนเทศที่สามารถจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ วิเคราะห์ข้อมูล และประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการ

ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก เป็นระบบที่สามารถนำมาใช้กำหนดตำแหน่งเชิงพื้นที่ และติดตามการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งของได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยอาศัยดาวเทียมและระบบคลื่นวิทยุนำร่อง และรหัสที่ส่งมาจากตำแหน่งของดาวเทียมต่างๆที่โคจรอยู่รอบโลก (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

2.2 องค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศ

องค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศ ประกอบด้วย 3 เทคโนโลยี ได้แก่ เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล หมายถึง การบันทึกหรือการได้มาของข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุในพื้นที่เป้าหมาย โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่เรียกว่าเครื่องรับรู้ (sensors) โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุนั้นๆโดยตรง (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559) ซึ่งจะอาศัยคุณสมบัติคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อกลางในการได้มาของข้อมูล และข้อมูลที่ได้มาจากการตรวจวัดนั้นสามารถนำมาทำการวิเคราะห์และประมวลผล จนถึงการนำข้อมูลไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นปัญหา หรือเรื่องต่างๆได้ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

การรับรู้จากระยะไกลสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ ตามระบบที่ตรวจวัดจากพลังงานธรรมชาติ เช่น อาศัยแสงอาทิตย์ และระบบที่สร้างพลังงานขึ้นเอง เช่น เรดาร์ และไลดาร์ ดังนั้นการรับรู้จากระยะไกลจึงเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจำแนกและเข้าใจวัตถุ หรือสภาพแวดล้อมต่างๆ จากลักษณะเฉพาะตัวของการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีช่วงคลื่นของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ช่วงแสงที่มองเห็นได้ (visible light) ช่วงคลื่นอินฟราเรด (infrared) ช่วงคลื่นไมโครเวฟ (microwave) ดังนั้นเราสามารถแยกประเภทของการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ การรับรู้จากระยะไกลแบบแพสซิฟ และการรับรู้จากระยะไกลแบบแอ็กทิฟ (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559)

2.2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือ หรือกระบวนการทำงานที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการนำเข้าข้อมูลมารวบรวม จัดเก็บ จัดเตรียม ปรับปรุง แก้ไข และวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ซึ่งจะสามารถทำการสืบค้นข้อมูลได้ เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อช่วยในการประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่างๆได้ โดยข้อมูลที่นำมารวบรวมและจัดเก็บนั้น จะสามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลเชิงพื้นที่ยังมีการเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลสารสนเทศ

ที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล (attribute data) ที่ใช้ในการอธิบายรายละเอียดต่างๆที่เกิดขึ้น และคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) นั้นๆ ซึ่งจะทำให้การนำข้อมูลไปใช้มีความถูกต้องและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

2.2.2.1 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

องค์ประกอบต่างๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ

1) บุคลากร (peopleware) บุคลากรที่เกี่ยวข้องทางด้านการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยต้องมีความรู้ที่หลากหลาย และมีความสนใจเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ๆ และผู้จัดทำข้อมูลทำหน้าที่นำเข้าข้อมูล จัดเก็บ และแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อให้การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2) ข้อมูล (data) ข้อมูลเป็นองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญมากในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแหล่งข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้มาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม รูปถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่น้ำใต้ดิน และแผนที่ธรณีวิทยา โดยแหล่งข้อมูลอยู่ในรูปแบบของข้อมูลกระดาษและข้อมูลเชิงเลข

3) ซอฟต์แวร์ (software) คือ ชุดคำสั่งที่ใช้เพื่อทำหน้าที่จัดการควบคุมการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ให้ทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ต้องการ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- ซอฟต์แวร์ที่ใช้ทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เรียกว่า ซอฟต์แวร์ระบบ (system software) หรือ ระบบปฏิบัติการ (operating system : OS) เป็นโปรแกรมที่ทำงานควบคุมระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มักจะนิยมใช้ระบบปฏิบัติการ WINDOWS เป็นต้น นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยโปรแกรมซอฟต์แวร์สำเร็จที่ผู้ผลิตโปรแกรมทำเอาไว้แล้ว ซึ่งสามารถที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมกับงานต่างๆได้ เช่น Microsoft Office และซอฟต์แวร์ระบบสำหรับการจัดการฐานข้อมูล (data base management software : DBMS) ซึ่งจะเป็นการเก็บบันทึกข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูล และมีคำสั่งสำหรับการเรียกข้อมูลไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น SQL และ Dbase Access Oracle เป็นต้น

- ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้ทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ โดยสามารถที่จะทำการป้อนข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล ซึ่งการนำเข้าข้อมูลนั้นอาจเป็นการเปลี่ยนข้อมูลจากแผนที่ต้นแบบ ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ ให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงเลขได้ โดยมีคำสั่งเครื่องมือที่ใช้ เช่น ตัวแปลงเป็นดิจิทัล (digitizer) และเครื่องกวาดภาพ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถจัดเก็บข้อมูลประเภทจุด เส้น หรือพื้นที่รูปปิด และการจัดการฐานข้อมูลที่ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ

4) ฮาร์ดแวร์ (hardware) คือ ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น จอภาพ แป้นพิมพ์ เครื่องพิมพ์ หรือ อื่นๆ เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล และผลิตผลลัพธ์ของการทำงาน

5) วิธีการ กระบวนงานหรือขั้นตอนการทำงาน เป็นกระบวนการเพื่อสนับสนุนการทำงาน การวิเคราะห์ดำเนินงาน เพื่อตอบสนองตามเป้าหมายในการทำงานนั้น ต้องมีการอาศัยองค์ประกอบและองค์ความรู้ต่างๆ ตามศาสตร์ที่จะดำเนินการ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

2.2.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก หมายถึง ระบบโครงข่ายดาวเทียมระบุตำแหน่ง โดยระบบนี้มีการพัฒนาขึ้นโดยกระทรวงกลาโหมของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งจะอาศัยดาวเทียมและระบบคลื่นวิทยุนำร่อง และรหัสที่ส่งมาจากดาวเทียม NAVSTAR จำนวนอย่างน้อย 24 ดวง รอบโลก โดยโคจรเหนือพื้นโลกอยู่ที่ประมาณ 20,200 กิโลเมตร เดิมระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกได้ถูกออกแบบมาให้ใช้ในภารกิจทางทหารเท่านั้น ต่อมาได้เปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปได้ใช้ประโยชน์นี้โดยไม่คิดมูลค่าแต่อย่างใด ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกจะรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อหาตำแหน่ง ณ จุดใดๆ บนโลกแล้วอ้างอิงกับระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ ได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่จำกัดสภาพอากาศแต่อย่างใด ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกทำงานได้โดยอาศัยการรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง ซึ่งสามารถคำนวณตำแหน่งที่อยู่ในแบบ 2 มิติ คือ เฉพาะค่าในแนวราบ แต่หากระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกรับสัญญาณจากดาวเทียม 4 ดวงขึ้นไป จะทราบตำแหน่งที่อยู่ในแบบ 3 มิติ คือ ตำแหน่ง และความสูง (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

3. **เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล** (remote sensing)

3.1 **ความหมายการรับรู้จากระยะไกล**

การรับรู้จากระยะไกล หมายถึง การบันทึกหรือการได้มาของข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุในพื้นที่เป้าหมาย โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่เรียกว่าเครื่องรับรู้ (sensors) โดยปราศจากการสัมผัสกับ

วัตถุนั้นๆโดยตรง (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559) ซึ่งจะอาศัยคุณสมบัติคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อกลางในการได้มาของข้อมูล และข้อมูลที่ได้มาจากการตรวจวัดนั้นสามารถนำมาทำการวิเคราะห์และประมวลผล จนถึงการนำข้อมูลไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นปัญหา หรือเรื่องต่างๆได้ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

3.2 กระบวนการและองค์ประกอบการรับรู้จากระยะไกล

รายละเอียดในแต่ละกระบวนการและองค์ประกอบการรับรู้จากระยะไกลประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

3.2.1 การได้มาของข้อมูล ประกอบด้วย แหล่งข้อมูล (data sources) การปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆบนพื้นผิวโลก เครื่องตรวจหรือระบบการตรวจวัดข้อมูล และการบันทึกข้อมูล (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559)

3.2.2 การสกัดข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆในการปรับเทียบข้อมูลเบื้องต้นและการพิมพ์ภาพ (preprocessing calibration development and printing) การแปลตีความ (interpretation) ซึ่งผู้แปลตีความต้องอาศัยความสามารถและประสบการณ์ของผู้ทำการแปลและถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด หากผู้แปลมีความรู้หรือคุ้นเคยกับสถานที่นั้นๆแล้วด้วย จะทำให้การแปลตีความมีความถูกต้องและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และการตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม เป็นขั้นตอนที่จำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสภาพสิ่งปกคลุมดินบนพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

3.3 ระบบของการรับรู้จากระยะไกล

ระบบของการรับรู้จากระยะไกล สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ การรับรู้จากระยะไกลแบบแพสซิฟ (passive remote sensing system) และการรับรู้จากระยะไกลแบบแอ็กทิฟ (active remote sensing system)

3.3.1 การรับรู้จากระยะไกลแบบแพสซิฟ เป็นระบบการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลโดยอาศัยพลังงานจากแสงธรรมชาติ เช่น คลื่นแสงที่ได้จากดวงอาทิตย์ตกกระทบไปที่วัตถุแล้วสะท้อนกลับไปยังเครื่องรับรู้ หรือตัวเซ็นเซอร์ ช่วงคลื่นเชิงแสง (optical wavelength) อยู่ความยาวคลื่นระหว่าง 0.4-14 ไมโครเมตร (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559) ซึ่งสามารถให้พลังงานที่ตรวจวัดได้ในช่วงคลื่นตามองเห็น ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ หรืออินฟราเรดสะท้อน ที่สามารถตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำกับวัตถุต่างๆบนโลก รวมถึงกลุ่มช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (thermal infrared) ที่ใช้ในการตรวจวัดการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุบนโลก โดยข้อมูลในระบบนี้จะรับและบันทึกข้อมูลได้ส่วนใหญ่ในเวลากลางวัน และมีข้อจำกัดด้านสภาวะ

อากาศ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน หรือเมื่อมีเมฆ หมอก ฝนตก จะทำให้ไม่ได้ข้อมูลที่ต้องการ ณ ช่วงเวลาดังกล่าว (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559)

ตัวอย่างของดาวเทียมในระบบแพสซิฟ เช่น ดาวเทียม Landsat 5 ระบบ TM (Thematic Mapper) ที่ประกอบไปด้วยข้อมูล 6 ช่วงคลื่น โดยมีความละเอียดของภาพอยู่ที่ 30 เมตร และ 1 ช่วงคลื่นความร้อน มีความละเอียดของภาพอยู่ที่ 120 เมตร ดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI (Operational Land Imager) ประกอบไปด้วยข้อมูลใน 9 ช่วงคลื่น ความละเอียดของภาพอยู่ที่ 30 เมตร และ TIRS (Thermal Infrared Sensor) ประกอบด้วยข้อมูล 2 ช่วงคลื่น มีความละเอียดภาพอยู่ที่ 100 เมตร ดาวเทียม SPOT 6 และดาวเทียม SPOT 7 ของบริษัท Airbus จากประเทศฝรั่งเศส เป็นดาวเทียมรายละเอียดปานกลาง โดยให้รายละเอียดของภาพเป็นชนิดภาพขาวดำ (Panchromatic) 2.2 เมตร และ 8.8 เมตร สำหรับชนิดสี (Multispectral) สามารถถ่ายภาพซ้ำบริเวณพื้นที่เดิมความถี่ 1 ถึง 5 วัน (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2564)

3.3.2 การรับรู้จากระยะไกลแบบแอ็กทิฟ เป็นระบบที่มนุษย์สร้างพลังงานขึ้น และส่งพลังงานไปกระทบยังวัตถุเป้าหมาย หรือเป็นระบบที่มีแหล่งพลังงานในตัวเองโดยตัวเซ็นเซอร์ได้สร้างพลังงานขึ้นมาและส่งไปยังวัตถุเป้าหมายแล้วจากนั้นสะท้อนกลับไปยังเครื่องรับหรือตัวเซ็นเซอร์ ตัวอย่างของระบบนี้ ได้แก่ ช่วงคลื่นไมโครเวฟในระบบเรดาร์ (RADAR : Radio Detection And Ranging) เรดาร์ที่ทำงานที่ย่านความถี่ไมโครเวฟและเป็นแบบ pulsed radar (back scatter) เมื่อเรดาร์กระทบกับเป้าหมาย สัญญาณจะมีความกระจัดกระจายกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณ ข้อมูลที่กระจัดกระจายกลับในแต่ละครั้ง ความเข้มของสัญญาณ เวลา และมุมที่ตกกระทบ จากนั้นจึงประมวลผลภาพตามความเข้ม (strength) ของสัญญาณกลับออกมาเป็นระดับความสว่างของภาพ อีกตัวคือไลดาร์ (LIDAR : Light Detection And Ranging) เป็นเทคโนโลยีที่ทำงานเหมือนเรดาร์ โดยเป็นการวัดระยะจากระยะของเวลาในการเดินทางของลำแสงเลเซอร์จากตัวเซ็นเซอร์ไปยังวัตถุเป้าหมาย และเดินทางกลับมายังตัวเซ็นเซอร์ ซึ่งมีความละเอียดที่สูง โดยสามารถสร้างภาพสามมิติจากข้อมูล DEM/DSM ซึ่งพลังงานเหล่านี้เป็นคลื่นวิทยุหรือลำแสงเลเซอร์ (laser) ที่ส่งพลังงานไปยังวัตถุเป้าหมายและสะท้อนกลับมายังเครื่องรับรู้ ทำให้สามารถทำการรับและบันทึกข้อมูลโดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาหรือทางด้านสภาพของภูมิอากาศ โดยสามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน สามารถทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝน ทำให้สามารถได้รับข้อมูลได้ในทุกฤดูกาล (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559)

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่ถ่ายภาพด้วยระบบเรดาร์ ได้แก่ ดาวเทียม RADARSAT เป็นดาวเทียมของประเทศแคนาดา ถ่ายภาพโดยใช้ความยาวคลื่น 5.6 เซนติเมตร ดาวเทียม RADARSAT นั้นจะมีการถ่ายภาพในหลายๆ รูปแบบ ซึ่งจะทำให้ได้ความละเอียดของภาพและความกว้างของภาพที่แตกต่างกันออกไป สำหรับดาวเทียม ERS ได้ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศโดย The European Space Agency (ESA) ซึ่งสามารถทำการถ่ายภาพได้เหมือนกับดาวเทียม RADARSAT โดยที่ดาวเทียมทั้งสองดวงนี้จะมีการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระจายออกไปในทิศทางที่แตกต่างกัน ดาวเทียม RADARSAT จะทำการส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแนวนอน (horizontal) ส่วนดาวเทียม ERS จะทำการส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแนวตั้ง (vertical) ปัจจุบันดาวเทียมสำรวจทรัพยากรได้มีการออกแบบให้มีอุปกรณ์ตรวจวัดทั้งในระบบแอ็กทิฟ และแพสซิฟ เช่น ดาวเทียม JERS-1 และ ALOS ของประเทศญี่ปุ่น ENVISAT และ ERS ของกลุ่มประชาคมยุโรป (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

3.4 กระบวนการในการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

กระบวนการต่างๆ ในการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลภาพไปใช้ โดยกระบวนการในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

3.4.1 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (pre-processing) เป็นกระบวนการต่างๆที่ทำกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อให้อยู่ในลักษณะตามประสงค์ เพื่อการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยข้อมูลดิบที่ได้มาจากการถ่ายภาพของดาวเทียมนั้นจะเป็นข้อมูลที่ยังไม่มีการปรับแก้ข้อมูลเชิงรังสี (radiometric correction) และการปรับแก้ข้อมูลเชิงเรขาคณิต (geometric correction) ถ้านำไปใช้เลยโดยไม่ผ่านการเตรียมข้อมูลเบื้องต้น อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลได้ เพราะฉะนั้น จะต้องมีการทำกระบวนการที่เรียกว่า การปรับแก้เชิงรังสี (radiometric correction) เพื่อปรับแก้ความผิดพลาดอันเนื่องมาจากความบกพร่องของอุปกรณ์ความเข้มแสงในเครื่องกวาดรับข้อมูล (detector error or sensor internal error) ทำให้ได้ภาพที่มีความเข้มแสงที่ผิดเพี้ยนไป และการปรับแก้ค่าของจุดภาพที่มีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการบันทึกของดาวเทียม ซึ่งอันเนื่องมาจากสภาพอากาศ หรืออาจเกิดจากการที่มีสัญญาณรบกวนจากชั้นบรรยากาศ เช่น หมอก ละออง ไอน้ำ ซึ่งจะทำให้ภาพมีความพล่ามัว ในส่วนของการตรวจแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction) จะใช้เพื่อเป็นการปรับแก้ความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตของภาพที่เกิดจากความโค้ง และจากการหมุนของโลก รวมถึงการหมุนของดาวเทียม และลักษณะของการบันทึกภาพ จึงต้องมีการแก้ไขภาพให้มีความถูกต้องตามลักษณะเราขาคณิต และทำการปรับให้

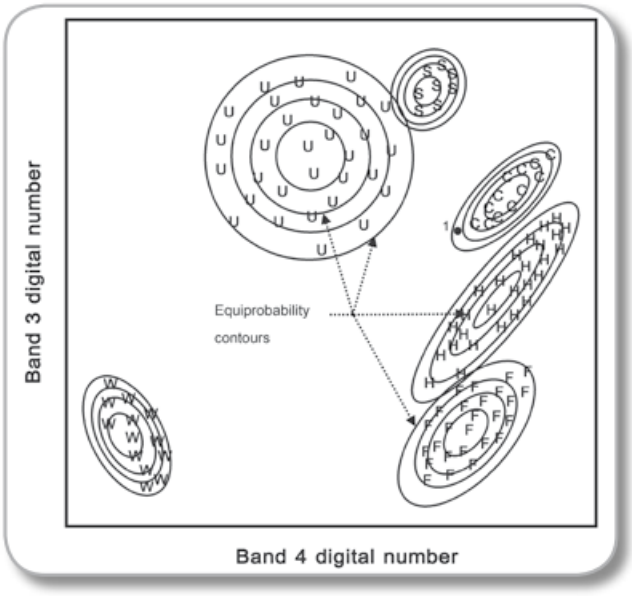
ถูกต้องตามตำแหน่งพิกัดที่อ้างอิงและสอดคล้องกับตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยมักจะต้องมีการอาศัยจุดควบคุมภาคพื้นดิน (ground control points : GCP) สำหรับทำการปรับแก้ไขภาพ โดยการตรึงภาพ และการเน้นภาพข้อมูลดาวเทียม (image enhancement) เพื่อปรับเปลี่ยนรูปลักษณ์ของภาพให้อยู่ในระดับที่ต้องการหรือง่ายต่อการทำความเข้าใจและการแปลตีความ หรือเป็นการทำเพื่อขยายค่าความเข้มระดับสีเทาของจุดภาพให้กระจายจนเต็มช่วง เรียกว่า การเน้นความเปรียบต่างเชิงเส้นตรง (linear contrast stretch) กับแบบการเน้นความเปรียบต่างเชิงไม่เส้นตรง (non linear contrast stretch) ให้มีข้อมูลค่าของจุดภาพใหม่ที่มีความสว่างและมีความคมชัดมากยิ่งขึ้น โดยทำการปรับในแผนภูมิภาพ (image histogram) (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559)

3.4.2 การประมวลผลภาพ (image processing) เป็นกระบวนการหรือกรรมวิธีในการจัดจำแนกค่าของจุดภาพลงในชั้นของการจำแนกประเภทข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มของจุดภาพให้เป็นกลุ่มหรือชั้นของการจำแนกตามเงื่อนไขที่กำหนด การจำแนกภาพแบ่งออกเป็น การจำแนกประเภทแบบควบคุม (supervised classification) โดยวิธีการที่ผู้วิเคราะห์จะใช้ต้องกำหนดพื้นที่ของกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง (training area) ของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะต่างๆ เพื่อใช้คำนวณค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทข้อมูล ค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยค่าสถิติดังกล่าวใช้เป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทของข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559) โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบนี้ จะต้องใช้ข้อมูลการสำรวจภาคพื้นดินเข้ามาช่วยด้วย เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องสูงที่สุด ส่วนการจำแนกภาพอีกแบบเรียกว่า การจำแนกประเภทแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลที่ผู้วิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ โดยใช้การจำแนกประเภทข้อมูลจากค่าสถิติของการสะท้อนของช่วงคลื่นของวัตถุต่างๆ ซึ่งเรียกว่า การจัดกลุ่มของข้อมูล (clustering) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิเคราะห์เป็นผู้กำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลสูงสุดกับต่ำสุดให้กับคอมพิวเตอร์ นอกจากคอมพิวเตอร์จะแบ่งกลุ่มข้อมูลตามลักษณะการสะท้อนของช่วงคลื่นแล้ว ยังคำนวณหาจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มว่าอยู่ ณ จุดใด และการคำนวณจะทำซ้ำ (iteration) หลายครั้งจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ คือได้กลุ่มข้อมูลที่มีค่า Spectral Separability สูงสุด (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559)

ในปัจจุบันองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลเป็นที่นิยมในการประยุกต์ใช้ของหน่วยงานต่างๆ เช่น การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ ด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (supervised classification) ซึ่งเป็นวิธีการที่ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง

(training area) ของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559) ซึ่งวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การจำแนกประเภทแบบใกล้เคียงมากที่สุด (maximum likelihood) การจำแนกประเภทแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (support vector machine) และการจำแนกประเภทแบบข่ายประสาทเทียม (neural net)

การจำแนกประเภทแบบใกล้เคียงมากที่สุด (maximum likelihood) เป็นทฤษฎีการจำแนกประเภทข้อมูลโดยพิจารณาค่าเวกเตอร์เฉลี่ย ค่าเมทริกซ์แปรปรวนร่วม และค่าสหสัมพันธ์ของช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทของชั้นข้อมูลจากข้อมูลตัวอย่างโดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าแต่ละประเภทข้อมูลจะต้องมีการกระจายตัวเป็นแบบปกติ (normal distribution) การกระจายตัวของจุดภาพรอบๆ ค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็น (probability) ของแต่ละจุดภาพว่าจะถูกจำแนกอยู่ในประเภทข้อมูลใดโดยมีเส้นชั้นความสมดุลน่าจะเป็น (equiprobability contours) เป็นวงรี (ellipsoid) ซึ่งการจำแนกประเภทโดยใชกฎของการตัดสินใจใกล้เคียงมากที่สุด (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559) ซึ่งถ้าจุดภาพนั้นไปอยู่ในพื้นที่ความน่าจะเป็นของกลุ่มหรือคลาสใดสูงที่สุด ก็จะถูกจัดให้เข้าไปอยู่ในกลุ่มหรือคลาสนั้น เมื่อมองจากทฤษฎีความน่าจะเป็น ถือว่าวิธีการจำแนกข้อมูลประเภทนี้มีข้อดีอยู่ แต่อย่างไรก็ตาม มีอยู่หลายจุดที่ต้องระวัง นั้นก็คือ ต้องมีการทำการสำรวจภาคพื้นดินให้มาก เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะประมาณค่าเวกเตอร์เฉลี่ย และเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของประชากร เมทริกซ์ผันกลับของเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมจะไม่เสถียร ถ้าหากมีสหสัมพันธ์ระหว่าง 2 แบนด์สูงมาก หรือข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคพื้นดินมีลักษณะเป็นเอกพันธ์มาก ในกรณีนี้ต้องทำการลดจำนวนแบนด์ลง โดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ถ้าหากการแจกแจงของประชากรไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ ก็ไม่ควรที่จะใช้การจำแนกข้อมูลประเภทนี้ (ทรัน วันนินห์ และ ชาติชาย ไวยสุระสิงห์, 2560) อีกทั้งการจำแนกประเภทข้อมูลชนิดนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมากเพื่อที่จะจำแนกค่าของจุดภาพแต่ละค่าให้อยู่ในประเภทใดประเภทหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าทำงานกับข้อมูลช่วงคลื่น หรือใช้ข้อมูลที่มีกลุ่มค่าการสะท้อนแสงที่แตกต่างกันจำนวนมาก ดังภาพประกอบ 5

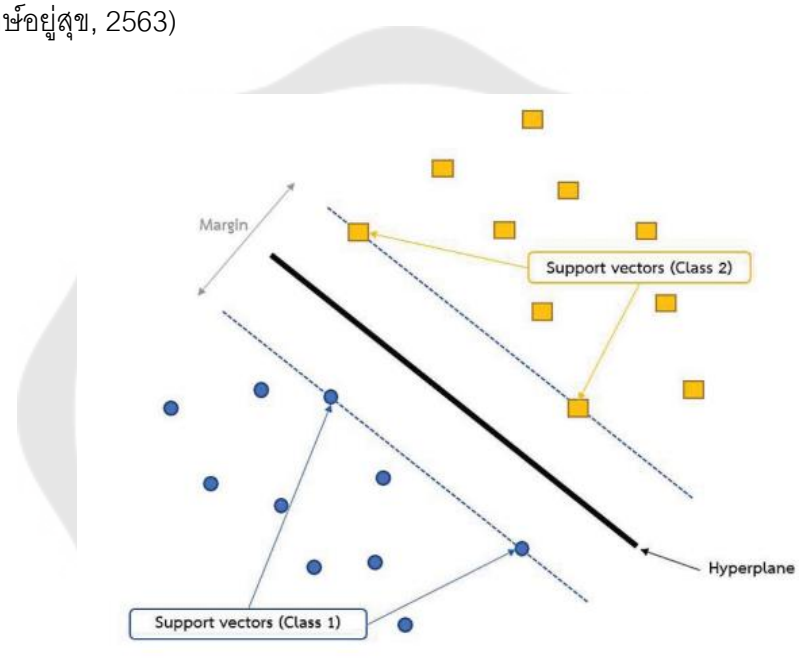


ภาพประกอบ 5 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบใกล้เคียงมากที่สุด

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์. น. 100.

การจำแนกประเภทแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (support vector machine) เป็นการจำแนกข้อมูลแบบไม่ได้อาศัยพารามิเตอร์ทางสถิติ (non-parametric statistical) ดังนั้น การจำแนกด้วยวิธีนี้จึงไม่ต้องอาศัยรากฐานของการกระจายตัวของข้อมูล (data distribution) มาเป็นหลักในการคิด ด้วยเหตุนี้ การจำแนกประเภทข้อมูลแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน สามารถจำแนกข้อมูลได้แม้จำนวนพื้นที่ตัวอย่างมีอยู่ค่อนข้างจำกัด โดยจะอาศัยข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้นในการสร้าง hyperplane เพื่อที่จะช่วยในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนนี้ต้องอาศัยฟังก์ชั่นแกน (kernel function) (ทรัน วัน นินห์ และ ชาติชาย ไวยสุระสิงห์, 2560) ซึ่งประเภทของเคอร์เนลที่นิยมใช้กัน คือ เกาเซียน อาร์บีเอฟ (gaussian radial basis function kernel) ซึ่งในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจำเป็นต้องคำนวณเพิ่มเติมจากแบบทวิโดยใช้วิธีการจำแนกแบบจับคู่ (pairwise classification) เพื่อสร้างแบบจำลองการจำแนกแบบไบนารี (binary classifier) ในทุกข้อมูลฝึกสอน และนำไปจำแนกชุดเวกเตอร์ของข้อมูลทดสอบเพื่อโหวตหาคลาสที่จำแนกได้ถูกต้องมากที่สุด โดยจะสร้างตัวจำแนกซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนของแต่ละคู่ข้อมูลได้ตัวจำแนกทั้งหมด $\frac{1}{2}M(M\text{-}1)$ ในกรณีที่มีคลาสทั้งหมด M คลาส (กฤชญาณ อินทรัตน์, 2565) ซึ่งข้อดีของวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนนั้น คือ เป็นวิธีที่ต้องการจุดตัวอย่างเป็นจำนวนน้อย และไม่จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานของการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล (ทรัน วัน นินห์ และ ชาติชาย ไวยสุระสิงห์, 2560) แต่จะอาศัยการจดจำข้อมูลที่อยู่บริเวณขอบของแต่ละกลุ่มข้อมูลในการช่วยจำและจำแนกข้อมูล ซึ่งวิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลได้ดี และสามารถรองรับข้อมูลที่มีปริภูมิ (space) ได้ทั้งแบบเชิงเส้น (linear) และแบบไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear) การจำแนกข้อมูลนั้นจะอาศัยระนาบเกิน (hyperplane) ในการแบ่งแยกข้อมูล โดยระนาบเกินนี้จะพิจารณาจากระยะขอบ (margin) ของข้อมูลแต่ละกลุ่มในการตัดสินใจกำหนดเลือกระนาบเกิน (อานนท์ เบียงแล และ สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข, 2563)

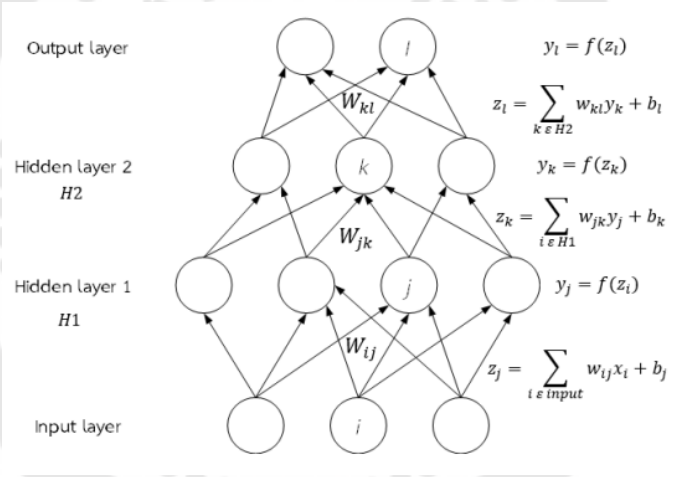


ภาพประกอบ 6 การจำแนกประเภทแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ที่มา : อานนท์ เบียงแล, และ สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข. (2563). การศึกษาการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน กรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกข้าว อำเภอจุน จังหวัดพะเยา. น. 51-62.

การจำแนกประเภทแบบข่ายประสาทเทียม (neural net) เป็นการจำแนกข้อมูลที่สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการจำลองและลอกเลียนแบบลักษณะของการทำงานของเซลล์ประสาทสมองของมนุษย์ เพื่อมาใช้สำหรับในการจดจำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่นำเข้าได้อย่างชาญฉลาดและสลับซับซ้อน เพื่อทำนายและคาดการณ์ผลลัพธ์ออกมา (กฤชญาณ อินทรัตน์,

2565) โดยแบบจำลองนี้จะทำการคำนวณและปรับค่าตัวเลขของน้ำหนักภายในโครงข่ายเอง เพื่อให้มีความเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ต่างๆเข้ามาช่วย ซึ่งจะมีความคล้ายกับความสามารถของเซลล์ประสาทสมองมนุษย์ที่มีหน้าที่ในการจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่ได้มีการเรียนรู้เพิ่มเติมเข้ามาหรือได้เรียนรู้ซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้งจนเกิดการจดจำและสามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาได้ โดยตัวโครงข่ายจะแบ่งการเชื่อมต่อออกเป็นชั้น ๆ ซึ่ง ประกอบไปด้วย ชั้นข้อมูลนำเข้า (input layer) จากแหล่งต่าง ๆ นำมารวมเข้าด้วยกัน และชั้นข้อมูลส่งออก (output layer) ซึ่งข้อมูลที่ส่งออกมานั้นจะมีความถูกต้องและแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ และในส่วนของการทำงานกับข้อมูลที่มีความซับซ้อน ตัวโครงข่ายจะมีจำนวนหลายชั้น เรียกว่าข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซฟตรอนหลายชั้น (multi-layer perceptron neural network) ซึ่งข่ายประสาทเทียมแบบที่ต้องมีผู้สอน (supervised learning) (กีรติ บุญโชติ, 2553) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 7 การจำแนกประเภทแบบข่ายประสาทเทียม

ที่มา : กฤชญาณ อินทรัตน์. (2565). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครนายกด้วยอัลกอริธึมการเรียนรู้เครื่องและภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2. น. 1153-1171.

3.4.3 การวิเคราะห์และแปลตีความภาพ (image analysis and interpretation) จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยตัวดาวเทียมจะมีการบันทึกภาพในระบบเชิงตัวเลขเพื่อใช้แทนวัตถุบนพื้นโลก โดยเก็บข้อมูลเป็นแบบแถวจุดภาพ (arrays of pixel) ซึ่งแต่ละจุดภาพ (pixel) จะมีค่าระดับสีเทา (gray level) และตำแหน่งโดยอ้างจากแถวและคอลัมน์ ค่าของจุดภาพ (pixel

value) หรือค่าดิจิทัลนัมเบอร์ (digital number : DN) เป็นค่าที่บันทึกได้จากพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุบนพื้นพื้นผิวโลกไปยังเครื่องตรวจวัด

การแปลตีความภาพด้วยสายตา การแปลตีความภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตานั้น จำเป็นจะต้องมีการอาศัยองค์ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญ รวมไปถึงการเข้าใจในลักษณะของพื้นที่ศึกษา ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุด หากผู้แปลมีความรู้หรือคุ้นเคยกับสภาพพื้นที่นั้นๆด้วยแล้ว จะทำให้การแปลตีความภาพมีความถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยทั่วไปการแปลตีความภาพด้วยสายตานั้นจะอาศัยองค์ประกอบของการแปลตีความภาพ ได้แก่ โทนและสี (tone and color) ขนาด (size) รูปร่าง (shape) เนื้อภาพหรือลายเนื้อ (texture) แบบรูป (pattern) เงา (shadow) และพื้นที่ (site) (สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, 2559)

4. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use classification)

ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ ระบบของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำหนดขึ้นไว้ล่วงหน้า เพื่อใช้สำหรับในการวิเคราะห์และแปลตีความของข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับการสำรวจภาคสนาม ซึ่งหน่วยงานหลักของประเทศไทย ที่ได้ศึกษาและพัฒนาระบบการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเข้าสู่ระบบสากลและสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย คือ กรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทยได้มีการจำแนกแบ่งเป็น 3 ระดับ (level) โดยอาศัยการวิเคราะห์และแปลตีความของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศร่วมกันกับการสำรวจข้อมูลจากภาคสนาม ซึ่งจะอธิบายลักษณะเฉพาะ (characteristics) ที่สำคัญของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ ระดับที่ 1 แบ่งเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) พื้นที่เกษตรกรรม (A) พื้นที่ป่าไม้ (F) พื้นที่แหล่งน้ำ (W) และพื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่นๆ (M) ระดับที่ 2 จำแนกรายละเอียดพื้นที่แต่ละประเภทในระดับที่ 1 ตัวอย่างเช่น พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) แบ่งย่อยเป็น ตัวเมืองและย่านการค้า (U1) หมู่บ้าน (U2) สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ (U3) สถานีคมนาคม (U4) และระดับที่ 3 จำแนกรายละเอียดพื้นที่แต่ละประเภทในระดับที่ 2 ตัวอย่างเช่น หมู่บ้าน (U2) แบ่งย่อยเป็น หมู่บ้าน/ที่ดินจัดสรรร้าง (U200) หมู่บ้านบนพื้นราบ (201) หมู่บ้านชาวไทยภูเขา (U202) หมู่บ้านชาวเล (U203) (กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2557) ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก

5. ความต้องการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration)

5.1 ความหมายหรือนิยามของความต้องการใช้น้ำของพืช

ความต้องการใช้น้ำของพืช หรือการใช้น้ำของพืช เขียนโดยย่อเป็น ETc หรืออาจเรียกเป็นการใช้น้ำสูงสุดของพืช (maximum crop evapotranspiration) เป็นการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชมาพิจารณาทั้งชนิดของพืช และช่วงการเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ แต่ยังคงถือว่ามีปริมาณน้ำไม่จำกัด (เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย, 2552)

5.2 ความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference evapotranspiration)

ความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง หมายถึง ปริมาณการคายน้ำรวมกับการระเหยน้ำจากพืชอ้างอิง (เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย, 2552) หรือหลักการที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึง ซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจะผันแปรไปตามสภาพอากาศของแต่ละแห่งไปด้วย

แต่เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชนั้นส่วนใหญ่แล้วจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศตามพื้นที่นั้นๆ จึงได้มีการคิดสูตรการคำนวณขึ้นมาใหม่ โดยใช้ข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศ โดยแต่ละวิธีการจะใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ชนิดของข้อมูลที่ใช้ในแต่ละวิธีการคำนวณ

วิธีการคำนวณ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความเร็วลม	รังสีอาทิตย์	การระเหย
FAO-Blaney Criddle	การวัดค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	
FAO-Radiation	การวัดค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	การวัดค่า	
FAO-Penman	การวัดค่า	การวัดค่า	การวัดค่า	การวัดค่า	
Pan Evaporation		ประมาณค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	การวัดค่า

ที่มา : รุจินดา ภู่ระย้า. (2550). การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้. น. 21 (อ้างจาก Amir Kassam. (2002).)

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่าวิธีการคำนวณของ FAO-Penman จะมีการวัดค่าของอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม รังสีอาทิตย์ แต่วิธีการคำนวณวิธีอื่นจะเป็นเพียงแค่การประมาณ

ค่า ซึ่งจะทำให้วิธีการคำนวณของ FAO Penman จะได้ผลที่ใกล้เคียงกว่าวิธีการของสูตรอื่นๆ อีก ทั้งสำหรับในประเทศไทย วิธีการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตามแนวทางของ FAO Penman เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดอีกด้วย (เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย, 2552)

สมการของ Penman ได้เสนอไว้ตั้งแต่ ค.ศ. 1948 โดยได้มีการพัฒนาและปรับปรุงสมการอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีความสมบูรณ์และได้ผลที่ใกล้เคียงมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้จากสมการข้างล่างดังนี้

1) Penman equation

$$ET_o = \frac{\Delta}{\Delta+\gamma}(R_n - G) + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} f(u)(e_s - e_a) \quad (1)$$

ET_o คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

R_n คือ พลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สุทธิที่พื้นผิว

G คือ พลังงานความร้อนที่ถ่ายลงดิน

$f(u)$ คือ เป็นฟังก์ชันของลม

$e_s - e_a$ คือ ความดันไอน้ำที่ขาด เป็นผลต่างของความดันไอน้ำอิ่มตัวกับความดันไอน้ำจริงในอากาศ

Δ คือ ความชันของโค้งความดันไอน้ำอิ่มตัวหรือโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไอน้ำ

γ คือ ค่าคงที่ของเทอมความชื้น

2) FAO modified Penman equation

$$ET_o = c[\frac{\Delta}{\Delta+\gamma} R_n + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} f(u)(e_s - e_a)] \quad (2)$$

ET_o คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

R_n คือ พลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สุทธิที่พื้นผิว

$f(u)$ คือ เป็นฟังก์ชันของลม

$e_s - e_a$ คือ ความดันไอน้ำที่ขาด เป็นผลต่างของความดันไอน้ำอิ่มตัวกับความดันไอน้ำจริงในอากาศ

Δ คือ ความชันของโค้งความดันไอน้ำอิ่มตัวหรือโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไอน้ำ

γ คือ ค่าคงที่ของเทอมความชื้น

c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ

3) FAO Penman-Monteith equation

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (3)$$

ET_o คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

R_n คือ พลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สุทธิที่พื้นผิว

G คือ พลังงานความร้อนที่ถ่ายลงดิน

$e_s - e_a$ คือ ความดันไอน้ำที่ขาด เป็นผลต่างของความดันไอน้ำอิ่มตัวกับความดันไอน้ำจริงในอากาศ

Δ คือ ความชันของโค้งความดันไอน้ำอิ่มตัวหรือโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและแรงดันไอน้ำ

γ คือ ค่าคงที่ของเทอมความชื้น

T คือ อุณหภูมิของอากาศ (องศาเซลเซียส)

u_2 คือ ความเร็วของลมที่ระดับความสูง 2 เมตรจากผิวดิน

ที่มา : เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. (2552). การใช้น้ำของพืช ทฤษฎีและการประยุกต์. น. 66-69

โดยวิธี FAO Penman-Monteith เป็นวิธีการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงตามคู่มือ FAO Irrigation and Drainage Paper no 56 หรือเรียกโดยย่อ FAO-50 เป็นวิธีการคำนวณที่พัฒนามาจากพื้นฐานของสมการของ Penman-Monteith โดยปัจจุบัน FAO ได้แนะนำให้ใช้

สมการนี้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Allen และคนอื่น ๆ, 2006)

5.3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช เป็นปริมาณการใช้น้ำที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดตามช่วงอายุการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับอายุและชนิดของพืช โดยจะไม่ผันแปรไปตามสภาพอากาศ ซึ่งหาได้จากการทำการทดลองหาปริมาณการใช้น้ำจากถังวัดการใช้น้ำที่มีการปลูกหญ้า เปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำจากถังวัดการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่งตั้งในพื้นที่บริเวณเดียวกัน โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในช่วงเวลาการเจริญเติบโตช่วงหนึ่ง (Allen และคนอื่น ๆ, 2006; กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, 2564; จิระวัฒน์ กณะสุต, 2554) หาได้จากสมการ

$$Kc = ETc/ETo \quad (4)$$

ETc คือ ความต้องการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration : ETc)

Kc คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient : Kc)

ETo คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference evapotranspiration : ETo)

5.4 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืช

หากต้องการที่จะคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืช หรือการใช้น้ำของพืชสามารถคำนวณได้โดยทำการปรับค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ด้วยสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient, Kc) ที่ช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ (Allen และคนอื่น ๆ, 2006; กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, 2564; จิระวัฒน์ กณะสุต, 2554) ดังสมการ

$$ETc = Kc*ETo \quad (5)$$

ETc คือ ความต้องการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration : ETc)

Kc คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient : Kc)

