ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงาน

การใช้ข้อมูลสำรวจระยะไกลเพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่เสี่ยงการเป็นดินกรดและดินเค็ม ภาคกลางของประเทศไทย

Using of Remote Sensing Data for Soil Fertility Assessment in Areas at Risk of Acidic soil and Saline Soil of Central Thailand

โดย

นายทศนัศว์ รัตนแก้ว

กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน

มีนาคม 2566

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	**(1)**
สารบัญตาราง	**(3)**
สารบัญภาพ	**(4)**
บทที่1 บทนำ	**1**
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา	2
1.5 สมมติฐานของการศึกษา	3
1.6 ขั้นตอนการดำเนินการ	3
บทที่ 2 ข้อมูลทั่วไป	**9**
2.1 ข้อมูลทั่วไปอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	9
2.2 ข้อมูลทั่วไปอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม	11
2.3 ข้อมูลทั่วไปอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก	13
บทที่ 3 ตรวจเอกสาร	**15**
3.1 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	15
3.2 หลักการการด้านการสำรวจระยะไกล หลักการและการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ และความรู้ด้านสถิติ	25
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์	**32**
4.1 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน	32
4.2 การศึกษาข้อมูลการสำรวจระยะไกลในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกันและสมบัติทางเคมีดินที่ด่างกัน	33
4.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับสมบัติทางเคมีดิน	38

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุป	**46**
5.1 สรุปผลการศึกษา	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	**48**
ภาคผนวก	**55**

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนจุดเก็บข้อมูลตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุดดิน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	5
2	จำนวนจุดเก็บข้อมูลตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุดดิน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม	6
3	จำนวนจุดเก็บข้อมูลตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุดดิน อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก	7
4	สถิติภูมิอากาศอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปี 2533-2564	10
5	สถิติภูมิอากาศอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ปี 2533-2564	12
6	สถิติภูมิอากาศอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก ปี 2533-2562	14
7	การจัดระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดินในน้ำ	20
8	การแปลผลคาการนำไฟฟ้าของดินอิ่มตัวดวยน้ำ ที่ 25 องศาเซลเซียส และอิทธิพลของระดับความเค็มของดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช	21
9	การจัดระดับความเป็นประโยชน์ของอินทรียวัตถุ	24
10	ดัชนีพืชพรรณชนิดต่างๆ	28
11	คุณสมบัติของข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2	31
12	ค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์ทางเคมีดินใน 3 อำเภอ	33
13	ค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณในแปลงที่มีการใช้ที่ดินที่มีพืชปกคลุม 6 ประเภท	36
14	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	40
15	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าการนำไฟฟ้าของดิน	43
16	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี GNDVI เดือนธันวาคมกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	45