ETo คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference evapotranspiration : ETo)

ดังนั้นถ้าต้องการที่จะคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืช จึงทำได้โดยการคูณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) กับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ของพื้นที่เพาะปลูกในช่วงเวลานั้น

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งทำการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการหาความต้องการใช้น้ำของพืช โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กฤชญาณ อินทรัตน์ (2565) ได้ศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครนายกด้วยอัลกอริธึมการเรียนรู้เครื่องและภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 โดยทำการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพของตัวจำแนกการเรียนรู้เครื่องจำนวน 4 วิธีการ คือ วิธีการจำแนกประเภทแบบข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ ป่าสุ่ม และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อหาตัวจำแนกที่ให้ผลลัพธ์การจำแนกที่มีความถูกต้องมากที่สุด ผลการจำแนกพบว่า ตัวจำแนกประเภทข้อมูลแบบป่าสุ่มมีประสิทธิภาพในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินมากที่สุด โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 92.00 ตามด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ ข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน และความน่าจะเป็นสูงสุด (ร้อยละ 84.00 69.00 65.00 และ 63.00 ตามลำดับ) และผลการทดสอบ Z-test ช่วยยืนยันถึงความแตกต่างของตัวจำแนกประเภทข้อมูลแบบป่าสุ่มกับตัวจำแนกประเภทข้อมูลอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เกศินี นงโพธิ์ และคนอื่น ๆ (2564) ได้ศึกษาและทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 และLandsat 8 พ.ศ.2552 2557 และ2562 โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้วิธีการจำแนกประเภทแบบใกล้เคียงมากที่สุด วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดอุดรธานี รวมถึงการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ใน พ.ศ.2580 โดยจำแนกข้อมูลออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ชุมชน นาข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา เกษตรกรรมอื่น ป่าไม้ แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ

ขวัญนภา กล้าหาญ และ จิระเดช มาจันแดง (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการหาความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิศาสตร์ โดยใช้วิธีการจำแนกประเภทแบบใกล้เคียง

มากที่สุด ในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในปี พ.ศ.2559 จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เพื่อนำไปคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพื้นที่ปลูกข้าว พบว่ามีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 551.93 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 64.96 ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อนำพื้นที่มาคำนวณความต้องการน้ำ พบว่าพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดมีความต้องการน้ำประมาณ 464.47 ล้านลูกบาศก์เมตร

ทรัน วัน นินห์ และ ชาติชาย ไวยสุระสิงห์ (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวจำแนกข้อมูลระหว่างวิธีแบบความน่าจะเป็นได้สูงที่สุดกับวิธีแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเมืองขอนแก่น ในช่วง พ.ศ.2553-2558 โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตร แหล่งน้ำ พื้นที่ผสม และพื้นที่ว่างเปล่า ผลการเปรียบเทียบ พบว่า วิธีแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีแบบความน่าจะเป็นได้สูงที่สุด โดยเฉพาะในปี 2553 และ2542 โดยจะเห็นได้จากค่าแคปปาของวิธีแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนอยู่ที่ 0.9 ซึ่งดีกว่า 0.5 ของวิธีแบบความน่าจะเป็นได้สูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ

อานนท์ เบียงแล และ สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข (2563) ได้ศึกษาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบเทคนิคการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนกับการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด สำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในเขตอำเภอจุน จังหวัดพะเยา ผลการศึกษาพบว่า วิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่าวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด และเมื่อแยกระดับจำนวนจุดตัวอย่างที่เลือกใช้งาน โดยการลดจุดตัวอย่างลง วิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนก็ยังคงให้ค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่าวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด จึงทำให้สรุปได้ว่าวิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีประสิทธภาพมากกว่าวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

วัฒนชัย สายวงศ์คำ และ ธนวันต์ เย็นฉ่ำ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการปริมาณน้ำทางการเกษตร ในพื้นที่ตำบลท่านางงาม อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียมไทยโชตเพื่อการวิเคราะห์การจัดการปริมาณน้ำทางการเกษตร ผลการศึกษาพบว่า ใน พ.ศ.2554 มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน นาข้าว คิดเป็นร้อยละ 54.73 รองลงมาคือ กล้วย คิดเป็นร้อยละ 13.59 อ้อย คิดเป็นร้อยละ 9.07 ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง คิดเป็นร้อยละ 8.90 ไม่พุ่มหรือไม้ละเมาะ คิดเป็นร้อยละ 5.30 มะม่วง คิดเป็นร้อยละ 4.74 และแหล่งน้ำ คิดเป็นร้อยละ 3.68 ตามลำดับ ในส่วนของผล

การศึกษาความต้องการใช้ปริมาณน้ำทางการเกษตร พบว่าจากพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด คือ 45,058.50 ไร่ มีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 70,772,609 ลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่ กล้วย มีความต้องการใช้น้ำ 32,796,775 ลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ นาข้าว มีความต้องการใช้น้ำ 23,398,012 ลูกบาศก์เมตร อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 7,725,274.00 ลูกบาศก์เมตร และมะม่วง มีความต้องการใช้น้ำ 6,852,548 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

6.2 การหาความต้องการใช้น้ำของพืช

ไกรสร น้อยพุก (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการทำนาข้าวในพื้นที่ตำบลห้วยถั่วใต้ อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลปฐมภูมิจากผู้ที่มีส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ การระบายน้ำ ลักษณะของการเกิดอุทกภัย ลักษณะของการขาดแคลนน้ำ พื้นที่ทำนาปรัง รวมไปถึงพื้นที่แหล่งน้ำที่ใช้สำหรับในการทำนาปรัง โดยใช้ข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียมความละเอียดสูงมาใช้ในการประกอบเพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล โดยการวาดขอบเขต ทิศทาง ตำแหน่งของเหตุการณ์ลงบนแผนที่ เพื่อนำไปสู่การจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยผลการศึกษาในส่วนของการขาดแคลนน้ำ พบว่า พื้นที่ตำบลห้วยถั่วใต้ ไม่ได้ถูกจำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง แต่การขาดแคลนน้ำในพื้นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ การทำนาปรังในฤดูแล้งหลังการเก็บเกี่ยวนาปี โดยพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อทำนาปรัง และปริมาณน้ำต้นทุน พบว่าใน พ.ศ.2553 ตำบลห้วยถั่วใต้มีพื้นที่ในการทำนาปรังรวม 2,600.27 ไร่ มีความต้องการใช้น้ำรวม 1,785,197.990 ลูกบาศก์เมตร แต่มีปริมาณน้ำต้นทุนรวมเพียง 845,804.490 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะเกิดการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ได้

รุจินดา ภู่ระย้า (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว ในพื้นโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ โดยความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกข้าวนั้น จะคำนวณจากปริมาณของฝนใช้การและความต้องการใช้น้ำในการเจริญเติบโตของพืช อัตราการซึมน้ำของดินและการเตรียมแปลงสำหรับการเพาะปลูกในเขตพื้นที่ข้อมูลสถิติน้ำฝนรายสัปดาห์ของสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่อยู่รอบพื้นที่ศึกษา โดยนำมาวิเคราะห์วิธีการประมาณค่าในช่วง (interpolation) ในส่วนของความต้องการใช้น้ำของพืชนั้นจะคำนวณหาจากการประมาณค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง อัตราการซึมน้ำของดินจากพื้นที่อ้างอิง โดยผลการศึกษา พบว่าความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับใช้ในการเพาะปลูกข้าวในช่วงของการทำนาปีและนาปรัง คือ 689.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,410.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ

ในขณะที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ได้มีการส่งน้ำไปจริงในช่วงการทำนาปีและนาปรัง อยู่ที่ 1,321.76 ลูกบาศก์เมตรต่อไร และ 1,931.18 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ

พลัฏฐ์ ปาจิตร, สรวิศ สุภเวชย์, และ อนุเผ่า อบแพทย์ (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชเกษตรในเขตพื้นที่ชลประทานฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (เขื่อนร่มเกล้า) โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชเกษตรด้วยสมการ Hargreaves-Samani ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ซึ่งประกอบไปด้วยการหาค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ร่วมกับข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาออนไลน์ จากผลการศึกษาพบว่าค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่คำนวณจากสมการ Hargreaves-Samani ได้ผลลัพธ์เป็นค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง วันที่ 6 มีนาคม 2561 โดยค่าสูงสุดอยู่ที่ 9.12 มิลลิเมตรต่อวัน ต่ำสุดอยู่ที่ 8.96 มิลลิเมตรต่อวัน และเฉลี่ยอยู่ที่ 9.05 มิลลิเมตรต่อวัน และค่าปริมาตรการใช้น้ำในนาข้าว วันที่ 6 มีนาคม 2561 อยู่ที่ 196,294.18 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด 52.67 ตารางกิโลเมตร และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยน้ำของฝ่ายการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (เขื่อนร่มเกล้า) อยู่ที่วันละประมาณ 155,500 ลูกบาศก์เมตร แต่ข้าวต้องการใช้น้ำ 196,294.18 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นปริมาณน้ำที่ปล่อยต่ำกว่าที่ข้าวต้องการประมาณ 40,794.18 ลูกบาศก์เมตร

ธนมล ฆ้องนอก และ ถาวร อ่อนประไพ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินความต้องการใช้น้ำชลประทานของข้าวนาปีและข้าวโพดฝักอ่อนในตำบลแม่ทา อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ จากการสำรวจข้อมูลการเพาะปลูกข้าวนาปีและข้าวโพดฝัก เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกจากภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโซต และทำการประเมินความต้องการใช้น้ำในเชิงพื้นที่และเชิงเวลาของพืชแต่ละชนิด จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานของพืชแต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้าวนาปี มีความต้องการใช้น้ำ 1,450.0 ลบ.ม.ต่อไร่ หรือประมาณ 5.8 ล้าน ลบ.ม. สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 4,014.5 ไร่ ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง (รุ่น 1) มีความต้องการใช้น้ำ 195.2 ลบ.ม.ต่อไร่ ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง (รุ่น 2) มีความต้องการใช้น้ำ 405.8 ลบ.ม.ต่อไร่ หรือประมาณ 0.6 ล้าน ลบ.ม. (รุ่น 1) และ 1.4 ล้าน ลบ.ม. (รุ่น 2) สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนฤดูแล้ง 3,475.0 ไร่ ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน (รุ่น 1) มีความต้องการใช้น้ำ 322.0 ลบ.ม.ต่อไร่ ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน (รุ่น 2) มีความต้องการใช้น้ำ 34.9 ลบ.ม.ต่อไร่ หรือประมาณ 0.9 ล้าน ลบ.ม. (รุ่น 1) และ 0.1 ล้านลบ.ม. (รุ่น 2) สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน 3,013.7 ไร่

ทรงกลด เกตุวงษ์ และ ทศพร บัวพึ่ง (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องปริมาณการใช้น้ำของฟักข้าว โดยการหาปริมาณการใช้น้ำของต้นฟักข้าวโดยถังวัด การใช้น้ำของพืช (lysimeter) แบบระบาย โดยดำเนินการทดลอง 231 วัน ผลการศึกษาพบว่า ฟักข้าวใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 5.24 มิลลิเมตร การใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากวิธีการของ Pan Evaporation method และ Penman-Monteith เท่ากับ 4.54 และ 4.07 มิลลิเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของฟักข้าวจากวิธีการของ Pan Evaporation method และ Penman-Monteith ผลลัพธ์ได้เท่ากับ 1.17 และ 1.12 ตามลำดับ

Carvalho, Lorandi, Collares, Lollo, และ Moschini (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการน้ำที่มีศักยภาพจากภาคเกษตรในลุ่มน้ำย่อยทางตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐเซาเปาโล ประเทศบราซิล โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ โดยใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ การเก็บรวบรวมข้อมูลความจำเป็นในการให้น้ำพืชผล การวัดความต้องการน้ำรายวันในภาคเกษตรโดยลุ่มน้ำย่อย โดยผลการศึกษาที่ได้จะออกมาในรูปแบบของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความต้องการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ และศักยภาพของความต้องการน้ำรายวันที่อาจเกิดขึ้นในภาคเกษตรในลุ่มน้ำย่อย

Allen และคนอื่น ๆ (2006) ได้ศึกษาและทบทวนประสิทธิภาพของวิธี FAO-Penman-Monteith โดยใช้ความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s) = 70 sm^{-1} สำหรับช่วงเวลารายชั่วโมง และใช้ค่าความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s) = 50 sm^{-1} ในเวลากลางวัน และความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s) = 200 sm^{-1} ในช่วงเวลากลางคืน ความผันแปรของแนวโน้มชั่วโมงต่อชั่วโมงในความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s)ในสถานที่และวันที่ทำให้การสร้างอัลกอริทึมที่สอดคล้องกันสำหรับความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s) เป็นเรื่องยากหรือเป็นไปไม่ได้ อย่างไรก็ตาม ความแม่นยำที่ค่อนข้างดีและสม่ำเสมอใน ETo เมื่อใช้ค่าคงที่ความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s) = 50 sm^{-1} ในเวลากลางวัน ให้เหตุผลที่ดีที่จะแนะนำค่านี้เป็นพารามิเตอร์มาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณ ETo จากการศึกษาระดับชาติในสหรัฐอเมริกาและการศึกษาโดยนักวิจัยชาวยุโรปและอเมริกา โดยผู้เขียนแนะนำว่าวิธี FAO- Penman-Monteith ETo จาก FAO56 เมื่อนำไปใช้เป็นรายชั่วโมงหรือสั้นกว่านั้น ให้ใช้ค่าความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s) = 50 sm^{-1} ในเวลากลางวัน และความต้านทานการเคลื่อนที่ของไอน้ำที่ชั้นพื้นผิว(R_s) = 200 sm^{-1} ในช่วงเวลากลางคืน การใช้งานนี้จะให้ผลที่ดีโดยเฉลี่ยกับการคำนวณตามขั้นตอนเวลา 24 ชั่วโมง

Córdova, Carrillo-Rojas, Crespo, Wilcox, และ Célleri (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักคำนวณโดยใช้วิธีการ Penman-Monteith (FAO 56) ซึ่งต้องใช้ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และรังสีดวงอาทิตย์ แต่ในสภาพแวดล้อมบนภูเขาสูง เช่น ภูมิประเทศของปาราโมในเทือกเขาแอนดีส การติดตามทางอุตุนิยมวิทยาจะมีข้อจำกัด และข้อมูลคุณภาพสูงก็หายาก ผู้วิจัยจึงนำ สมการ Penman-Monteith FAO 56 มาใช้ผ่านการใช้วิธีอื่น ซึ่งทดแทนค่าประมาณสำหรับข้อมูลที่ขาดหายไป โดยการศึกษานี้ประเมินว่าวิธีการประเมินข้อมูลที่ขาดหายไปของ FAO 56 สามารถใช้กับภูมิประเทศของปาราโมในเทือกเขาแอนดีสทางตอนใต้ของเอกวาดอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยการตรวจสอบนั้นจะใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติ 2 สถานีที่ระดับความสูง 3,780 เมตร และ 3,979 เมตร พบว่าการใช้ข้อมูลความเร็วลมโดยประมาณไม่มีผลกระทบอย่างมากต่อ ETo ที่คำนวณได้ แต่หากมีการประมาณข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ การคำนวณ ETo อาจผิดพลาดได้มากถึง 24% หากมีการประมาณข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ข้อผิดพลาดอาจสูงถึง 14% และหากมีการประมาณข้อมูลทั้งหมดยกเว้นอุณหภูมิ อาจเกิดข้อผิดพลาดสูงกว่า 30% การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาคุณภาพสูงสำหรับการคำนวณ ETo ในภูมิประเทศที่เปียกชื้นทางตอนใต้ของเอกวาดอร์

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด มีความครอบคลุมของเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ และเป็นการประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเข้ากับงานอื่นๆ ทั้งในประเด็นของการจำแนกประเภทข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และในประเด็นของการวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร สมการและทฤษฎีการใช้น้ำของพืชอ้างอิง นอกจากนั้นยังช่วยอธิบายและขยายความของหน้าที่และบริบทต่างๆของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร จำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียม ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ข้อมูลค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ข้อมูลเกี่ยวกับด้านอุตุนิยมวิทยา และขอบเขตพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูล	ปี	แหล่งที่มา
ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 พ.ศ.2554 กับ Landsat 8 พ.ศ.2559 และ พ.ศ.2564 Path128 Row50	วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2554 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559 และวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2564	https://earthexplorer.usgs.gov/
ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช	-	กรมชลประทาน
ข้อมูลค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง	-	กรมชลประทาน

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อมูล	ปี	แหล่งที่มา
ข้อมูลเกี่ยวกับด้านอุตุนิยมวิทยาในคาบ 30 ปี	พ.ศ.2534 - 2563	ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
ขอบเขตพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย	-	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ตำรา เอกสาร ผลงานวิจัย บทความ และข้อมูลต่างๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
2. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
3. โปรแกรมสำหรับประมวลผลข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศ
4. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสำรวจภาคสนาม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ตำรา เอกสาร บทความ ผลงานวิจัย และข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับพื้นที่ของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย พร้อมทั้งลงสำรวจในพื้นที่จริง เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพพื้นที่ และเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลจากตำรา เอกสาร ผลงานวิจัย บทความ และข้อมูลต่างๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นตลอดจนเป็นแนวทางในการศึกษา

2. จัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และทำการเลือกช่วงเวลาที่จะทำการศึกษาวิจัยการติดตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร โดยทำการศึกษา 3 ปี คือ พ.ศ.2554 2559 และ 2564 โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2554 และ Landsat 8 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2559 และวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2564 Path128 Row50 จาก https://earthexplorer.usgs.gov/

3. ทำการกำหนดจุดสำหรับการสำรวจลงบนข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 และ Landsat 8 และดำเนินการลงพื้นที่เพื่อสำรวจภาคสนาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาปัจจุบัน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 เป็นข้อมูลตั้งต้น เพื่อให้ข้อมูลของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความถูกต้องสูงที่สุด

4. ทำการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับด้านอุตุนิยมวิทยาในคาบ 30 ปี และข้อมูลขอบเขตของพื้นที่ศึกษาจากหน่วยงาน

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนของการจัดการกระทำ และส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การจัดกระทำ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งจะเป็นการจัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม การประมวลผลข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ทำการดาวน์โหลดภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2554 และ Landsat 8 วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2559 และวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2564 Path128 Row50 จาก https://earthexplorer.usgs.gov/

4.1.2 ทำการปรับแก้ความคลาดคลื่นทางเรขาคณิตของภาพถ่ายจากดาวเทียม (geometric correction) ด้วยวิธีภาพสู่ภาพ (image to image)

4.1.3 การแปลตีความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยใช้วิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงที่สุด ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และข่ายประสาทเทียม โดยยึดการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับที่ 3 ของกองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ A101 นาข้าว A203 อ้อย A204 มันสำปะหลัง W พื้นที่น้ำ U พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และ M พื้นที่อื่นๆ โดยเอาตัว classify ที่แตกต่างกันมาจำแนกและวิเคราะห์ค่าความถูกต้อง

4.1.4 การประเมินค่าความถูกต้อง และการตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนาม โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 เป็นข้อมูลตั้งต้น ซึ่งจะทำหลังจากการจำแนกข้อมูลภาพเสร็จสมบูรณ์ โดยเปรียบเทียบผลการจำแนกที่ได้จากการแปลความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจาก

ดาวเทียมแบบความน่าจะเป็นสูงที่สุด ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และข่ายประสาทเทียม กับข้อมูลภาคพื้นดินที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนของการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน และส่วนของการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1) การกำหนดกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง เป็นการกำหนดกลุ่มข้อมูลตัวอย่างของพื้นที่เพื่อใช้เป็นตัวแทนของลักษณะต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นาข้าว อ้อย มันสำปะหลัง พื้นที่น้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด โดยแต่ละกลุ่มตัวอย่างจะพิจารณาจากองค์ประกอบของการแปลตีความภาพดาวเทียมด้วยสายตา ได้แก่ ความเข้มของสีและสี ขนาด รูปร่าง เนื้อภาพ แบบรูป ความสูงและเงา และพื้นที่

2) การจำแนกประเภทข้อมูล วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยใช้วิธีการจำแนกแบบควบคุม โดยใช้วิธีการจำแนกประเภทแบบความน่าจะเป็นสูงที่สุด ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลของการกำหนดกลุ่มข้อมูลตัวอย่างชุดเดียวกันในการจำแนก ออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นาข้าว อ้อย มันสำปะหลัง พื้นที่น้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด โดยจะทำการศึกษา 3 ปี คือ พ.ศ.2554 2559 และ 2564 โดยใช้โปรแกรมประมวลผลข้อมูลของระบบภูมิสารสนเทศ

3) ตรวจสอบค่าความถูกต้องของวิธีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 วันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2564 เป็นข้อมูลตั้งต้นในการลงพื้นที่สำรวจภาคสนาม และทำการเปรียบเทียบวิธีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเลือกวิธีที่มีค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงที่สุดมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ในส่วนของการตรวจสอบค่าความถูกต้องของ พ.ศ.2554 และ 2559 จะใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูงหลายช่วงเวลาใน Google Earth ซึ่งมีวันตรงกับข้อมูลที่ใช้ เป็นตัวเปรียบเทียบในการตรวจสอบค่าความถูกต้อง โดยการหาค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ใช้สมการดังนี้

ความถูกต้องโดยรวม $\text{Overall Accuracy}(\%) = \frac{\text{total number of correct classification}}{\text{total number of classification}} \times 100$ (6)

สัมประสิทธิ์แคปปา $\widehat{K} = \frac{n \sum_{i=1}^{k} n_{ii} - \sum_{i=1}^{k} n_{i+} n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^{k} n_{i+} n_{+i}}$ (7)

n คือ จำนวนแถวของตาราง error matrix

n_{ii} คือ ค่าในแถวที่ i และคอลัมน์ที่ i

n_{i+} คือ ผลรวมของค่าอ้างอิงในแต่ละแถว (แสดงค่าทางขวามือของตาราง error matrix)

n_{+i} คือ ผลรวมของค่าอ้างอิงในแต่ละคอลัมน์ (แสดงค่าทางส่วนล่างของตาราง error matrix)

4) คำนวณพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรแต่ละประเภท และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2554 2559 และ 2564 โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ระหว่าง พ.ศ.2554-2559 พ.ศ.2559-2564 และ พ.ศ.2554-2564 โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (overlay)

5) จัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย พ.ศ. 2554 2559 และ 2564 และแผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย 3 ช่วงเวลา คือ ระหว่าง พ.ศ.2554-2559 พ.ศ.2559-2564 และ พ.ศ.2554-2564

4.2.2 วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร

1) การวิเคราะห์และคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแต่ละประเภทโดยใช้วิธีของ FAO Penman-Monteith จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรใน พ.ศ.2554 2559 และ 2564 โดยคำนวณออกมาในรูปแบบของความต้องการใช้น้ำของพืชรายเดือน และรายปี คำนวณโดยการคูณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) กับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ของพื้นที่เพาะปลูกในช่วงเวลานั้น (Allen และคนอื่น ๆ, 2006; จิระวัฒน์ กณะสุต, 2554; เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย, 2552) โดยรายละเอียดของค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะแสดงอยู่ในภาคผนวก ง และดังสมการ

$$ETc = Kc*ETo \quad (5)$$

ETc คือ ความต้องการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration : ETc)

Kc คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient : Kc)

ETo คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference evapotranspiration : ETo)

โดยจะแบ่งความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรออกเป็น 2 แบบ คือ แบบคิดปริมาณน้ำฝน และแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำของพืชที่มีการคำนวณเอาปริมาณน้ำฝนที่ตกจริงในพื้นที่นั้นขณะที่อยู่ในช่วงการเพาะปลูกเข้ามาคิดร่วม กับไม่มีการนำเอาปริมาณน้ำฝนเข้ามาคำนวณร่วมด้วย

2) สรุปผลออกมาในรูปแบบของความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรของพืชแต่ละประเภทของ พ.ศ.2554 2559 และ 2564 ในรูปแบบรายเดือน และรายปี โดยหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร และวิเคราะห์ดูการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร

3) ตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิจัยจากการวิเคราะห์กับข้อมูลการส่งน้ำของทางโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเทคนิคและข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5-TM และ Landsat 8-OLI มาใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแต่ละชนิด และใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยการศึกษาตามขบวนการและขั้นตอนต่างๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

1. เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

2. เพื่อวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

1. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5-TM และ Landsat 8-OLI โดยเปรียบเทียบผลการจำแนกที่ได้จากการแปลความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบความน่าจะเป็นสูงที่สุด ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และข่ายประสาทเทียม และตรวจสอบค่าความถูกต้องของวิธีการจำแนกกับข้อมูลภาคพื้นดินที่ได้จากการสำรวจข้อมูล โดยมีรายละเอียดผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละวิธี ดังแสดงในภาคผนวก ข และตาราง 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2564 ด้วยวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงที่สุด พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 87.59 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.85

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2564 ด้วยวิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 90.16 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.88

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2564 ด้วยวิธีการจำแนกแบบข่ายประสาทเทียม พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 87.50 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.84

ตาราง 3 ความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) ของวิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 พ.ศ.2564

วิธีการจำแนกข้อมูล	ความถูกต้องโดยรวม (ร้อยละ)	ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (ร้อยละ)
ความน่าจะเป็นสูงที่สุด	87.59	0.85
ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	90.16	0.88
ข่ายประสาทเทียม	87.50	0.84

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยทำการศึกษา 3 ปี คือ พ.ศ.2554 2559 และ2564 ในส่วนของผลการตรวจสอบค่าความถูกต้องของ พ.ศ.2554 และ 2559 จะใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูงหลายช่วงเวลาใน Google Earth ซึ่งมีวันตรงกับข้อมูลที่ใช้ เป็นตัวเปรียบเทียบในการตรวจสอบค่าความถูกต้อง โดยผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2554 ด้วยวิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 86.52 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.83 และผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2559 ด้วยวิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 88.20 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.86 ซึ่งสามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกได้ 6 ประเภท โดยมีรายละเอียดแสดงในตาราง 4 และภาพประกอบ 8 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2554 พบว่ามีพื้นที่นาข้าวมากที่สุดประมาณ 16,260.21 ไร่ หรือร้อยละ 72.02 รองลงมาคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 2,661.19 ไร่ หรือร้อยละ 11.79 พื้นที่ปลูกอ้อย 1,832.06 ไร่ หรือร้อยละ 8.11 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 734.62 ไร่ หรือร้อยละ 3.25 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 727.31 ไร่ หรือร้อยละ 3.22 และพื้นที่น้ำ 363.38 ไร่ หรือร้อยละ 1.61 ตามลำดับ

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2559 พบว่ามีพื้นที่นาข้าวมากที่สุดประมาณ 16,869.95 ไร่ หรือร้อยละ 74.72 รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกอ้อย 1,949.63 ไร่ หรือร้อยละ 8.63 พื้นที่เบ็ดเตล็ด 1,826.44 ไร่ หรือร้อยละ 8.09 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 869.06 ไร่ หรือร้อยละ 3.85 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 862.88 ไร่ หรือร้อยละ 3.82 และพื้นที่น้ำ 200.81 ไร่ หรือร้อยละ 0.89 ตามลำดับ

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2564 พบว่ามีพื้นที่นาข้าวมากที่สุดประมาณ 18,027.89 ไร่ หรือร้อยละ 79.84 รองลงมาคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 2,042.44 ไร่ หรือร้อยละ 9.05 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 938.25 ไร่ หรือร้อยละ 4.16 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 889.88 ไร่ หรือร้อยละ 3.94 พื้นที่ปลูกอ้อย 493.01 ไร่ หรือร้อยละ 2.18 และพื้นที่น้ำ 187.31 ไร่ หรือร้อยละ 0.83 ตามลำดับ

ตาราง 4 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2554 2559 และ2564

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ.2554		พ.ศ.2559		พ.ศ.2564	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	727.31	3.22	869.06	3.85	938.25	4.16
นาข้าว	16,260.21	72.02	16,869.95	74.72	18,027.89	79.84
มันสำปะหลัง	734.62	3.25	862.88	3.82	889.88	3.94
อ้อย	1,832.06	8.11	1,949.63	8.63	493.01	2.18
พื้นที่น้ำ	363.38	1.61	200.81	0.89	187.31	0.83
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	2,661.19	11.79	1,826.44	8.09	2,042.44	9.05
รวม	22,578.77	100.00	22,578.77	100.00	22,578.77	100.00

1.1.1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ประกอบไปด้วย แหล่งชุมชน พื้นที่ที่อยู่อาศัย และเส้นทางคมนาคม จากผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่าพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างใน พ.ศ.2554 มีพื้นที่ประมาณ 727.31 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.22 ของพื้นที่ทั้งหมด ต่อมาใน พ.ศ.2559 มีพื้นที่ประมาณ 869.06 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.85 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีพื้นที่มากที่สุดใน พ.ศ.2564 โดยมีพื้นที่ประมาณ 938.25 หรือคิดเป็นร้อยละ 4.16 ของพื้นที่ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีพื้นที่เพิ่มสูงขึ้นทุกช่วงปีตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564

1.1.2 นาข้าว เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษา จากผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่านาข้าวใน พ.ศ.2554 มีพื้นที่ประมาณ 16,260.21 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 72.02

ของพื้นที่ทั้งหมด ต่อมาใน พ.ศ.2559 มีพื้นที่ประมาณ 16,869.95 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 74.72 ของพื้นที่ทั้งหมด และใน พ.ศ.2564 มีพื้นที่มากที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 18,027.89 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 79.84 ของพื้นที่ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าพื้นที่นาข้าวมีพื้นที่เพิ่มขึ้นทุกช่วงปีตั้งแต่ พ.ศ. 2554-2564 เนื่องจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก และพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณนี้เป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทาน จึงมีการส่งน้ำเพื่อใช้ในการเพาะปลูกทั้งช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้ง

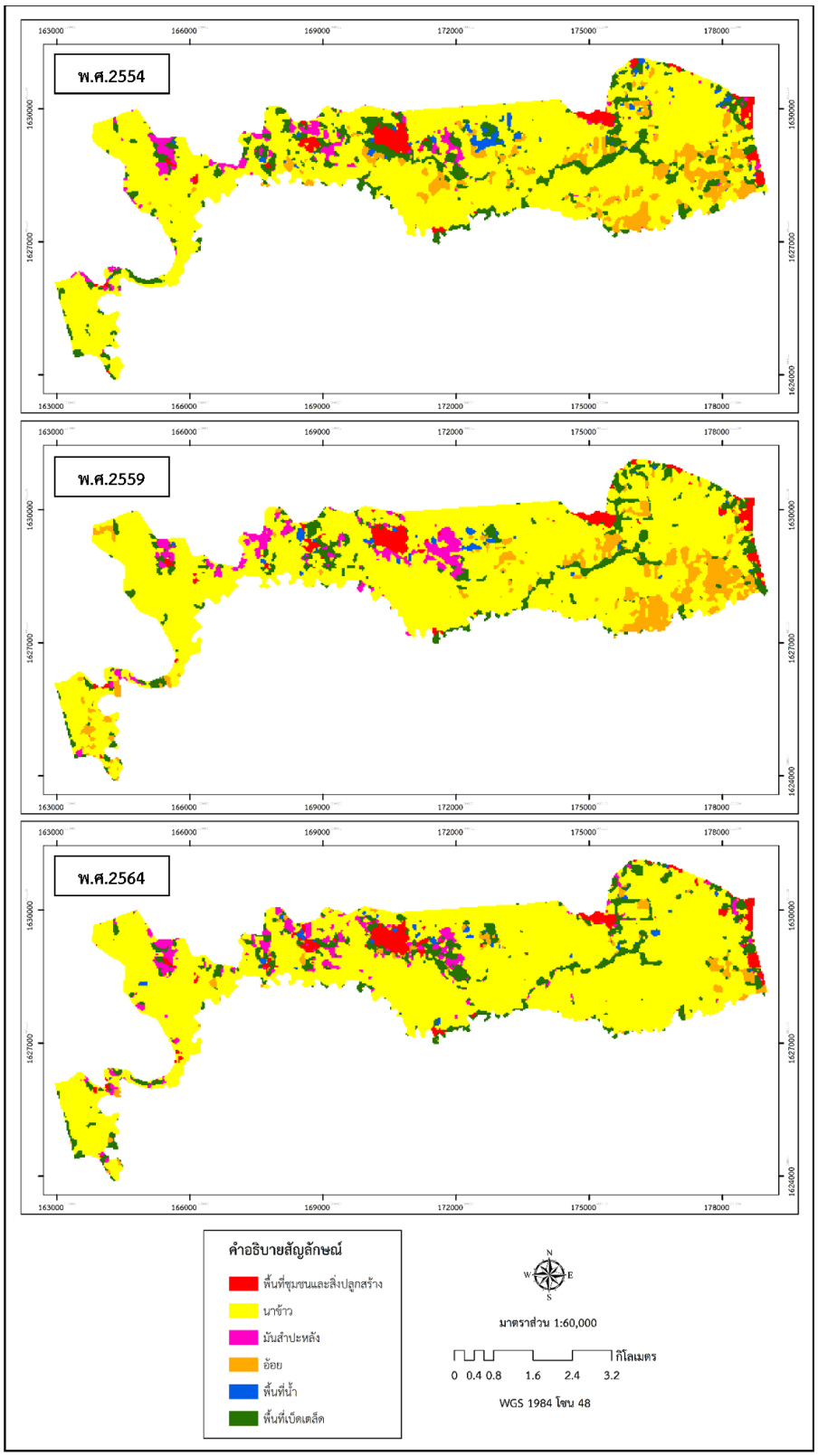
1.1.3 มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวน จากผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่าพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังใน พ.ศ.2554 มีพื้นที่ประมาณ 734.62 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.25 ของพื้นที่ทั้งหมด ต่อมาใน พ.ศ.2559 มีพื้นที่ประมาณ 862.88 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.82 ของพื้นที่ทั้งหมด และใน พ.ศ.2564 มีพื้นที่มากที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 889.88 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.94 ของพื้นที่ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าพื้นที่มันสำปะหลังมีพื้นที่เพิ่มขึ้นทุกช่วงปีตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564 เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก

1.1.4 อ้อย เป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่สามารถทนต่อสภาวะอากาศที่แห้งแล้งได้ จากผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่าพื้นที่ปลูกอ้อยใน พ.ศ.2554 มีพื้นที่ประมาณ 1,832.06 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 8.11 ของพื้นที่ทั้งหมด ต่อมาใน พ.ศ.2559 มีพื้นที่มากที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 1,949.63 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 8.63 ของพื้นที่ทั้งหมด และใน พ.ศ.2564 มีพื้นที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีพื้นที่ประมาณ 493.01 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.18 ของพื้นที่ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าในช่วง พ.ศ.2554-2559 จะมีพื้นที่เพิ่มขึ้น แต่กลับลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วง พ.ศ.2559-2564 อันเป็นผลมาจากความต้องการที่จะเพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกข้าว เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาข้าวให้ผลผลิตตอบแทนที่ดีกว่า

1.1.5 พื้นที่น้ำ พบทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรกรรมเป็นหลัก จากผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่าพื้นที่น้ำใน พ.ศ.2554 มีพื้นที่ประมาณ 363.38 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 1.61 ของพื้นที่ทั้งหมด ต่อมาใน พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ประมาณ 200.81 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.89 ของพื้นที่ทั้งหมด และใน พ.ศ.2564 มีพื้นที่น้อยที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 187.31 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.83 ของพื้นที่ทั้งหมด จะเห็น

ได้ว่าพื้นที่น้ำมีพื้นที่ลดลงทุกช่วงปีตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564 เนื่องจากมีการถมพื้นที่เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมและพื้นที่ที่อยู่อาศัย

1.1.6 พื้นที่เบ็ดเตล็ด ประกอบด้วย ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม และไม้ละเมาะ จากผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่าพื้นที่เบ็ดเตล็ดใน พ.ศ.2554 มีพื้นที่ประมาณ 2,661.19 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 11.79 ของพื้นที่ทั้งหมด ต่อมาใน พ.ศ.2559 มีพื้นที่น้อยที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 1,826.44 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 8.09 ของพื้นที่ทั้งหมด และใน พ.ศ.2564 มีพื้นที่ประมาณ 2,042.44 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 9.05 ของพื้นที่ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าพื้นที่เบ็ดเตล็ดในช่วง พ.ศ.2554-2559 มีพื้นที่ลดลง อันเป็นผลมาจากความต้องการที่จะเพิ่มพื้นที่ในการทำเกษตรกรรม



ภาพประกอบ 8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2554 2559 และ2564

1.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

ผลการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับของข้อมูลระหว่างแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2554 2559 และ2564 โดยแบ่งทำการศึกษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือระหว่าง พ.ศ.2554-2559 พ.ศ.2559-2564 และพ.ศ.2554-2564

1.2.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2559

การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่เพิ่มมากที่สุด คือ นาข้าว โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 609.74 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มันสำปะหลัง และอ้อย โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นเป็น 141.75 ไร่ 127.69 ไร่ และ117.56 ไร่ ตามลำดับ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด โดยมีพื้นที่ลดลง 834.75 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่น้ำ 162.56 ไร่ โดยมีรายละเอียดแสดงในตาราง 5 กับตาราง 6 และภาพประกอบ 9 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 5 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2559

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ.2554		พ.ศ.2559		การเปลี่ยนแปลง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	727.31	3.22	869.06	3.85	141.75	7.11
นาข้าว	16,260.21	72.02	16,869.95	74.72	609.74	30.58
มันสำปะหลัง	734.62	3.25	862.88	3.82	127.69	6.40
อ้อย	1,832.06	8.11	1,949.63	8.63	117.56	5.90
พื้นที่น้ำ	363.38	1.61	200.81	0.89	-162.56	-8.15
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	2,661.19	11.79	1,826.44	8.09	-834.75	-41.86
รวม	22,578.77	100.00	22,578.77	100.00	1,994.06	100.00

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พบว่ามีพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 141.75 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 7.11 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าว 85.38 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 31.62 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 18.56 ไร่ พื้นที่น้ำ 5.63 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อย 0.56 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นาข้าว พบว่ามีพื้นที่นาข้าวเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 609.74 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 30.58 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปร

สภาพมาจากพื้นที่ปลูกอ้อย 1,134.56 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 868.25 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 257.63 ไร่ และพื้นที่น้ำ 219.38 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มันสำปะหลัง พบว่ามีพื้นที่มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 127.69 หรือคิดเป็นร้อยละ 6.40 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่เบ็ดเตล็ด 401.06 ไร่ พื้นที่นาข้าว 192.38 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 8.88 ไร่ และพื้นที่น้ำ 2.25 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อ้อย พบว่ามีพื้นที่อ้อยเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 117.56 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 5.90 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าว 1,017.56 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 235.19 ไร่ พื้นที่น้ำ 32.06 ไร่ และพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง10.13 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่น้ำ พบว่ามีพื้นที่น้ำลดลงจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 162.56 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 8.15 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าว 219.38 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 32.06 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 21.31 ไร่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 5.63 ไร่ และพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 2.25 ไร่

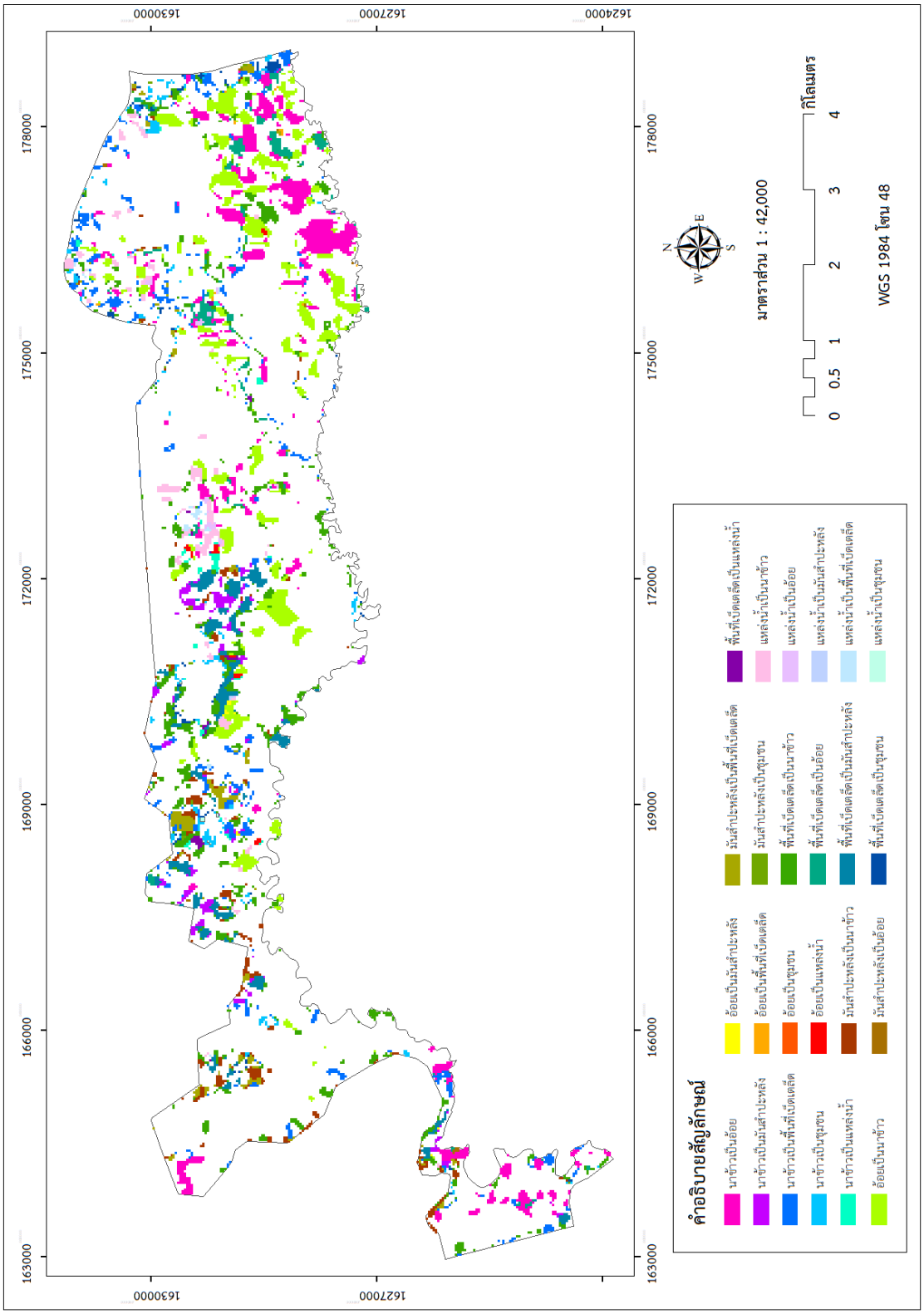
การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เบ็ดเตล็ด พบว่ามีพื้นที่เบ็ดเตล็ดลดลงจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 834.75 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 41.86 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าว 868.25 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 401.06 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 235.19 ไร่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 31.62 ไร่ และพื้นที่น้ำ 30.38 ไร่