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การกระจายตัวของจุดเก็บตัวอย่างดินในอำเภอกำแพงแสน จ.นครปฐม	5
2	การกระจายตัวของจุดเก็บตัวอย่างดินในอำเภอบางเลน จ.นครปฐม	6
3	การกระจายตัวของจุดเก็บตัวอย่างดินในอำเภอปากพลี จ.นครนายก	7
4	ค่าลายเซ็นต์เชิงคลื่นของพืชเมื่อระดับความชื้นของดินต่างกัน	26
5	ความแตกต่างของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน	33
6	ค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณในแปลงที่มีการใช้ที่ดินที่มีพืชปกคลุม 6 ประเภท	37
7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี NDII เดือนมีนาคมกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	39
8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี NDIII เดือนธันวาคมกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	39
9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี GNDVI เดือนธันวาคมกับค่าการนำไฟฟ้าของดิน	42
10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี GNDVI เดือนธันวาคมกับค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ดินเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งยังคงต้องใช้ที่ดินเพื่อประกอบการเกษตรอันเป็นอาชีพพื้นฐาน เนื่องจากดินเป็นปัจจัยหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารและน้ำแก่พืช เป็นที่ยึดเกาะของรากให้พืชทรงตัวอยู่ได้ และเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ยิ่งไปกว่านั้นดินยังเป็นที่มาของปัจจัยสี่สำหรับมนุษย์ ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และที่อยู่อาศัยซึ่งก่อให้เกิดวัฒนธรรมและอารยธรรมของชุมชนต่างๆ มากมาย (Dhayalan, 2016) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil Fertility) คือ สมบัติดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณและอัตราส่วนที่เหมาะสม ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงจะเอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างเพียงพอ ทั้งในด้านขององค์ประกอบ ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุ รวมถึงสถานะของสารอาหารต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในดิน จึงนับเป็นตัวชี้วัดถึงผลิตภาพดิน (Soil Productivity) หรือความสามารถในการให้ผลผลิตของพืช คุณลักษณะความอุดมสมบูรณ์ของดินมีระดับและรูปแบบที่แตกต่างกันซึ่งแปรผันเชิงพื้นที่และเวลาในพื้นที่ พืชต่างชนิดกันอาจจะต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดินต่างกัน ความอุดมสมบูรณ์ของดินถูกกำหนดจากเกณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ความสามารถที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อ การเจริญเติบโตของพืชได้สูง สมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และการมีหรือไม่มีสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ที่จะเป็นพิษต่อกองจำแนกที่ดิน กรมพัฒนาที่ดินได้ระบุว่า การนำผลวิเคราะห์ดินทุกอย่างมาใช้ในการคาดคะเนความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้นเป็นไปได้ยาก จึงมักเลือกเฉพาะสมบัติทางเคมีที่สำคัญ ๆ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และปริมาณธาตุที่เป็นด่างที่ดินดูดยึดไว้ เป็นต้น สมบัติทางเคมีดินเป็นคุณสมบัติของดินซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถจะตรวจสอบได้ด้วยความรู้สึก การเห็นด้วยตา และสัมผัสด้วยมือ แต่ต้องอาศัยวิธีการวิเคราะห์หรือกระบวนการทางเคมีเป็นเครื่องชี้บอก เนื่องจากการปฏิบัติงานด้านเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ทั้งต้นทุน ระยะเวลา และแรงงานที่ต้องใช้ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะการวิเคราะห์ดินรายแปลง การสร้างแบบจำลองการคาดการณ์ในการวินิจฉัยเชิงพื้นที่ของคุณลักษณะความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงเป็นความท้าทายและความก้าวหน้า สำหรับการทำการเกษตรแบบแม่นยำ (Molin and Tavares, 2019; Singh et al., 2018) ทำให้สามารถทำการเกษตรแบบเข้มข้นและแม่นยำยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำการเกษตรแบบแม่นยำต้องมีแผนที่ดินที่มีรายละเอียดมากขึ้นสามารถใช้ในการจัดโซนการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีระยะไกล หรือรีโมทเซนซิง เป็นที่รู้จักในวงกว้างว่าเป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาการตอบสนองของปฏิกิริยาของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับวัตถุภาคพื้นดิน การสะท้อนสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของดินสามารถใช้ในการประมาณค่าสมบัติดินได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ทำลายคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน การใช้ดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศช่วยลดเวลาที่ใช้ในการสำรวจดินการวิเคราะห์ดิน ระยะเวลาการทำแผนที่และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกัน

1.2.2 ศึกษาศักยภาพของข้อมูลสำรวจระยะไกลจากภาพถ่ายเทียมในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกัน

1.3 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน ดำเนินงาน 12 เดือน (ตุลาคม พ.ศ. 2563 - กันยายน พ.ศ. 2564)

1.4 ขอบเขตการศึกษา

การดำเนินการวิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย 4 ด้าน คือ ขอบเขตด้านประชากร ขอบเขตเชิงพื้นที่ ขอบเขตเชิงเนื้อหา และ ขอบเขตเชิงระยะเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร ประชากรที่เป็นเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ ดินตามชุดดินซึ่งสุ่มเก็บใน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอกำแพงแสนและอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก จากพื้นที่ประเภทการใช้ที่ดินที่มีพืชปกคลุม 6 ประเภท ได้แก่ นาข้าว พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น พื้นที่ปลูกไม้ผล ผัก และพื้นที่ไม้ละเมาะ