ตาราง 6 เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2559

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2554	การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2559/ไร่						
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่น้ำ	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	727.31						727.31
นาข้าว	85.38	14,390.06	192.38	1,017.56	55.69	519.15	16,260.21
มันสำปะหลัง	18.56	257.63	257.67	10.13	7.88	182.81	734.62
อ้อย	0.56	1,134.56	8.88	654.19	24.19	10.13	1832.06
พื้นที่น้ำ	5.63	219.38	2.25	32.06	82.69	21.31	363.38

ตาราง 6 (ต่อ)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2554	การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2559/ไร่						
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่น้ำ	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	31.62	868.25	401.06	235.19	30.38	1,096.06	2661.19
รวม	869.06	16,869.95	862.88	1,949.63	200.81	1,826.44	22,578.77



ภาพประกอบ 9 แผนที่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่าง พ.ศ.2554-2559

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2559-2564

การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่เพิ่มมากที่สุด คือ นาข้าว โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 1,119.94 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมันสำปะหลัง โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 216.00 ไร่ 69.19 ไร่ และ27.56 ไร่ ตามลำดับ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ อ้อย โดยมีพื้นที่ลดลง 1,456.88 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่น้ำ 13.50 ไร่ โดยมีรายละเอียดแสดงในตาราง 7 กับตาราง 8 และภาพประกอบ 10 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 7 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2559-2564

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ.2559		พ.ศ.2564		การเปลี่ยนแปลง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	869.06	3.85	938.25	4.16	69.19	2.38
นาข้าว	16,869.95	74.72	18,027.89	79.84	1,119.94	38.58
มันสำปะหลัง	862.88	3.82	889.88	3.94	27.56	0.95
อ้อย	1,949.63	8.63	493.01	2.18	-1,456.88	-50.18
พื้นที่น้ำ	200.81	0.89	187.31	0.83	-13.50	-0.47
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1,826.44	8.09	2,042.44	9.05	216.00	7.44
รวม	22,578.77	100.00	22,578.77	100.00	2,903.06	100.00

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พบว่ามีพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2559 ประมาณ 69.19 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.38 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าว 48.44 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 7.81 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 6.56 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 4.75 ไร่ และพื้นที่น้ำ 1.56 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นาข้าว พบว่ามีพื้นที่นาข้าวเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2559 ประมาณ 1,119.94 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 38.58 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่ปลูกอ้อย 1,650.43 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 397.69 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 180.56 ไร่ และพื้นที่น้ำ 95.63 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มันสำปะหลัง พบว่ามีพื้นที่มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2559 ประมาณ 27.56 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.95 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าว 332.31 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 209.81 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 24.19 ไร่ และพื้นที่น้ำ 4.50 ไร่

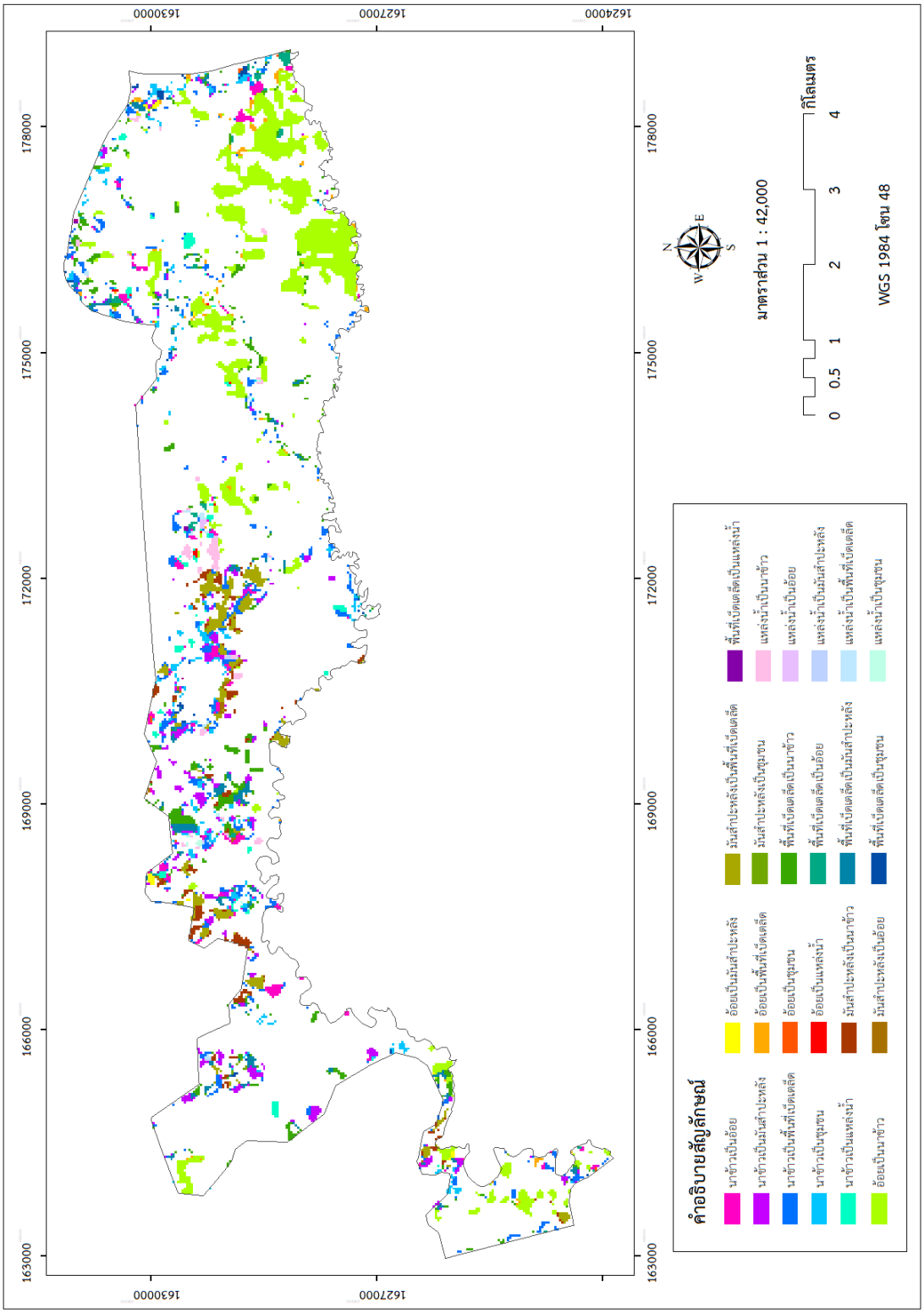
การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อ้อย พบว่ามีพื้นที่อ้อยลดลงจาก พ.ศ.2559 ประมาณ 1,456.88 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 50.18 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าว 1,650.43 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 75.38 ไร่ พื้นที่มันสำปะหลัง 24.19 ไร่ พื้นที่น้ำ 9.88 ไร่ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 4.75 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่น้ำ พบว่ามีพื้นที่น้ำลดลงจาก พ.ศ.2559 ประมาณ 13.50 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.47 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าว 95.63 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 24.06 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 7.81 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 4.50 ไร่ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 1.56 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เบ็ดเตล็ด พบว่ามีพื้นที่เบ็ดเตล็ดเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2559 ประมาณ 216.00 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 7.44 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าว 453.20 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 335.44 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 75.38 ไร่ และพื้นที่น้ำ 24.06 ไร่

ตาราง 8 เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2559-2564

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2559	การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2564/ไร่						
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่น้ำ	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	869.06						869.06
นาข้าว	48.44	15,703.56	332.31	224.02	107.44	453.20	16,869.95
มันสำปะหลัง	6.56	180.56	318.38	21.94		335.44	862.88
อ้อย	4.75	1,650.43	24.19	185.06	9.88	75.38	1,949.63
พื้นที่น้ำ	1.56	95.63	4.50	7.81	65.25	24.06	200.81
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	7.81	397.69	209.81	54.25	4.50	1,154.94	1,826.44
รวม	938.25	18,027.89	889.88	493.01	187.31	2,042.44	22,578.77



ภาพประกอบ 10 แผนที่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่าง พ.ศ.2559-2564

1.2.3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2564

การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่เพิ่มมากที่สุด คือ นาข้าว โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 1,767.68 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมันสำปะหลัง โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 210.94 ไร่ และ155.25 ไร่ ตามลำดับ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ อ้อย โดยมีพื้นที่ลดลง 1,339.05 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่น้ำ โดยมีพื้นที่ลดลง 618.75 ไร่ และ 176.06 ไร่ ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดแสดงในตาราง 9 กับตาราง 10 และภาพประกอบ 11 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 9 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2564

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ.2554		พ.ศ.2564		การเปลี่ยนแปลง	
	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	727.31	3.22	938.25	4.16	210.94	4.94
นาข้าว	16,260.21	72.02	18,027.89	79.84	1,767.68	41.42
มันสำปะหลัง	734.62	3.25	889.88	3.94	155.25	3.64
อ้อย	1,832.06	8.11	493.01	2.18	-1,339.05	-31.38
พื้นที่น้ำ	363.38	1.61	187.31	0.83	-176.06	-4.13
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	2,661.19	11.79	2,042.44	9.05	-618.75	-14.50
รวม	22,578.77	100.00	22,578.77	100.00	4,267.73	100.00

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พบว่ามีพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 210.94 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 4.94 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าว 133.82 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 40.54 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 25.74 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 5.31 ไร่ และพื้นที่น้ำ 5.19 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นาข้าว พบว่ามีพื้นที่นาข้าวเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 1,767.68 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 41.42 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่ปลูกอ้อย 1,708.87 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 829.69 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 277.31 ไร่ และพื้นที่น้ำ 226.13 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มันสำปะหลัง พบว่ามีพื้นที่มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 155.25 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.64 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด

โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าว 322.88 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 249.98 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 22.81 ไร่ และพื้นที่น้ำ 4.50 ไร่

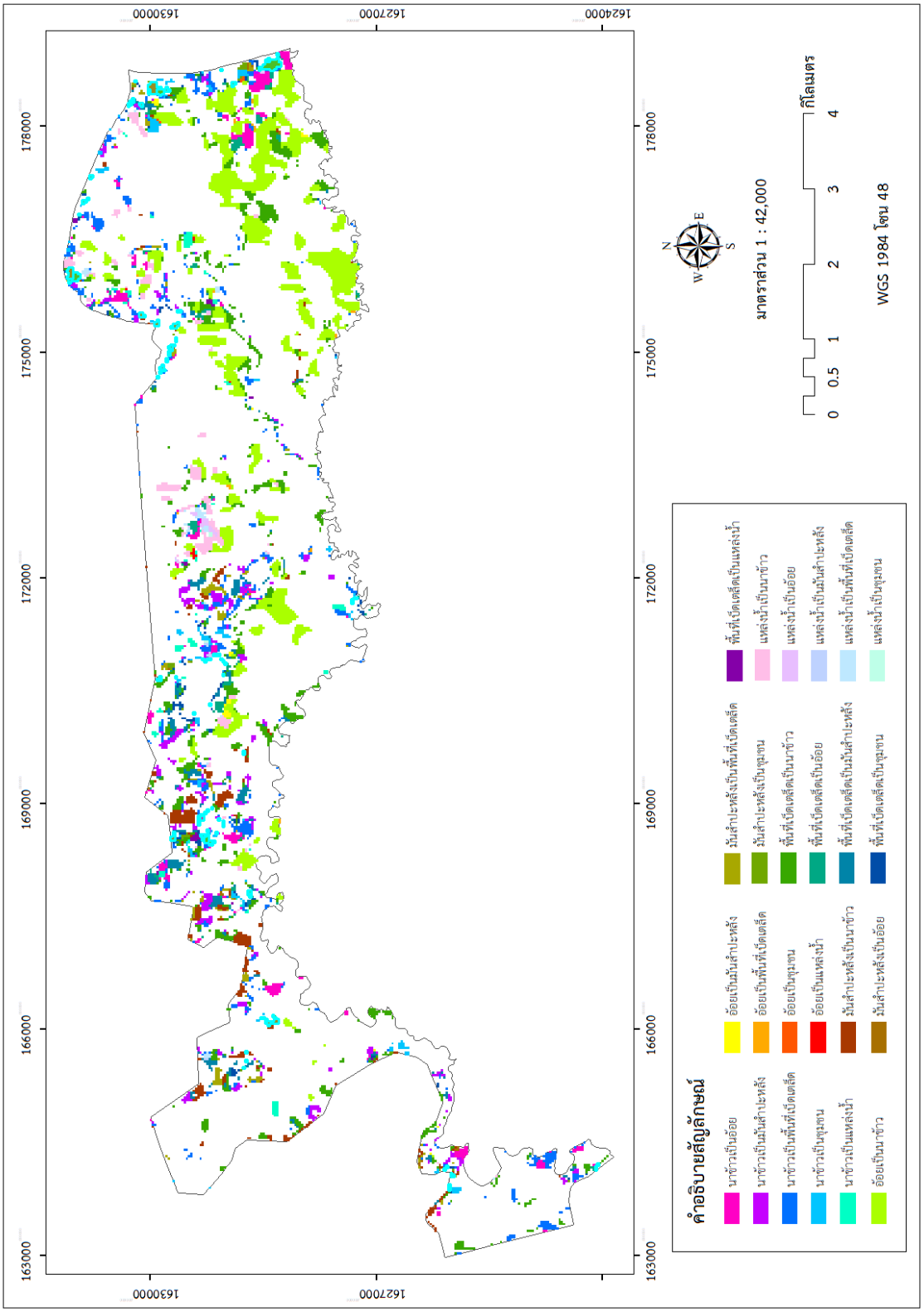
การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อ้อย พบว่ามีพื้นที่อ้อยลดลงจาก พ.ศ.2559 ประมาณ 1,339.05 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 31.38 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าว 1,708.87 ไร่ พื้นที่มันสำปะหลัง 22.81 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 14.06 ไร่ พื้นที่น้ำ 6.19 ไร่ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 5.31 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่น้ำ พบว่ามีพื้นที่น้ำลดลงจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 176.06 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 4.13 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าว 226.13 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 39.92 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 21.84 ไร่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 5.19 ไร่ และพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 4.50 ไร่

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เบ็ดเตล็ด พบว่ามีพื้นที่เบ็ดเตล็ดลดลงจาก พ.ศ.2554 ประมาณ 618.75 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 14.50 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าว 829.69 ไร่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 249.98 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อย 127.56 ไร่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 40.54 ไร่ และพื้นที่น้ำ 20.15 ไร่

ตาราง 10 เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่าง พ.ศ.2554-2564

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2554	การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2564/ไร่						
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่น้ำ	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	727.31						727.31
นาข้าว	133.82	14,985.35	322.88	257.05	90.75	470.36	16,260.21
มันสำปะหลัง	25.74	277.31	289.69	12.04	4.50	125.34	734.62
อ้อย	5.31	1,708.87	22.81	74.81	6.19	14.06	1,832.06
พื้นที่น้ำ	5.19	226.13	4.50	21.84	65.81	39.92	363.38
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	40.54	829.69	249.98	127.56	20.15	1,393.28	2,661.19
รวม	938.25	18,027.89	889.88	493.01	187.31	2,042.44	22,578.77



ภาพประกอบ 11 แผนที่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่าง พ.ศ.2554-2564

2. การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร ใช้วิธี FAO Penman-Monteith เป็นวิธีการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงตามคู่มือ FAO Irrigation and Drainage Paper no 56 หรือเรียกโดยย่อ FAO-50 เป็นวิธีการคำนวณที่พัฒนามาจากพื้นฐานของสมการของ Penman-Monteith โดยปัจจุบัน FAO ได้แนะนำให้ใช้สมการนี้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Allen และคนอื่น ๆ, 2006) อีกทั้งสำหรับในประเทศไทย วิธีการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตามแนวทางของ FAO Penman เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดอีกด้วย (เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย, 2552)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 แบบ คือ การหาความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน และแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำของพืชที่มีการคำนวณเอาปริมาณน้ำฝนที่ตกจริงในพื้นที่นั้นขณะที่อยู่ในช่วงของการเพาะปลูกเข้ามาคิดร่วม กับไม่มีการนำเอาปริมาณน้ำฝนเข้ามาคำนวณร่วมด้วย ซึ่งในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย นาข้าวจะมีการเพาะปลูกจำนวน 2 ครั้งต่อปี ซึ่งประกอบไปด้วยนาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) ส่วนมันสำปะหลังกับอ้อย จะมีการเพาะปลูก 1 ครั้งต่อปี โดยพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมที่มีความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำลำสำลายใน พ.ศ.2554 มีพื้นที่ 35,087.10 ไร่ พ.ศ.2559 มีพื้นที่ 36,552.41 ไร่ และ พ.ศ.2564 มีพื้นที่ 37,438.67 ไร่ โดยผลที่ได้มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน

ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน สามารถแสดงดังตาราง 11 และภาพประกอบ 12 โดยพบว่าใน พ.ศ.2554 นาข้าว (นาปี) มีความต้องการใช้น้ำ 20.09 ลบ.ม. นาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำ 33.87 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 3.79 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.46 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 58.21 ลบ.ม.

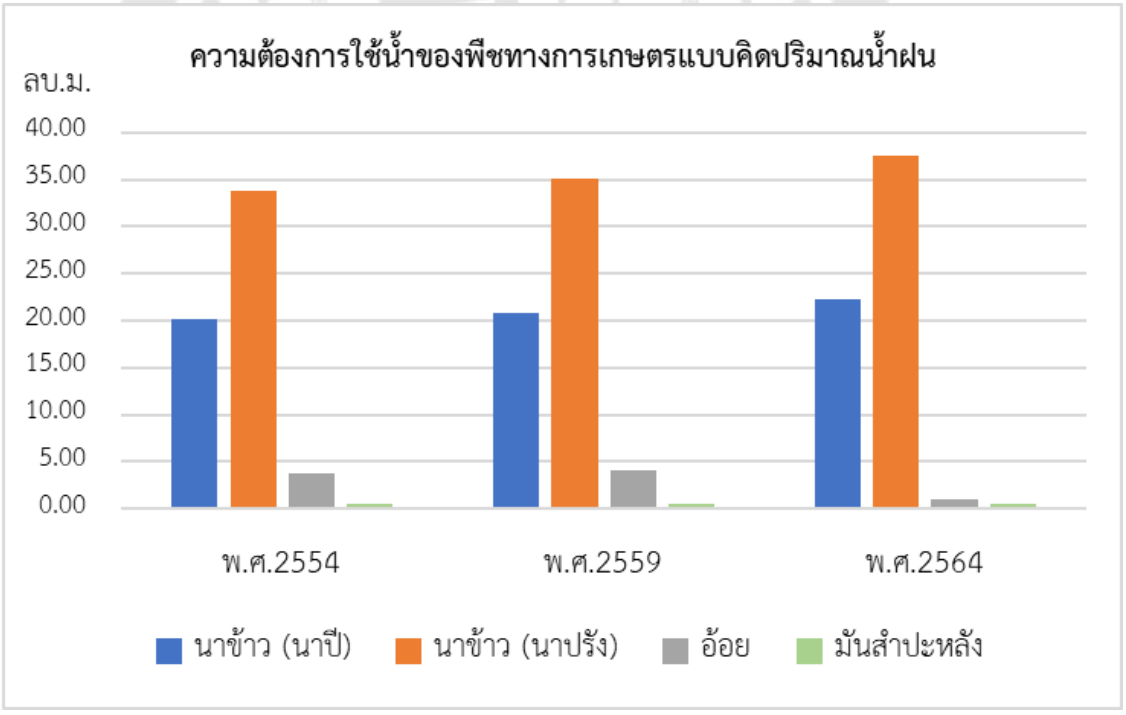
พ.ศ.2559 พบว่าในนาข้าว (นาปี) มีความต้องการใช้น้ำ 20.85 ลบ.ม. นาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำ 35.14 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 4.05 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.54 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 60.57 ลบ.ม.

พ.ศ.2564 พบว่าในนาข้าว (นาปี) มีความต้องการใช้น้ำ 22.28 ลบ.ม. นาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำ 37.55 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 1.02 ลบ.ม. และมัน

สำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.55 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 61.40 ลบ.ม.