1.4.2 ขอบเขตเชิงเนื้อหา ครอบคลุม 3 ประเด็นหลัก ได้แก่

1) ศึกษาสมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรียวัตถุ ในพื้นที่ประเภทการใช้ที่ดินที่มีพืชปกคลุม 6 ประเภท ได้แก่ นาข้าว พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น พื้นที่ปลูกไม้ผล ผัก และพื้นที่ไม้ละเมาะ โดยการการสุ่มเก็บข้อมูลจากแปลงของเกษตรกร โดยใช้ผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ

2) ศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าสะท้อนแสงโดยการคำนวณดัชนีพืชพรรณ 3 ชนิด ได้แก่ NDVI NDWI และ NDSI จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เดือนมีนาคม 2564 และเดือนธันวาคม 2564 ในแปลงที่สุ่มเก็บข้อมูล

3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลายเซ็นต์เชิงคลื่นจากการคำนวณดัชนีพืชพรรณกับผลวิเคราะห์ทางเคมีได้จากการสำรวจภาคสนาม

1.4.3 ขอบเขตเชิงระยะเวลา คือ

1) การสำรวจภาคสนาม ทำการสำรวจความถูกต้องระหว่างแผนที่จุดเก็บข้อมูลที่เตรียมไว้กับประเภทการใช้ที่ดิน ณ วันที่เก็บข้อมูล พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งห้องปฏิบัติการ จำนวน 1 ครั้ง ในเดือนมีนาคม 2564

2) การศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าสะท้อนแสงโดยการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel 2 ค่าเฉลี่ยรายเดือน ในเดือนมีนาคม 2564 และเดือนธันวาคม 2564

1.4.4 ขอบเขตเชิงพื้นที่ ครอบคลุมพื้นที่ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก

1.5 สมมติฐานของการศึกษา

1.5.1 ค่าสะท้อนแสงและคาดัชนีพืชพรรณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของวัตถุที่ต่างกันมีค่าที่ต่างกัน

1.5.2 พืชชนิดเดียวกันที่เจริญเติบโตในสภาพดินที่ต่างกันมีการเจริญเติบโตต่างกัน และมีค่าสะท้อนแสง และคาดัชนีพืชพรรณที่ต่างกัน

1.5.3 ค่าสะท้อนแสงและคาดัชนีพืชพรรณของพืชมีความสัมพันธกับการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของพืช

1.6 ขั้นตอนการดำเนินการ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาศักยภาพในการใช้ข้อมูลเทคโนโลยีสำรวจระยะไกลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดปานกลาง Sentinel-2 เพื่อวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดินและสร้างฐานข้อมูลลายเซ็นต์เชิงคลื่นโดยการคำนวณดัชนีพืชพรรณ และศึกษาความสัมพันธ์กับข้อมูลสมบัติทางเคมีดินที่ได้จากการสุ่มเก็บภาคสนามโดยขั้นตอนและวิธีการมีรายละเอียดดังนี้

1.6.1 อุปกรณ์

1. แผนที่เชิงเลขและฐานข้อมูลภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
2. แผนที่เชิงเลขและฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ขอบเขตการปกครองจากกรมการปกครอง
3. แผนที่เชิงเลขและฐานข้อมูลชุดดิน มาตราส่วน 1:25,000 กรมพัฒนาที่ดิน
4. แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาตราส่วน 1:25,000 กรมพัฒนาที่ดิน
5. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2
6. โปรแกรมประมวลผลด้านเทคโนโลยีสำรวจระยะไกล
7. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
8. โปรแกรมวิเคราะห์ทางด้านสถิติ
9. เครื่องมือระบุพิกัดของพื้นที่ (GPS)
10. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และคอมพิวเตอร์พกพา
11. จอบ เสียมและเครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างดิน
12. ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดินและยางรัด
13. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

1.6.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1) รวบรวมและตรวจสอบเอกสารทั้งในรูปของแผนที่ และรายงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมากำหนดแผนการดำเนินงาน

1.2) การเตรียมข้อมูลดาวเทียม เนื่องจากข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel -2 ที่ใช้ในการปฏิบัติงานมีทั้งข้อมูลเชิงเลข (digital data) และ ข้อมูลเชิงภาพ (analog data) การเตรียมข้อมูลดาวเทียมมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.2.1) ดาวน์โหลดข้อมูลและเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel 2 ชนิด COPERNICUS/S2 บริเวณอำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน และอำเภอบางเลน ผ่าน https://code.earthengine.google.com/ ซึ่งค่าที่ได้จะค่าเฉลี่ยรายเดือน เพื่อใช้ในการศึกษาค่าการสะท้อนแสง ลายเซ็นเชิงคลื่น และความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีดินโดยใช้คำสั่ง

```
var sentinel2 = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2");
//var StudyArea = ee.FeatureCollection("geometry");
var StudyArea = ee.FeatureCollection("users/totsanatrtk/StudyArea");
// Filter the image collection using filterBounds() and filterDate() method.
// Sort the collection by cloud cover metadata
// Create the mosaic image and clip it to Study Area boundary
var image_dry = sentinel2
        .filterBounds(Phashe)
        .filterDate('2021-03-01', '2021-03-31')
        .sort('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', false)
        .mosaic()
        .clip(StudyArea);
```

1.2.2) เตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ 3 ชนิด ได้แก่ ดัชนี NDVI ดัชนี GNDVI และ ดัชนี NDII ผ่าน https://code.earthengine.google.com/ โดยใช้คำสั่ง

```
var ndvi = image_dry.normalizedDifference(['B8', 'B4']);
var gndvi= image_dry.normalizedDifference (['B8', 'B3']);
var ndii = image_dry.normalizedDifference(['B8', 'B11']);
```

1.3) การเตรียมฐานข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินและข้มูลชุดดินสำหรับพื้นที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินซ้อนทับกับแผนที่ชุดดิน โดยวิธี identity ในโปรแกรม GIS

2) การคัดเลือกแปลงศึกษา

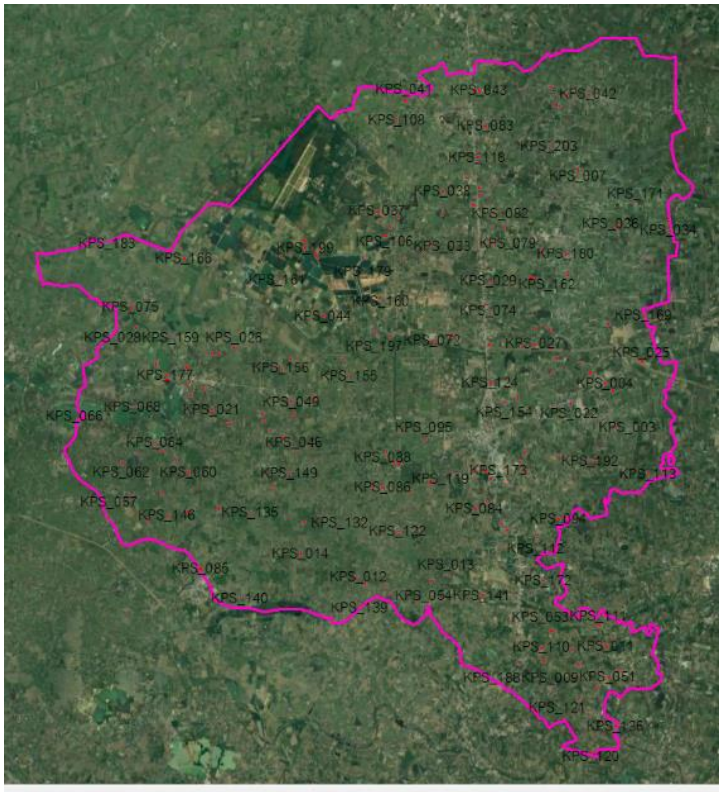
2.1) คัดเลือกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพืชปกคลุมในอำเภอกำแพงแสนและอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก โดยการคัดเลือกแปลงศึกษามีขั้นตอนดังนี้