ตาราง 11 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

ชนิดพืช	พ.ศ.2554		พ.ศ.2559		พ.ศ.2564	
	ไร่	ลบ.ม.	ไร่	ลบ.ม.	ไร่	ลบ.ม.
นาข้าว(นาปี)	16,260.21	20.09	16,869.95	20.85	18,027.89	22.28
นาข้าว(นาปรัง)	16,260.21	33.87	16,869.95	35.14	18,027.89	37.55
อ้อย	1,832.06	3.79	1,949.63	4.05	493.01	1.02
มันสำปะหลัง	734.62	0.46	862.88	0.54	889.88	0.55
รวม	35,087.10	58.21	36,552.41	60.57	37,438.67	61.40



ภาพประกอบ 12 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

2.1.1 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) โดยการเพาะปลูกนาข้าวนั้น จะใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกจนข้าวโตเต็มวัยพร้อมเก็บเกี่ยวอยู่ที่ 4 เดือน โดยแผนการเพาะปลูกของนาข้าว (นาปี) จะเริ่มเพาะปลูกเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายนของทุกปี ในส่วนของนาข้าว (นาปรัง) จะเริ่มเพาะปลูกเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคมของทุกปี จากผลการคำนวณพบว่า ใน พ.ศ.2554 นาข้าว (นาปี) เดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 11.85 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนกันยายน มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.23 ลบ.ม. พ.ศ.2559 นาข้าว (นาปี) เดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 12.29 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนกันยายน มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.28 ลบ.ม. และ พ.ศ.2564 นาข้าว (นาปี) เดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 13.14 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนกันยายน มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.37 ลบ.ม. ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 12

ในส่วนของนาข้าว (นาปรัง) ใน พ.ศ.2554 เดือนกุมภาพันธ์ มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 15.08 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.09 ลบ.ม. พ.ศ.2559 เดือนกุมภาพันธ์ มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 15.65 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.13 ลบ.ม. และพ.ศ.2564 เดือนกุมภาพันธ์ มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 16.72 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.21 ลบ.ม. ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 13

ตาราง 12 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปี) แบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
สิงหาคม	11.85	12.29	13.14
กันยายน	1.23	1.28	1.37
ตุลาคม	4.23	4.39	4.69
พฤศจิกายน	2.78	2.88	3.08
รวม	20.09	20.85	22.28

ตาราง 13 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปรัง) แบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
กุมภาพันธ์	15.08	15.65	16.72
มีนาคม	9.09	9.43	10.08
เมษายน	8.61	8.93	9.54
พฤษภาคม	1.09	1.13	1.21
รวม	33.87	35.14	37.55

2.1.2 ความต้องการใช้น้ำของอ้อย โดยการเพาะปลูกอ้อยจะใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกจนอ้อยโตเต็มวัยพร้อมเก็บผลผลิตอยู่ที่ 10 เดือน โดยแผนการเพาะปลูกของอ้อย จะเริ่มเพาะปลูกเดือนสิงหาคม-พฤษภาคมของทุกปี จากผลการคำนวณแบบคิดปริมาณน้ำฝน พบว่า ในพ.ศ.2554 อ้อยมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 3.79437708 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.78293920 ลบ.ม. และเดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0 ลบ.ม. พ.ศ.2559 อ้อยมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 4.04822130 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.83318330 ลบ.ม. และเดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0 ลบ.ม. และพ.ศ.2564 อ้อยมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 1.02107232 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.21068988 ลบ.ม. และเดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0 ลบ.ม. และเมื่อสังเกตจากตาราง 14 จะพบว่าช่วงที่อ้อยมีความต้องการใช้น้ำมากจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มีนาคม เนื่องจากเป็นช่วงระยะที่อ้อยแตกกอจนถึงระยะย่างปล้อง อ้อยจะมีระบบรากที่สมบูรณ์ สามารถดูดน้ำและแร่ธาตุต่างๆได้อย่างเต็มที่ ในส่วนของเดือนที่มีความต้องการน้ำ 0 ลบ.ม. เนื่องจากมีฝนตกทำให้พืชได้รับปริมาณน้ำฝนที่เพียงพอต่อความต้องการน้ำแล้ว ดังตาราง 14

ตาราง 14 ความต้องการใช้น้ำของอ้อยแบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
สิงหาคม	0	0	0
กันยายน	0.00043482	0.00046272	0.00011700
ตุลาคม	0.10172562	0.10825352	0.02737455

ตาราง 14 (ต่อ)

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
พฤศจิกายน	0.65631736	0.69843540	0.17661612
ธันวาคม	0.78293920	0.83318330	0.21068988
มกราคม	0.65508609	0.69712521	0.17628468
กุมภาพันธ์	0.72309232	0.76949564	0.19458510
มีนาคม	0.58023036	0.61722135	0.15614100
เมษายน	0.27571770	0.29732124	0.07419585
พฤษภาคม	0.01883361	0.02672292	0.00506814
รวม	3.79437708	4.04822130	1.02107232

2.1.3 ความต้องการใช้น้ำของมันสำปะหลัง โดยการเพาะปลูกมันสำปะหลังจะใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกจนมันสำปะหลังโตเต็มวัยพร้อมเก็บผลผลิตอยู่ที่ 12 เดือน โดยแผนการเพาะปลูกของมันสำปะหลัง จะเริ่มเพาะปลูกเดือนสิงหาคม-กรกฎาคมของทุกปี จากผลการคำนวณแบบคิดปริมาณน้ำฝนพบว่า ใน พ.ศ.2554 มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 0.45583640 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.11236386 ลบ.ม. พ.ศ. 2559 มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 0.53729521 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.13198124 ลบ.ม. และพ.ศ.2564 มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 0.55217622 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.13611130 ลบ.ม. และเมื่อสังเกตจากตาราง 15 จะพบว่าช่วงที่มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำมากจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม เนื่องจากเป็นช่วงระยะที่มันสำปะหลังเริ่มออกหัว จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้น้ำมากในการเจริญเติบตัวและดูดแร่ธาตุอาหารต่างๆ ในส่วนของเดือนที่มีความต้องการน้ำ 0 ลบ.ม. เนื่องจากมีฝนตกทำให้พืชได้รับปริมาณน้ำฝนที่เพียงพอต่อความต้องการน้ำแล้ว ดังตาราง 15

ตาราง 15 ความต้องการใช้น้ำของมันสำปะหลังแบบคิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
สิงหาคม	0	0	0
กันยายน	0	0	0
ตุลาคม	0	0	0
พฤศจิกายน	0.11036144	0.12962964	0.13368600
ธันวาคม	0.11236386	0.13198124	0.13611130
มกราคม	0.09571194	0.11242284	0.11594055
กุมภาพันธ์	0.08453796	0.09929812	0.10240502
มีนาคม	0.04965240	0.05893797	0.06014634
เมษายน	0.00320880	0.00502540	0.00388701
พฤษภาคม	0	0	0
มิถุนายน	0	0	0
กรกฎาคม	0	0	0
รวม	0.45583640	0.53729521	0.55217622

2.2 **ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน**

ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน สามารถแสดงดังตาราง 16 และภาพประกอบ 13 โดยพบว่าใน พ.ศ.2554 นาข้าว (นาปี) มีความต้องการใช้น้ำ 34.99 ลบ.ม. นาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำ 40.86 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 5.62 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.92 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 82.40 ลบ.ม.

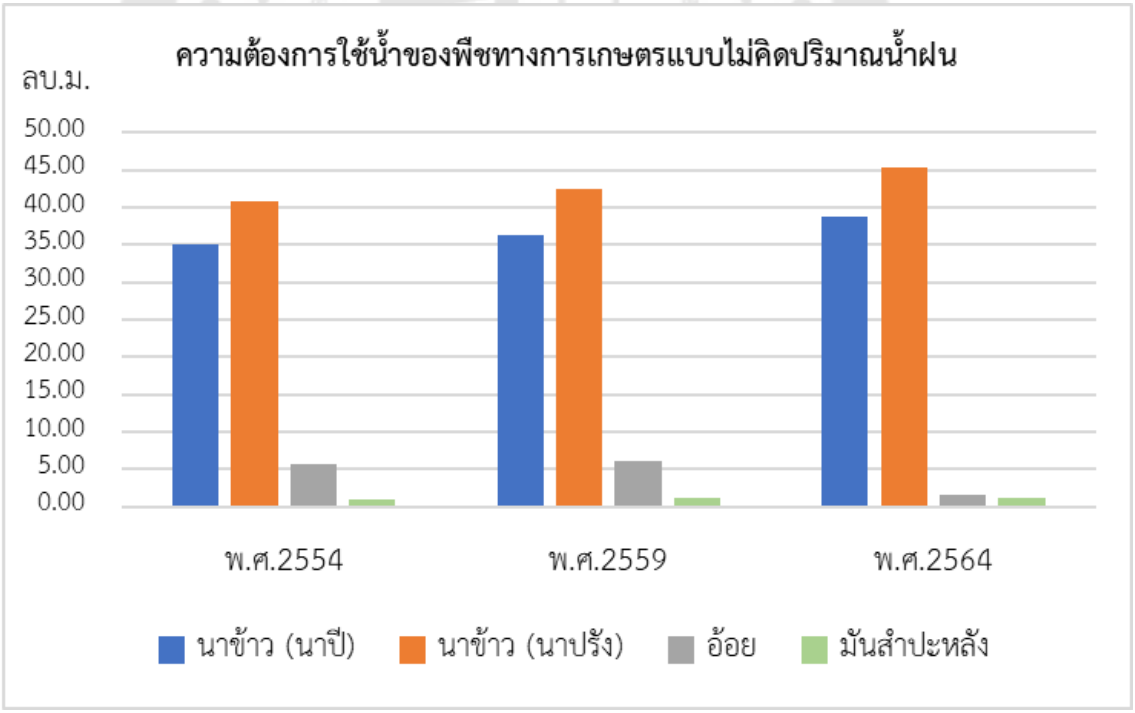
ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนใน พ.ศ.2559 พบว่านาข้าว (นาปี) มีความต้องการใช้น้ำ 36.30 ลบ.ม. นาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำ 42.40 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 5.98 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 1.08 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 85.76 ลบ.ม.

ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนใน พ.ศ.2564 พบว่านาข้าว (นาปี) มีความต้องการใช้น้ำ 38.79 ลบ.ม. นาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำ

45.31 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 1.51 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 1.11 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 86.72 ลบ.ม.

ตาราง 16 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

ชนิดพืช	พ.ศ.2554		พ.ศ.2559		พ.ศ.2564	
	ไร่	ลบ.ม.	ไร่	ลบ.ม.	ไร่	ลบ.ม.
นาข้าว(นาปี)	16,260.21	34.99	16,869.95	36.30	18,027.89	38.79
นาข้าว(นาปรัง)	16,260.21	40.86	16,869.95	42.40	18,027.89	45.31
อ้อย	1,832.06	5.62	1,949.63	5.98	493.01	1.51
มันสำปะหลัง	734.62	0.92	862.88	1.08	889.88	1.11
รวม	35,087.10	82.40	36,552.41	85.76	37,438.67	86.72



ภาพประกอบ 13 กราฟแสดงปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

2.2.1 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) โดยการเพาะปลูกนาข้าวนั้น จะใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกจนข้าวโตเต็มวัยพร้อมเก็บเกี่ยวอยู่ที่ 4 เดือน โดยแผนการเพาะปลูกของนาข้าว (นาปี) จะเริ่มเพาะปลูกเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายนของทุกปี ในส่วนของนาข้าว (นาปรัง) จะเริ่มเพาะปลูกเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคมของทุกปี จากผลการคำนวณพบว่า ใน พ.ศ.2554 นาข้าว (นาปี) เดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 15.01 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤศจิกายน มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 3.50 ลบ.ม. พ.ศ.2559 นาข้าว (นาปี) เดือนสิงหาคม มีต้องการใช้น้ำมากที่สุด 15.57 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤศจิกายน มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 3.63 ลบ.ม. และ พ.ศ.2564 นาข้าว (นาปี) เดือนสิงหาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 16.64 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤศจิกายน มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 3.88 ลบ.ม. ดังตาราง 17

ในส่วนของนาข้าว (นาปรัง) ใน พ.ศ.2554 เดือนกุมภาพันธ์ มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 15.08 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.09 ลบ.ม. พ.ศ.2559 นาข้าว (นาปรัง) เดือนกุมภาพันธ์ มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 15.65 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.13 ลบ.ม. และพ.ศ.2564 นาข้าว (นาปรัง) เดือนกุมภาพันธ์ มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 16.72 ลบ.ม. เนื่องจากเป็นช่วงแรกที่ต้องใช้น้ำในการเตรียมแปลง และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 1.21 ลบ.ม. ดังตาราง 18

ตาราง 17 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปี) แบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
	ลบ.ม.	ลบ.ม.	ลบ.ม.
สิงหาคม	15.01	15.57	16.64
กันยายน	7.81	8.11	8.66
ตุลาคม	8.67	8.99	9.61
พฤศจิกายน	3.50	3.63	3.88
รวม	34.99	36.30	38.79

ตาราง 18 ความต้องการใช้น้ำของนาข้าว (นาปรัง) แบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
	ลบ.ม.	ลบ.ม.	ลบ.ม.
กุมภาพันธ์	15.47	16.05	17.15
มีนาคม	10.48	10.87	11.62
เมษายน	11.03	11.44	12.22
พฤษภาคม	3.89	4.04	4.32
รวม	40.86	42.40	45.31

2.2.2 ความต้องการใช้น้ำของอ้อย โดยการเพาะปลูกอ้อยจะใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกจนอ้อยโตเต็มวัยพร้อมเก็บผลผลิตอยู่ที่ 10 เดือน โดยแผนการเพาะปลูกของอ้อย จะเริ่มเพาะปลูกเดือนสิงหาคม-พฤษภาคมของทุกปี จากผลการคำนวณแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน พบว่าใน พ.ศ.2554 อ้อยมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 5.62459031 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.78420944 ลบ.ม. และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0.31669734 ลบ.ม. พ.ศ.2559 อ้อยมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 5.98482789 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.83453504 ลบ.ม. และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0.33877808 ลบ.ม. และพ.ศ.2564 อ้อยมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 1.51358503 ลบ.ม. โดยเดือนธันวาคม มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.21103170 ลบ.ม. และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0.08522361 ลบ.ม. และเมื่อสังเกตจากตาราง 19 จะพบว่าช่วงที่อ้อยมีความต้องการใช้น้ำมากจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มีนาคม เนื่องจากเป็นช่วงระยะที่อ้อยแตกกอจนถึงระยะย่างปล้อง อ้อยจะมีระบบรากที่สมบูรณ์ สามารถดูดน้ำและแร่ธาตุต่างๆได้อย่างเต็มที่ ในส่วนของเดือนพฤษภาคมที่มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นเดือนที่อ้อยโตเต็มวัยพร้อมสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่มีการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆแล้ว จึงมีความต้องการใช้น้ำที่น้อย ดังตาราง 19

ตาราง 19 ความต้องการใช้น้ำของอ้อยแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
สิงหาคม	0.35439360	0.37713660	0.09536790

ตาราง 19 (ต่อ)

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
กันยายน	0.41898970	0.44587747	0.11275067
ตุลาคม	0.59462297	0.63278214	0.16001388
พฤศจิกายน	0.70683324	0.75219340	0.19020980
ธันวาคม	0.78420944	0.83453504	0.21103170
มกราคม	0.65508609	0.69712521	0.17628468
กุมภาพันธ์	0.72309232	0.76949564	0.19458510
มีนาคม	0.63358016	0.67196709	0.17049744
เมษายน	0.43708545	0.46493722	0.11762025
พฤษภาคม	0.31669734	0.33877808	0.08522361
รวม	5.62459031	5.98482789	1.51358503

2.2.3 ความต้องการใช้น้ำของมันสำปะหลัง โดยการเพาะปลูกมันสำปะหลังจะใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกจนมันสำปะหลังโตเต็มวัยพร้อมเก็บผลผลิตอยู่ที่ 12 เดือน โดยแผนการเพาะปลูกของมันสำปะหลัง จะเริ่มเพาะปลูกเดือนสิงหาคม-กรกฎาคมของทุกปี จากผลการคำนวณแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน พบว่า ใน พ.ศ.2554 มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 0.91810181 ลบ.ม. โดยเดือนพฤศจิกายน มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.12595504 ลบ.ม. และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0.03904662 พ.ศ.2559 มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 1.07847745 ลบ.ม. โดยเดือนพฤศจิกายน มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.14794592 ลบ.ม. และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0.04610330 และ พ.ศ.2564 มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำทั้งหมด 1.11214101 ลบ.ม. โดยเดือนพฤศจิกายน มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด 0.15257544 ลบ.ม. ม. และเดือนพฤษภาคม มีความต้องการใช้น้ำน้อยที่สุด 0.04729890 และเมื่อสังเกตจากตาราง 20 จะพบว่าช่วงที่มันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำมากจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม เนื่องจากเป็นช่วงระยะที่มันสำปะหลังเริ่มออกหัว จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้น้ำมากในการเจริญเติบตัว และดูดแร่ธาตุอาหารต่างๆ ในส่วนของเดือนพฤษภาคมที่มีความต้องการน้ำน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นเดือนที่มันสำปะหลังเริ่มที่จะโตเต็มวัย จึงมีความต้องการใช้น้ำที่ลดลง ดังตาราง 20

ตาราง 20 ความต้องการใช้น้ำของมันสำปะหลังแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน

เดือนที่เพาะปลูก	พ.ศ.2554	พ.ศ.2559	พ.ศ.2564
สิงหาคม	0.05682990	0.06675240	0.06884100
กันยายน	0.07423760	0.08719906	0.08992768
ตุลาคม	0.10339133	0.12144267	0.12524303
พฤศจิกายน	0.12595504	0.14794592	0.15257544
ธันวาคม	0.11287320	0.13257950	0.13672826
มกราคม	0.09571194	0.11242284	0.11594055
กุมภาพันธ์	0.08453796	0.09929812	0.10240502
มีนาคม	0.07104440	0.08316777	0.08605950
เมษายน	0.05564310	0.06533062	0.06740313
พฤษภาคม	0.03904662	0.04610330	0.04729890
มิถุนายน	0.04652970	0.05461440	0.05636374
กรกฎาคม	0.05230102	0.06162085	0.06335476
รวม	0.91810181	1.07847745	1.11214101

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร พื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา โดยการนำเทคนิคและข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5-TM และ Landsat 8-OLI มาใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแต่ละชนิด และใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน หลังจากได้ผลการดำเนินงานแล้ว สามารถสรุปผลการวิจัย โดยแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 ประเด็นได้ดังต่อไปนี้

1 สรุปผลการวิจัย

2 อภิปรายผลการวิจัย

3 ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

จากการเปรียบเทียบผลการจำแนกที่ได้จากการแปลตีความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบใกล้เคียงมากที่สุด ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และข่ายประสาทเทียม และตรวจสอบค่าความถูกต้องของวิธีการจำแนกกับข้อมูลภาคพื้นดินที่ได้จากการสำรวจข้อมูล พบว่า ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2564 ด้วยวิธีการจำแนกแบบใกล้เคียงมากที่สุด พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 87.59 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.85 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2564 ด้วยวิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 90.16 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.88 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2564 ด้วยวิธีการจำแนกแบบข่ายประสาทเทียม พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 87.50 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.84 เพราะฉะนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

และในส่วนของผลการตรวจสอบค่าความถูกต้องของ พ.ศ.2554 และ 2559 จะใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดินเป็นตัวเปรียบเทียบในการตรวจสอบค่าความถูกต้อง พบว่า ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2554 ด้วยวิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 86.52 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.83 และผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ.2559 ด้วยวิธีการจำแนกแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 88.20 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.86

จากการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2554 พบว่ามีพื้นที่นาข้าวมากที่สุดประมาณ 16,260.21 ไร่ หรือร้อยละ 72.02 รองลงมาคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 2,661.19 ไร่ หรือร้อยละ 11.79 พื้นที่ปลูกอ้อย 1,832.06 ไร่ หรือร้อยละ 8.11 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 734.62 ไร่ หรือร้อยละ 3.25 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 727.31 ไร่ หรือร้อยละ 3.22 และพื้นที่น้ำ 363.38 ไร่ หรือร้อยละ 1.61 ตามลำดับ การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2559 พบว่ามีพื้นที่นาข้าวมากที่สุดประมาณ 16,869.95 ไร่ หรือร้อยละ 74.72 รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกอ้อย 1,949.63 ไร่ หรือร้อยละ 8.63 พื้นที่เบ็ดเตล็ด 1,826.44 ไร่ หรือร้อยละ 8.09 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 869.06 ไร่ หรือร้อยละ 3.85 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 862.88 ไร่ หรือร้อยละ 3.82 และพื้นที่น้ำ 200.81 ไร่ หรือร้อยละ 0.89 ตามลำดับ การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2564 พบว่ามีพื้นที่นาข้าวมากที่สุดประมาณ 18,027.89 ไร่ หรือร้อยละ 79.84 รองลงมาคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 2,042.44 ไร่ หรือร้อยละ 9.05 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 938.25 ไร่ หรือร้อยละ 4.16 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 889.88 ไร่ หรือร้อยละ 3.94 พื้นที่ปลูกอ้อย 493.01 ไร่ หรือร้อยละ 2.18 และพื้นที่น้ำ 187.31 ไร่ หรือร้อยละ 0.83 ตามลำดับ

จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564 จะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่นาข้าว และพื้นที่มันสำปะหลัง และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มลดลงทุกปี ได้แก่ พื้นที่อ้อย พื้นที่น้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด และจะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 4,267.73 ไร่ โดยพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ พื้นที่นาข้าว โดยเพิ่มขึ้น 1,767.68 ไร่ โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่อ้อยมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่อ้อย โดยลดลง 1,339.05 ไร่ โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าวมากที่สุด พื้นที่เบ็ดเตล็ด ลดลง 618.75 ไร่ โดยแปรสภาพไปเป็นพื้นที่นาข้าวมากที่สุด พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เพิ่มขึ้น 210.94 ไร่ โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าวมากที่สุด พื้นที่น้ำ ลดลง 176.06 ไร่ โดยแปรสภาพไป

เป็นพื้นที่นาข้าวมากที่สุด และพื้นที่มันสำปะหลัง เพิ่มขึ้น 155.25 ไร่ โดยแปรสภาพมาจากพื้นที่นาข้าวมากที่สุด

2. การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา

2.1 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนใน พ.ศ.2554 พบว่า นาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำรวมกัน 53.96 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 3.79 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.46 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 58.21 ลบ.ม. พ.ศ.2559 พบว่านาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำรวมกัน 55.99 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 4.05 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.54 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 60.57 ลบ.ม. และใน พ.ศ.2564 พบว่านาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำรวมกัน 59.83 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 1.02 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.55 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 61.40 ลบ.ม.