2.1.1) คัดเลือกแปลงศึกษาโดยการสุ่มเลือกแบบจำเพาะเจาะจงตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุดดิน และเลือกแปลงที่มีขนาด 10-50 ไร่ เพื่อให้ได้แปลงที่มีความแปรปรวนของข้อมูลน้อยที่สุด โดยสุ่มให้กระจายทั่วทั้งอำเภอ เป็นไปตามสัดส่วนของประเภทการใช้ที่ดินและชุดดิน ได้แก่ อำเภอกำแพงแสน (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1) สามารถจัดกลุ่มได้ 6 ประเภทการใช้ที่ดิน และ 6 ชุดดิน รวมแปลงศึกษาทั้งหมด 60 แปลง อำเภอบางเลน (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 2) สามารถจัดกลุ่มได้

6 ประเภทการใช้ที่ดิน และ 6 ชุดดิน รวมแปลงศึกษาทั้งหมด 52 แปลง อำเภอปากพลี (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3) สามารถจัดกลุ่มได้ 5 ประเภทการใช้ที่ดิน และ 5 ชุดดิน รวมแปลงศึกษาทั้งหมด 49 แปลง

ตารางที่ 1 จำนวนจุดเก็บข้อมูลตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุดดิน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

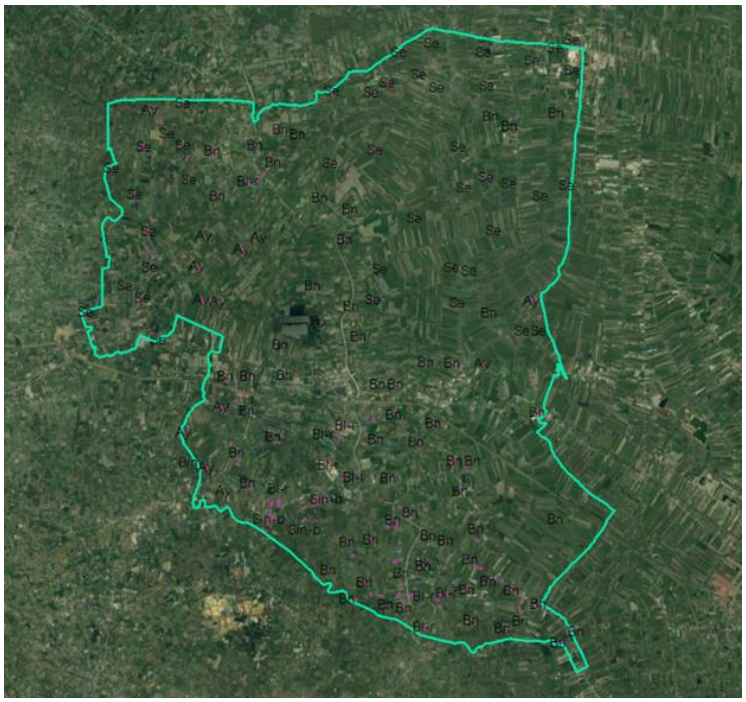
ชุดดิน	ประเภทการใช้ที่ดิน						รวม
	นาข้าว	พืชไร่	ไม้ยืนต้น	ไม้ผล	ผัก	ไม้ละเมาะ	
อยุธยา (Ay)	1	-	-	1	-	-	2
กำแพงแสน (Ks)	6	8	3	7	12	7	43
นครปฐม (Np)	-	1	1	-	-	-	2
สระบุรี (Sb)	2	1	1	1	3	2	10
เสนา (Se)	2	-	-	-	-	-	2
สิงห์บุรี (Sin)	-	-	-	-	1	-	1
รวม	11	10	5	9	16	9	60



ภาพที่ 1 การกระจายตัวของจุดเก็บตัวอย่างดินในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ตารางที่ 2 จำนวนจุดเก็บข้อมูลตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุดดิน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