2.2 ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนใน พ.ศ.2554 พบว่านาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำรวมกัน 75.85 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 5.62 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 0.92 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 82.40 ลบ.ม. พ.ศ.2559 พบว่านาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำรวมกัน 78.70 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 5.98 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 1.08 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 85.76 ลบ.ม. และใน พ.ศ.2564 พบว่านาข้าว (นาปี) และนาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำรวมกัน 84.10 ลบ.ม. อ้อย มีความต้องการใช้น้ำ 1.51 ลบ.ม. และมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำ 1.11 ลบ.ม. และพืชทางการเกษตรในพื้นที่ทั้งหมดมีความต้องการใช้น้ำ 86.72 ลบ.ม.

อภิปรายผลการวิจัย

การจำแนกประเภทข้อมูล และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการเปรียบเทียบผลการจำแนกประเภทข้อมูลที่ได้จากการแปลความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 พ.ศ.2564 ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นด้วยคอมพิวเตอร์

โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบใกล้เคียงมากที่สุด ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และข่ายประสาทเทียม และตรวจสอบค่าความถูกต้องของวิธีการจำแนกกับข้อมูลภาคพื้นดินที่ได้จากการสำรวจข้อมูล พบว่า วิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีความถูกต้องโดยรวมมากที่สุด โดยมีความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 90.16 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.88 ในส่วนของ พ.ศ.2554 และ 2559 ที่ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดินเป็นตัวเปรียบเทียบในการตรวจสอบค่าความถูกต้อง พบว่า พ.ศ.2554 มีความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 86.52 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.83 และ พ.ศ.2559 มีความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 88.20 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.86 เนื่องจากวิธีการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนนั้นต้องการจุดตัวอย่างที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกอื่นๆ และไม่จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานของการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล (ทรัน วันนินห์ และ ชาติชาย ไวยสุระสิงห์, 2560) แต่จะอาศัยการจดจำข้อมูลที่อยู่บริเวณขอบของแต่ละกลุ่มข้อมูลในการช่วยจำและจำแนกข้อมูล ซึ่งวิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลได้ดี เพราะจะทำให้แยกข้อมูลแต่ละกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกันออกจากกันได้ และยังคงให้ค่าความถูกต้องโดยรวมในระดับที่สูงอีกด้วย

จากการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564 จะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ของทุกปีในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย จังหวัดนครราชสีมา จะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยเป็นพื้นที่นาข้าวมากที่สุด เนื่องจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก และพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณนี้เป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทาน จึงมีการส่งน้ำเพื่อใช้ในการเพาะปลูกทั้งช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้ง พื้นที่เบ็ดเตล็ดมีสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นลำดับที่สอง ซึ่งประกอบด้วย ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม และไม้ละเมาะ ที่เกิดจากการปล่อยร้างของพื้นที่ และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ลำดับที่สาม คือพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วย แหล่งชุมชน พื้นที่ที่อยู่อาศัย และเส้นทางคมนาคมต่าง ๆ ลำดับที่สี่ คือพื้นที่มันสำปะหลัง ซึ่งเป็นพืชที่ปลูกเยอะที่สุดรองลงมาจากพื้นที่นาข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวน ลำดับที่ห้า คือพื้นที่อ้อย จะเห็นได้ว่าในช่วง พ.ศ.2554-2559 จะมีพื้นที่เพิ่มขึ้น แต่กลับลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วง พ.ศ.2559-2564 อันเป็นผลมาจากความต้องการที่จะเพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกข้าว เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาข้าวให้ผลผลิตตอบแทนที่ดีกว่า และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนที่น้อยที่สุด คือพื้นที่น้ำ พบทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ใน

ด้านการเกษตรกรรมเป็นหลัก พื้นที่น้ำมีพื้นที่ลดลงทุกช่วงปีตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564 เนื่องจากมีการถมพื้นที่เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมและพื้นที่ที่อยู่อาศัย

จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564 จะเห็นได้ว่ามีพื้นที่เปลี่ยนแปลงรวมทั้งสิ้น 4,267.73 ไร่ โดยพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ พื้นที่นาข้าว โดยเพิ่มขึ้น 1,767.68 ไร่ รองลงมาคือ พื้นที่อ้อย โดยลดลง 1,339.05 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด ลดลง 618.75 ไร่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เพิ่มขึ้น 210.94 ไร่ พื้นที่น้ำ ลดลง 176.06 ไร่และพื้นที่มันสำปะหลัง เพิ่มขึ้น 155.25 ไร่ และจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่นาข้าว และลดลงของพื้นที่อ้อยนั้น อันเป็นผลมาจากในช่วงเวลานั้นมีการส่งเสริมนโยบายผลผลิตทางด้านการเกษตรจากภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมชลประทานมีการทำระบบกระจายน้ำในไร่นาในโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย โดยการสร้างคูส่งน้ำใหม่ ซึ่งทำให้เกษตรกรได้ใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายน้ำไปสู่ไร่นาได้สูงขึ้นแล้ว คูส่งน้ำที่สร้างใหม่นี้ ยังสามารถส่งน้ำไปยังพื้นที่เป้าหมายได้รวดเร็ว ช่วยประหยัดน้ำต้นทุนและลดการสูญเสียน้ำที่มีค่อนข้างจำกัดในช่วงหน้าแล้ง และสามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าและเต็มประสิทธิภาพ ทั้งยังเพิ่มโอกาสในการผลิตสินค้าเกษตรป้อนตลาด และทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันยังช่วยส่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคให้กับประชาชนในพื้นที่ด้วย (ไทยรัฐออนไลน์, 2559) ซึ่งทำให้เกษตรกรมีความต้องการที่จะเพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกข้าว เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาข้าวให้ผลผลิตตอบแทนที่ดีกว่า (ธีรพงษ์ ควรคำนวน และ สุนทร เฉินประยูร, 2556)

ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร

ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรด้วยวิธี FAO Penman-Monteith ระหว่าง พ.ศ.2554 ถึง 2564 พบว่า นาข้าวมีความต้องการใช้น้ำมากที่สุดในช่วง 3 ปี เนื่องจากในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายมีการทำเกษตรกรรมประเภทนาข้าวมากที่สุด นอกจากนี้ ยังพบว่าพื้นที่นาข้าวมีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่พื้นที่นาข้าวมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกช่วงปีที่ทำการศึกษา และเมื่อแบ่งประเภทของนาข้าวออกเป็น นาข้าว (นาปี) กับนาข้าว (นาปรัง) จะเห็นได้ว่านาข้าว (นาปรัง) มีความต้องการใช้น้ำมากกว่านาข้าว (นาปี) ในส่วนของอ้อยนั้น ช่วง พ.ศ.2554-2559 มีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกอ้อยเพียงเล็กน้อย แต่ใน พ.ศ.2564 ความต้องการใช้น้ำของอ้อยกลับลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องมาจากมีการลดลงของพื้นที่ปลูกอ้อย และในส่วนของมันสำปะหลัง มีความต้องการใช้น้ำของพืชที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในทุกช่วงปี เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่ไม่ได้มากนัก และเมื่อเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำของพืชทาง

การเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน และแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน จะเห็นได้ว่าความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนจะมีความต้องการใช้น้ำที่สูงกว่าความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน เนื่องจากความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนนั้น จะมีการคำนวณเอาปริมาณน้ำฝนที่ตกจริงในพื้นที่นั้นขณะที่อยู่ในช่วงการเพาะปลูกเข้ามาคิดร่วมด้วย จึงทำให้พืชที่เพาะปลูกได้รับปริมาณน้ำไปแล้วในบางส่วน ในขณะที่ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนนั้นจะไม่มีการนำเอาปริมาณน้ำฝนเข้ามาคำนวณร่วมด้วย โดยการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรทั้ง 2 กรณี มีความสำคัญ เนื่องจากการส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรมของทางโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายนั้น จะส่งน้ำเป็นรายวัน ซึ่งในกรณีที่ในพื้นที่มีความแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วง หรือเสี่ยงภัยแล้ง การส่งน้ำในรูปแบบของการคำนวณแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนนั้นจะทำให้พืชได้รับปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตมากกว่า แต่ในกรณีที่ในพื้นที่มีฝนตกเพียงพอ ก็สามารถพิจารณาที่จะส่งน้ำในรูปแบบของการคำนวณแบบคิดปริมาณน้ำฝนได้ เพื่อให้พืชได้รับปริมาณน้ำอย่างเหมาะสมต่อความต้องการในการเจริญเติบโต

และจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายนั้น ส่งผลโดยตรงต่อความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร โดยใน พ.ศ.2554-2559 พบว่า มีความต้องการใช้น้ำของพื้นทางการเกษตรเพิ่มขึ้น โดยความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนนั้นเพิ่มขึ้น 2.36 ลบ.ม. และความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนนั้นเพิ่มขึ้น 3.36 ลบ.ม. พ.ศ.2559-2564 พบว่า มีความต้องการใช้น้ำของพื้นทางการเกษตรเพิ่มขึ้น โดยความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนนั้นเพิ่มขึ้น 0.83 ลบ.ม. และความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนนั้นเพิ่มขึ้น 0.96 ลบ.ม. และในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2554-2564 จะเห็นได้ว่ามีความต้องการใช้น้ำของพื้นทางการเกษตรเพิ่มขึ้น โดยความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝนนั้นเพิ่มขึ้น 3.19 ลบ.ม. และความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝนนั้นเพิ่มขึ้น 4.32 ลบ.ม. ซึ่งจะเห็นได้ว่าความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นและสอดคล้องกันกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเพิ่มขึ้นในส่วนของพื้นที่เกษตรกรรม

จากผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลาย ได้นำผลคำนวณมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลำสำลายจากข้อมูลการปล่อยน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายใน พ.ศ.2554 อยู่ที่ 49.407 ล้านลบ.ม.

ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน และแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน อยู่ที่ 58.21 ลบ.ม. และ 82.40 ลบ.ม. ตามลำดับ ข้อมูลการปล่อยน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายใน พ.ศ.2559 อยู่ที่ 10.554 ล้านลบ.ม. ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน และแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน อยู่ที่ 60.57 ลบ.ม. และ 85.76 ลบ.ม. ตามลำดับ และข้อมูลการปล่อยน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายใน พ.ศ.2564 อยู่ที่ 2.662 ล้านลบ.ม. ความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตรแบบคิดปริมาณน้ำฝน และแบบไม่คิดปริมาณน้ำฝน อยู่ที่ 61.40 ลบ.ม. และ 86.72 ลบ.ม. ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่โครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายปล่อยออกมาจากอ่างจะมีปริมาณที่สูงกว่าความต้องการใช้น้ำของพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจาก เพราะนอกจากจะส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรมแล้ว ยังต้องส่งไปยังพื้นที่ชุมชน เพื่อใช้ในการอุปโภค และบริโภค รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆที่อยู่ในพื้นที่อีกด้วย ดังนั้นปริมาณน้ำที่ทางโครงการอ่างเก็บน้ำลำสำลายปล่อยจึงมีความเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของพืชทางการเกษตร

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าพื้นที่ทางการเกษตรกรรมมีจำนวนพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้มีความต้องการใช้น้ำทางการเกษตรที่มากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นกรมชลประทาน หรือหน่วยงานที่จัดสรรการใช้น้ำในพื้นที่ ควรนำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ามาบูรณาการร่วมกับการวางแผนในการที่จะบริหารจัดการน้ำ และควรมีการติดตามการเพาะปลูก และเสนอแนะวิธีหรือพืชที่เหมาะสม เช่น การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ซึ่งจะทำให้ใช้ปริมาณน้ำที่น้อย และยังลดการปลดปล่อยก๊าซได้อีกด้วย เพื่อให้มีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำทั้งในด้านการเกษตร การอุปโภค บริโภค ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลและเทศบาล การอุตสาหกรรม เพื่อให้มีปริมาณน้ำใช้ที่เพียงพอทั้งในปัจจุบันและในอนาคตอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพิจารณาใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงประกอบการศึกษา ในกรณีที่พื้นที่ศึกษามีขนาดครอบคลุม จะทำให้สามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีรายละเอียดที่มากยิ่งขึ้น

2. ควรพิจารณาสมการการหาความต้องการใช้น้ำของพืชเป็นสมการอื่นๆ หรือเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการความต้องการใช้น้ำของพืชที่แตกต่างกัน เพื่อหาสมการที่เหมาะสมกับบริบทเฉพาะของแต่ละพื้นที่

3. ควรพิจารณาการวิเคราะห์ผลออกมาในรูปแบบของความต้องการน้ำชลประทาน ที่มีการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปจากการส่งน้ำหรือสูญเสียทางอื่นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น การซึมลงไปในดิน หรือการระเหยระหว่างที่ส่งน้ำไปยังในพื้นที่ เพื่อผลลัพธ์ที่เหมาะสมกับบริบทเฉพาะของแต่ละพื้นที่

4. พิจารณาใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาคาบ 30 ปี มาใช้ประกอบการคำนวณเพื่อติดตามดูแนวโน้มและพิจารณาผลของการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับสถานการณ์การใช้น้ำในพื้นที่

บรรณานุกรม

Allen, R. G., Pruitt, W. O., Wright, J. L., Howell, T. A., Ventura, F., Snyder, R., . . . Elliott, R. (2006). A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. *Agricultural Water Management,* 81(1-2), 1-22.

Carvalho, A. P. P., Lorandi, R., Collares, E. G., Lollo, J. A. D., และ Moschini, L. E. (2021). Potential water demand from the agricultural sector in hydrographic sub-basins in the southeast of the state of São Paulo-Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment,* 319.

Córdova, M., Carrillo-Rojas, G., Crespo, P., Wilcox, B., และ Célleri, R. (2015). Evaluation of the Penman-Monteith (FAO 56 PM) Method for Calculating Reference Evapotranspiration Using Limited Data. *Mountain Research and Development,* 35(3), 230-239. Retrieved from https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-14-0024.1

กรมพัฒนาที่ดิน. (2564). ข้อมูลการใช้ที่ดิน [ข้อมูลภูมิสารสนเทศ]. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

กฤชญาณ อินทรัตน์. (2565). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครนายกด้วยอัลกอริธึมการเรียนรู้เครื่องและภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 27(2), 1153-1171.

กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. (2564). ค่าสัมประสิทธ์ (Kc) ของพืช 40 ชนิด. สืบค้นจาก http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/Kc/kc_th.pdf

กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2557). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน [เอกสารอิเล็กทรอนิกส์]. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

กีรติ บุญโชติ. (2553). ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมและการประยุกต์ใช้. สืบค้นจาก https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2132/8/284819_ch3.pdf

เกศินี นงโพธิ์, ชูเดช โลศิริ, และ สุธาทิพย์ ชวนะเวสสกุล. (2564). การติดตามและการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตจังหวัดอุดรธานี. วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 24(1), 13-34.

ไกรสร น้อยพุก. (2553). การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการทำนาข้าวในพื้นที่ตำบลห้วยถั่วใต้ อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2553/19672.pdf

ขวัญนภา กล้าหาญ, และ จิระเดช มาจันแดง. (2560). การประเมินความต้องการน้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในเขตโครงการส่งน้ำละบำรุงรักษาลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 13(1), 395-402.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง. (2562). ตารางแสดงปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยระหว่างปีพ.ศ. 2540 - 2562 [เอกสารอิเล็กทรอนิกส์]. นครราชสีมา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง. (2564). อ่างเก็บน้ำลำสำลาย. สืบค้นจาก http://www.lamprapleng.com/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=275

จิระวัฒน์ กณะสุต. (2554). ความต้องการใช้น้ำของพืช [เอกสารประกอบการสอน]. กรุงเทพฯ: ภาควิชาทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทรงกลด เกตุวงษ์, และ ทศพร บัวพึ่ง. (2557). การศึกษาปริมาณการใช้น้ำของฟักข้าว. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://irre.ku.ac.th/project/pdf/255704.pdf

ทรัน วัน นินห์, และ ชาติชาย ไวยสุระสิงห์. (2560). การศึกษาเปรียบเทียบวิธีแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงที่สุดกับวิธีแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเมืองขอนแก่น. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 17(4), 49-60.

ไทยโพสต์. (2563). โคราชประกาศ 7 อำเภอประสบภัยแล้ง ห้ามเกษตรกรทำนาปรังหลังพบเห็นฝ่าฝืนคำเตือนหลายพื้นที่. สืบค้นจาก https://www.thaipost.net/main/detail/55114

ไทยรัฐออนไลน์. (2559). อ่างเก็บน้ำลำสำลาย. สืบค้นจาก https://www.thairath.co.th/tags/%E0%B8%AD%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B9%87%E0%B8%9A%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%A5%E0%B8%B3%E0%B8%AA%E0%B8%B3%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A2

ธนมล ฆ้องนอก, และ ถาวร อ่อนประไพ. (2557). การใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินความต้องการใช้น้ำชลประทานของข้าวนาปีและข้าวโพดฝักอ่อนในตำบลแม่ทา อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่. Paper presented at the โครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สืบค้นจาก https://gsbooks.gs.kku.ac.th/57/grc15/files/pmo20.pdf

ธีรพงษ์ ควรคำนวน, และ สุนทร เฉินประยูร. (2556). การประยุกต์ใช้แบบจำลอง *HEC-RESSIM* ช่วยในการบริหารงานอ่างเก็บน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง. Paper presented at the ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6, ประจวบคีรีขันธ์. สืบค้นจาก http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1854/1/TSWE-05%20p727-732.pdf

ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน. (2564). ข้อมูลเกี่ยวกับด้านอุตุนิยมวิทยาในคาบ 30 ปี [เอกสารอิเล็กทรอนิกส์]. นนทบุรี: ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน.

พลัฏฐ์ ปาจิตร, สรวิศ สุภเวชย์, และ อนุเผ่า อบแพทย์. (2562). การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชเกษตรในเขตพื้นที่ชลประทานฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (เขื่อนร่มเกล้า) โครงการชลประทานอุทัยธานี โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล. Paper presented at the การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24, อุดรธานี. สืบค้นจาก http://www.ce.eng.ku.ac.th/uploaded/files/Calculation%20of%20Agricultural%20Crop%20Evapotranspiration%20in%20Irrigation%20Area%20of%20Water%20Transmission%20and%20Maintenance%20Division%201

มติชนออนไลน์. (2563). ปักธงชัยแล้งสุดในรอบ 30 ปี รมต.เทวัญ ลงพื้นที่จัดสรรงบกลาง 3 พันล้านบรรเทาภัยแล้ง. สืบค้นจาก https://www.matichon.co.th/region/news_1886022

รุจินดา ภู่ระย้า. (2550). การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Geo/Rujinda_P.pdf

วัฒนชัย สายวงศ์คำ, และ ธนวันต์ เย็นฉ่ำ. (2557). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อ

การจัดการปริมาณน้ำทางการเกษตร กรณีศึกษา ตำบลท่านางงาม อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ในปี พ.ศ.2554. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร). สืบค้นจาก http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/is-PDF/2556/geo_2556_05_FullPaper.pdf

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2564). กลุ่มดาวเทียมรายละเอียดปานกลาง ความละเอียด ตั้งแต่ 1 เมตร ขึ้นไป (Medium). สืบค้นจาก https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=2441&lang=TH

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2548). ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย [เอกสารวิชาการ]. กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ. (2559). การรับรู้จากระยะไกลสำหรับนักภูมิศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อานนท์ เบียงแล, และ สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข. (2563). การศึกษาการจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน กรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกข้าว อำเภอจุน จังหวัดพะเยา. วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่, 1(3), 51-62.

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. (2552). การใช้น้ำของพืช ทฤษฎีและการประยุกต์ [เอกสารประกอบการสอน]. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตาราง การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use classification)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3	
U พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง Urban and built-up land	U1	ตัวเมืองและย่านการค้า City, Town, Commercial	U101	ตัวเมืองและย่านการค้า City, Town, Commercial
	U2	หมู่บ้าน Village	U200	หมู่บ้าน/ที่ดินจัดสรรร้าง Abandoned village
			U201	หมู่บ้านบนพื้นราบ Village
			U202	หมู่บ้านชาวไทยภูเขา Hill tribe village
			U203	หมู่บ้านชาวเล Moken village
	U3	สถานที่ราชการ และสถาบันต่าง ๆ Institutional land	U300	สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ ร้าง Abandoned institutional land
			U301	สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ Institutional land
	U4	สถานีคมนาคม Communication and utility	U400	สถานีคมนาคมร้าง Abandoned communication and utility
			U401	สนามบิน Airport
			U402	สถานีรถไฟ Railway station
			U403	สถานีขนส่ง Bus station
			U404	ท่าเรือ Harbor
			U405	ถนน Road
			*U406	ทางรถไฟ Railway
	U5	พื้นที่อุตสาหกรรม Industrial land	U500	พื้นที่อุตสาหกรรมร้าง Abandoned industrial land

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3	
			U501	นิคมอุตสาหกรรม Industrial estate
			U502	โรงงานอุตสาหกรรม Factory
			U503	ลานตากและแหล่งรับซื้อทางการเกษตร Agricultural product trading center
	U6	สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ Other built-up land	U600	สถานที่ร้าง Abandoned area
			U601	สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ Recreation area
			U602	รีสอร์ท โรงแรม เกสต์เฮ้าส์Resort, Hotel, Guesthouse
			U603	สุสาน ป่าช้า Cemetery
			U604	ศูนย์อพยพ Refugee camp
			U605	สถานีบริการน้ำมัน Gasoline Station
	U7	สนามกอล์ฟ Golf course	U700	สนามกอล์ฟร้าง Abandoned golf course
			U701	สนามกอล์ฟ Golf course
A พื้นที่เกษตรกรรม Agricultural land	A1	พื้นที่นา Paddy field	A100	นาร้าง Abandoned paddy field
			A101	นาข้าว Active paddy field
	A2	พืชไร่ Field crop	A200	ไร่ร้าง Abandoned field crop
			A201	พืชไร่ผสม Mixed field

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3	
			crop
		A202	ข้าวโพด Corn
		A203	อ้อย Sugarcane
		A204	มันสำปะหลัง Cassava
		A205	สับปะรด Pineapple
		A206	ยาสูบ Tobacco
		A207	ฝ้าย Cotton
		A208	ถั่วเขียว Mungbean
		A209	ถั่วเหลือง Soybean
		A210	ถั่วลิสง Peanut
		A211	ปอแก้ว ปอกระเจา Kenaf, Jute
		A212	ถั่วดำ ถั่วแดง Black bean, Red bean
		A213	ข้าวฟ่าง Sorghum
		A214	ละหุ่ง Castor bean
		A215	งา Sesame
		A216	ข้าวไร่ Upland rice
		A217	มันฝรั่ง Potato
		A218	มันแกว Jam potato
		A219	มันเทศ Sweet potato
		A220	แตงโม Watermelon
		A221	ลูกเดือย Millet
		A222	ขิง Ginger
		A223	กะหล่ำปลี Cabbage
		A224	มะเขือเทศ Tomato
		A225	ว่านหางจระเข้ Aloe vera
		A226	ป่านศรนารายณ์ Agave
		A227	ปอสา Paper mulberry

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
		A228 ทานตะวัน Sunflower
		A229 พริก Chili
		A230 ข้าวสาลี Wheat
		A231 ข้าวบาร์เลย์ Barley
		A232 ข้าวไรย์ Rye
		A233 ฝิ่น Opium
		A234 กัญชา กัญชง Marihuana, Hemp
		A235 กระเจี๊ยบแดง Roselle
		A236 เผือก Taro
	A3 ไม้ยืนต้น Perennial crop	A300 ไม้ยืนต้นร้าง/เสื่อมโทรม Abandoned perennial
		A301 ไม้ยืนต้นผสม Mixed perennial
		A302 ยางพารา Para rubber
		A303 ปาล์มน้ำมัน Oil palm
		A304 ยูคาลิปตัส Eucalyptus
		A305 สัก Teak
		A306 สะเดา Magosa
		A307 สนประดิพัทธ์ Casuarina
		A308 กระถินAcacia
		A309 ประดู่ Padauk
		A310 ซ้อ Gmelina sp.
		A311 ไม้ชายเลน Mangrove
		A312 กาแฟ Coffee
		A313 ชา Tea
		A314 หม่อน Mulberry
		A315 ไผ่ปลูกเพื่อการค้าBamboo
		A316 นุ่น Kapok

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
		A317 หมาก Betel palm
		A318 จามจุรี Rain tree
		A319 ตีนเป็ด White cheesewood
		A320 เปล้า Croton sp.
		A321 ยมหอม มะฮอกกานี Indian mahogany, Broad leaf mahogany
		A322 กฤษณา Eagle wood
		A323 ตะกู Bur-flower tree
	A4 ไม้ผล Orchard	A400 ไม้ผลร้าง/เสื่อมโทรม Abandoned orchard
		A401 ไม้ผลผสม Mixed orchard
		A402 ส้ม Orange
		A403 ทุเรียน Durian
		A404 เงาะ Rambutan
		A405 มะพร้าว Coconut
		A406 ลิ้นจี่ Litchi
		A407 มะม่วง Mango
		A408 มะม่วงหิมพานต์ Cashew
		A409 พุทรา Jujube
		A410 น้อยหน่า Custard apple
		A411 กล้วย Banana
		A412 มะขาม Tamarind
		A413 ลำไย Longan
		A414 ฝรั่ง Guava
		A415 มะละกอ Papaya
		A416 ขนุน Jack fruit
		A417 กระท้อน Santol

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
		A418 ชมพู่ Rose apple
		A419 มังคุด Mangosteen
		A420 ลางสาด ลองกอง Langsat
		A421 ระกำ สละ Rakum, Sala
		A422 มะนาว Lime
		A423 ไม้ผลเมืองหนาว Sub-tropical fruit
		A424 มะขามเทศ Manila tamarind
		A425 มะกอกน้ำ มะกอกฝรั่ง Elaeocarpaceae
		A426 แก้วมังกร Dragon fruit
		A427 ส้มโอ Pomelo
		A428 ละมุด Sapodilla
		A429 มะปราง มะยงชิด Plummango
		A430 มะไฟ ละไมBurmese grape
		A431 ทับทิม Pomegranate
	A5 พืชสวน Horticulture	A500 พืชสวนร้าง/เสื่อมโทรม Abandoned horticulture
		A501 พืชสวนผสม Mixed horticulture
		A502 พืชผัก Truck crop
		A503 ไม้ดอก ไม้ประดับ Floricultural/Ornamental plant
		A504 องุ่น Grapevine
		A505 พริกไทย Pepper

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3	
		A506	สตรอเบอรี่ Strawberry
		A507	เสาวรส Passion fruit
		A508	แรสเบอรี่ Raspberry
		A509	พืชสมุนไพร Herbs
		A510	นาหญ้า Grass plantation
		A511	หวาย Rattan
		A512	แคนตาลูป Cantaloupe
		A513	กระเจี๊ยบเขียว Okra
		A514	หน่อไม้ฝรั่ง Asparagus
		A515	เห็ด Mushroom
	A6 ไร่หมุนเวียน Shifting cultivation	A600	ไร่หมุนเวียนร้าง Bush fallow
		A601	พืชไร่ผสม(ไร่หมุนเวียน) Mixed field crop(Shifting cultivation)
		A602	ข้าวโพด(ไร่หมุนเวียน) Corn(Shifting cultivation)
		A603	อ้อย(ไร่หมุนเวียน) Sugarcane(Shifting cultivation)
		A604	มันสำปะหลัง(ไร่หมุนเวียน) Cassava(Shifting cultivation)
		A605	สับปะรด(ไร่หมุนเวียน) Pineapple(Shifting cultivation)
		A606	ยาสูบ(ไร่หมุนเวียน) Tobacco(Shifting cultivation)

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3
		A607	ฝ้าย(ไร่หมุนเวียน) Cotton(Shifting cultivation)
		A608	ถั่วเขียว(ไร่หมุนเวียน) Mungbean(Shifting cultivation)
		A609	ถั่วเหลือง(ไร่หมุนเวียน) Soybean(Shifting cultivation)
		A610	ถั่วลิสง(ไร่หมุนเวียน) Peanut(Shifting cultivation)
		A611	ปอแก้ว ปอกระเจา(ไร่หมุนเวียน) Kenaf, Jute(Shifting cultivation)
		A612	ถั่วดำ ถั่วแดง(ไร่หมุนเวียน) Black bean, Red bean(Shifting cultivation)
		A613	ข้าวฟ่าง(ไร่หมุนเวียน) Sorghum(Shifting cultivation)
		A614	ละหุ่ง(ไร่หมุนเวียน) Castor bean(Shifting cultivation)
		A615	งา(ไร่หมุนเวียน) Sesame(Shifting cultivation)
		A616	ข้าวไร่(ไร่หมุนเวียน) Upland rice(Shifting

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3
			cultivation)
		A617	มันฝรั่ง(ไร่หมุนเวียน) Potato(Shifting cultivation)
		A618	มันแกว(ไร่หมุนเวียน) Jam potato(Shifting cultivation)
		A619	มันเทศ(ไร่หมุนเวียน) Sweet potato(Shifting cultivation)
		A620	แตงโม(ไร่หมุนเวียน) Watermelon(Shifting cultivation)
		A621	ลูกเดือย(ไร่หมุนเวียน) Millet(Shifting cultivation)
		A622	ขิง(ไร่หมุนเวียน) Ginger(Shifting cultivation)
		A623	กะหล่ำปลี(ไร่หมุนเวียน) Cabbage(Shifting cultivation)
		A624	มะเขือเทศ(ไร่หมุนเวียน) Tomato(Shifting cultivation)
		A625	ว่านหางจระเข้(ไร่หมุนเวียน) Aloe vera(Shifting cultivation)
		A626	ป่านศรนารายณ์(ไร่หมุนเวียน)

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3	
			Agave(Shifting cultivation)
		A627	ปอสา(ไร่หมุนเวียน) Paper mulberry(Shifting cultivation)
		A628	ทานตะวัน(ไร่หมุนเวียน) Sunflower(Shifting cultivation)
		A629	พริก(ไร่หมุนเวียน) Chili(Shifting cultivation)
		A630	ข้าวสาลี(ไร่หมุนเวียน) Wheat(Shifting cultivation)
		A631	ข้าวบาร์เลย์(ไร่หมุนเวียน) Barley(Shifting cultivation)
		A632	ข้าวไรย์(ไร่หมุนเวียน) Rye(Shifting cultivation)
		A633	ฝิ่น(ไร่หมุนเวียน) Opium(Shifting cultivation)
		A634	กัญชา กัญชง(ไร่หมุนเวียน) Marihuana, Hemp(Shifting cultivation)
		A635	กระเจี๊ยบแดง(ไร่หมุนเวียน) Roselle(Shifting cultivation)
		A636	เผือก(ไร่หมุนเวียน)

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3	
				Taro(Shifting cultivation)
	A7	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ Pasture and farm house	A700	โรงเรือนร้าง Abandoned farm house
			A701	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ Pasture
			A702	โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และม้าCattle farm house
			A703	โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก Poultry farm house
			A704	โรงเรือนเลี้ยงสุกร Swine farm house
	A8	พืชน้ำ Aquatic plant	A801	พืชน้ำผสม Mixed aquatic plant
			A802	กก Reed
			A803	บัว Lotus
			A804	กระจับ Water caltrop
			A805	แห้ว Water chestnut
			A806	ผักบุ้ง Water spinach
			A807	ผักกะเฉด Water mimosa
	A9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ Aquacultural land	A900	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร้าง Abandoned aquacultural land
			A901	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม Mixed aquacultural land
			A902	สถานที่เพาะเลี้ยงปลา Fish farm
			A903	สถานที่เพาะเลี้ยงกุ้ง Shrimp farm
			A904	สถานที่เพาะเลี้ยงปู หอย

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3	
				Crab/Shellfish farm
			A905	ฟาร์มจระเข้ Crocodile farm
	A0	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม Integrated farm/Diversified farm	A001	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสมIntegrated farm/Diversified farm
F พื้นที่ป่าไม้ Forest land	F1	ป่าไม่ผลัดใบ Evergreen forest	F100	ป่าไม่ผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู Disturbed evergreen forest
			F101	ป่าไม่ผลัดใบสมบูรณ์ Dense evergreen forest
	F2	ป่าผลัดใบ Deciduous forest	F200	ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู Disturbed deciduous forest
			F201	ป่าผลัดใบสมบูรณ์ Dense deciduous forest
	F3	ป่าชายเลน Mangrove forest	F300	ป่าชายเลนรอสภาพฟื้นฟู Disturbed mangrove forest
			F301	ป่าชายเลนสมบูรณ์ Dense mangrove forest
	F4	ป่าพรุ Swamp forest	F400	ป่าพรุรอสภาพฟื้นฟู Disturbed swamp forest
			F401	ป่าพรุสมบูรณ์ Dense swamp forest
	F5	ป่าปลูก Forest plantation	F500	ป่าปลูกรอสภาพฟื้นฟู Disturbed forest plantation
			F501	ป่าปลูกสมบูรณ์ Dense

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3	
				forest plantation
	F6	วนเกษตร Agro-forestry (พื้นที่ปลูกป่าร่วมกับการเกษตร)	F600	วนเกษตรรอสภาพฟื้นฟู Disturbed agro-forestry
			F601	วนเกษตรสมบูรณ์ Dense agro-forestry
	F7	ป่าชายหาด Beach forest	F700	ป่าชายหาดรอสภาพฟื้นฟู Disturbed beach forest
			F701	ป่าชายหาดสมบูรณ์ Dense beach forest
W พื้นที่น้ำ Water body	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ Natural water body	W101	แม่น้ำ ลำห้วย ลำคลอง River, Canal
			W102	หนอง บึง ทะเลสาบ Lake, Lagoon
			W103	ทะเล Ocean
	W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น Artificial water body	W201	อ่างเก็บน้ำ Reservoir
			W202	บ่อน้ำในไร่นา Farm pond
			W203	คลองชลประทาน Irrigation canal
M พื้นที่เบ็ดเตล็ด Miscellaneous land	M1	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ Rangeland	M101	ทุ่งหญ้าธรรมชาติ Grass
			M102	ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม/ไม้ละเมาะ Shrubland
			M103	ไผ่ป่า ไผ่หนามGiant thorny bamboo
	M2	พื้นที่ลุ่ม Marsh and Swamp	M201	พื้นที่ลุ่ม Marsh and Swamp
	M3	เหมืองแร่ บ่อขุด Mine, Pit	M300	เหมืองเก่า บ่อขุดเก่า

ตาราง (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
		Abandoned mine, Pit
		M301 เหมืองแร่ Mine
		M302 บ่อลูกรัง Laterite pit
		M303 บ่อทราย Sand pit
		M304 บ่อดิน Soil pit
		M305 พื้นที่ขุดเจาะน้ำมัน Oil field
	M4 พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่นๆ Other miscellaneous land	M401 พื้นที่กองวัสดุ Material dump
		M402 พื้นที่ดินถล่ม Landslide
		M403 ที่หินโผล่ Rock out crop
		M404 - -
		M405 พื้นที่ถม Landfill
	M5 นาเกลือ Salt flat	M500 นาเกลือร้าง Abandoned salt flat
		M501 นาเกลือ Salt flat
	M6 หาดทราย Beach	M601 หาดทราย Beach
	M7 ที่ทิ้งขยะ Garbage dump	M701 ที่ทิ้งขยะ Garbage dump

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2557. ออนไลน์)

ภาคผนวก ข
ตารางเปรียบเทียบภาพจากการจำแนกข้อมูลแต่ละวิธีกับการอ้างอิงภาคพื้นดิน

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างผลการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึกแบบต่างๆ

ลำดับที่	ภาพจริงจากดาวเทียม	ภาพจริงจาก Google Earth	ผลการจำแนกด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึกแบบต่างๆ			
			ResNet50	ResNet101	ResNet152	DenseNet121
1						
2						
3						

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ	ภาพถ่ายดาวเทียม	Google Earth	ภาพถ่ายทางอากาศ
ชุดข้อมูลที่ 1			
ชุดข้อมูลที่ 2			
ชุดข้อมูลที่ 3			

(ต่อ) ตารางที่

ภาคผนวก ค
ตารางแสดงเมตริกซ์การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล

ตาราง เมตริกซ์ความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 พ.ศ.2564 แบบความน่าจะเป็นสูงที่สุด

		Ground truth class							User's accuracy
		น้ำ	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม	
RS class	น้ำ	30		8				38	78.95
	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง		69	12				81	85.19
	นาข้าว			75				75	100.00
	มันสำปะหลัง			5	63		14	82	76.83
	อ้อย			4		43	4	51	84.31
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด			1	2		73	76	96.05
	รวม	30	69	105	65	43	91	403	
Producer's accuracy		100.00	100.00	71.43	96.92	100.00	80.22		

ความถูกต้องโดยรวม 87.59 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา 0.85

ตาราง เมตริกซ์ความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 พ.ศ.2564 แบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

		Ground truth class							User's accuracy
		น้ำ	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม	
RS class	น้ำ	28		4				32	87.50
	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง		45	4				49	91.84
	นาข้าว		4	78		2		84	92.86
	มันสำปะหลัง			4	51		7	62	82.26
	อ้อย			3		46	4	53	86.79
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด			1	2		73	76	96.05
	รวม	28	49	94	53	48	84	356	
Producer's accuracy		100.00	91.84	82.98	96.23	95.83	86.90		

ความถูกต้องโดยรวม 90.16 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา 0.88

ตาราง เมตริกซ์ความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 พ.ศ.2564 แบบข่ายประสาทเทียม

		Ground truth class							User's accuracy
		น้ำ	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม	
RS class	น้ำ	26		7				33	78.79
	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง		54	10				64	84.38
	นาข้าว	1		74		2		77	96.10
	มันสำปะหลัง			4	66	2	13	85	77.65
	อ้อย			2		15	2	19	78.95
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด						66	66	100.00
	รวม	27	54	97	66	19	81	344	
Producer's accuracy		96.30	100.00	76.29	100.00	78.95	81.48		

ความถูกต้องโดยรวม 87.50 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา 0.84

ตาราง เมตริกซ์ความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 พ.ศ.2554 แบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

		Ground truth class							User's accuracy
		น้ำ	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม	
RS class	น้ำ	26		6				32	81.25
	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง		43	6				49	87.76
	นาข้าว		4	75		2	3	84	89.29
	มันสำปะหลัง			4	49	3	6	62	79.03
	อ้อย	1		4		44	4	53	83.02

ตาราง (ต่อ)

		Ground truth class							User's accuracy
RS class		น้ำ	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม	
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด			1	2	2	71	76	93.42
	รวม	27	47	96	51	51	84	356	
Producer's accuracy		96.30	91.49	78.13	96.08	86.27	84.52		

ความถูกต้องโดยรวม 86.52 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา 0.83

ตาราง เมตริกซ์ความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 พ.ศ.2559 แบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

		Ground truth class							User's accuracy
RS class		น้ำ	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	รวม	
	น้ำ	27		4			1	32	84.38
	ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง		44	5				49	89.80
	นาข้าว		4	78		2		84	92.86
	มันสำปะหลัง		1	5	51		5	62	82.26
	อ้อย			6		45	2	53	84.91
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด			3	3	1	69	76	90.79
	รวม	27	49	101	54	48	77	356	
Producer's accuracy		100.00	89.80	77.23	94.44	93.75	89.61		

ความถูกต้องโดยรวม 88.20 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา 0.86

ภาคผนวก ง
ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ตาราง แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว

สัปดาห์ที่	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
	ข้าว
1	1.03
2	1.07
3	1.12
4	1.29
5	1.38
6	1.45
7	1.5
8	1.48
9	1.42
10	1.34
11	1.23
12	0.94
13	0.86

ตาราง แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยและมันสำปะหลัง

เดือนที่	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช	
	อ้อย	มันสำปะหลัง
1	0.65	0.26
2	0.86	0.38
3	1.13	0.49
4	1.35	0.6
5	1.56	0.56
6	1.29	0.47
7	1.2	0.35
8	0.93	0.26
9	0.63	0.2
10	0.52	0.16
11		0.19

ตาราง (ต่อ)

เดือนที่	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช	
	อ้อย	มันสำปะหลัง
12		0.23

ที่มา : กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. (2564. ออนไลน์).

ประวัติผู้เขียน