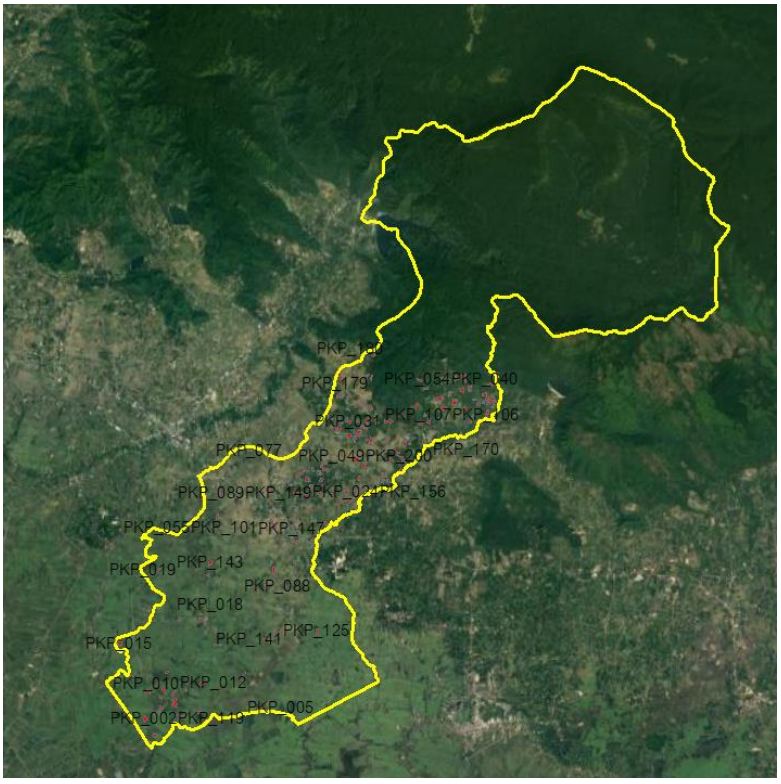
ชุดดิน	ประเภทการใช้ที่ดิน						รวม
	นาข้าว	พืชไร่	ไม้ยืนต้น	ไม้ผล	ผัก	ไม้ละเมาะ	
อยุธยา (Ay)	2	-	-	1	4	1	8
บางปะอิน (Bin)	1	-	-	-	-	-	1
บางเลน (Bl)	-	-	-	1	2	-	3
บางเขน (Bn)	11	1	1	1	9	1	24
เสนา (Se)	3	1	-	1	6	1	12
สิงห์บุรี (Sin)	2	-	-	1	1	-	4
รวม	19	2	1	5	22	3	52



ภาพที่ 2 การกระจายตัวของจุดเก็บตัวอย่างดินในอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

ตารางที่ 3 จำนวนจุดเก็บข้อมูลตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและชุดดิน อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก

ชุดดิน	ประเภทการใช้ที่ดิน					รวม
	นาข้าว	ไม้ยืนต้น	ไม้ผล	ผัก	ไม้ละเมาะ	
กบินทร์บุรี (Kb)	-	-	-	-	1	1
แกลง (Kl)	4	8	6	1	11	30
มหาโพธิ์ (Ma)	1	-	-	-	-	1
รังสิต (Rs)	9	1	1	1	3	15
ตรัง (Tng)	-	1	-	-	1	2
รวม	14	10	7	2	16	49



ภาพที่ 3 การกระจายตัวของจุดเก็บตัวอย่างดินในอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก

2.1.2) การเก็บข้อมูลภาคสนาม ทำการเก็บข้อมูลทั้ง 3 อำเภอ 1 ครั้ง ในเดือนมีนาคม 2564 ได้แก่

1) การสำรวจตรวจสอบรายละเอียดสภาพการใช้ที่ดินภาคสนามในพื้นที่จริง พร้อมแก้ไขรายละเอียดให้มีความถูกต้องตรงกับสภาพปัจจุบัน

2) เก็บตัวอย่างดินแปลงละ 3 จุดแล้วนำมาคลุกเคล้ารวมกันแล้วส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้การวิเคราะห์แบบ 1:1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้การวิเคราะห์แบบ EC 1:5 และ ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

3) นำเข้าข้อมูลภาคสนามและการสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS database) เป็นการจัดทำข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) ของข้อมูลจากภาคสนาม และข้อมูลแผนที่จากส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยการนำเข้าในระบบสารสนเทศด้วยโปรแกรมวิเคราะห์และประมวลผลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังนี้

3.1) การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นการนำเข้าข้อมูลในรูปแผนที่
ซึ่งมีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อใช้วิเคราะห์และประมวลผลเชิงพื้นที่

3.2) การสร้างฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เป็นการนำเข้าข้อมูลด้านคุณลักษณะต่างๆ ของแผนที่และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเชิงพื้นที่ เช่น ประเภทการใช้ที่ดิน เนื้อที่ คำอธิบายต่างๆ เป็นต้นเพื่อทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ประเภท เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลในระบบสารสนเทศต่อไป

4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลค่าการสะท้อนแสงกับข้อมูลภาคสนาม โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ regression model โดยพิจารณาค่าความสัมพันธ์จากค่า p-value และ r-square โดยใช้โปรแกรมประมวลผลทางสถิติ

5) สรุปผลและจัดทำรายงาน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

บทที่ 2
ข้อมูลทั่วไป

2.1 ข้อมูลทั่วไปอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต อำเภอกำแพงแสนตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัด มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียง ดังนี้ (เครือวัลย์ และคณะ, มปป.; สำนักงายพัฒนาชุมชนอำเภอกำแพงแสนม มปป.)

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอบางเลนและอำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม
ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม และอำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอเป็นที่ราบลุ่มเนื้อที่ 211,646.57 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 83.60 ของเนื้อที่อำเภอ และเป็นพื้นที่ราบ 41,691.56 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.40 ของเนื้อที่อำเภอ (เครือวัลย์ และคณะ, มปป.)

2.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ สภาพอากาศของอำเภอกำแพงแสนจัดอยู่ในประเภทฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดูหรือภูมิอากาศแบบร้อนชื้นสลับแห้งแล้ง สภาพอากาศโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับอิทธิพลของลมมรสุม ฤดูฝนจึงมีฝนตกชุก ฤดูร้อนอากาศค่อนข้างร้อน ส่วนฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด สภาพอากาศโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับอิทธิพลของลมมรสุม ฤดูฝนจึงมีฝนตกชุก ฤดูร้อนอากาศค่อนข้างร้อน ส่วนฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด (องคการบริหารสวนตำบลทุงบัว, 2563; องค์การบริหารส่วนตำบลวังน้ำเขียว, 2564) ซึ่งรายละเอียดสภาพภูมิอากาศของอำเภอกำแพงแสนอ้างอิงจากสถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศ จังหวัดนครปฐม ระหว่าง พ.ศ. 2533–พ.ศ.2564 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 สถิติภูมิอากาศอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2533-2564

เดือน	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	การระเหยและการคายน้ำอ้างอิง (มม.)	ปริมาณฝนใช้การ (มม.)
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย					
ม.ค.	19.6	31.0	25.0	76.0	4.0	1.3	107.0	4.0
ก.พ.	21.8	33.6	27.3	75.0	9.2	1.2	118.2	9.1
มี.ค.	23.8	35.3	29.1	74.0	38.3	3.2	149.4	36.0
เม.ย.	24.8	36.4	30.2	74.0	43.4	4.4	157.8	40.4
พ.ค.	25.0	35.7	29.7	77.0	124.8	13.0	148.5	99.9
มิ.ย.	24.8	34.5	29.0	79.0	116.1	14.5	127.5	94.5
ก.ค.	24.4	33.8	28.5	79.0	92.2	15.5	121.2	78.6
ส.ค.	24.3	33.7	28.4	80.0	111.7	17.1	121.5	91.7
ก.ย.	24.4	33.5	28.2	82.0	220.6	19.2	118.8	142.7
ต.ค.	23.9	32.5	27.7	84.0	209.6	15.2	115.0	139.3
พ.ย.	22.3	31.6	26.7	79.0	39.1	5.0	107.1	36.7
ธ.ค.	20.0	30.5	25.0	76.0	10.0	1.6	104.8	9.8
เฉลี่ย	23.3	33.5	27.9	77.9	-	-	-	-
รวม	-	-	-	-	1,019.0	111.2	1,496.7	782.7

หมายเหตุ : * จากการคำนวณโดยโปรแกรม Cropwat for Windows Version 8.0 (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1, 2564)

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2563) อ้างอิงใน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 (2564)

2.2 ข้อมูลทั่วไปอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

2.2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต อำเภอบางเลนเป็นอำเภอที่อยู่ไกลจากที่ตั้งจังหวัดมากที่สุด โดยตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัด มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียง ดังนี้ (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอบางเลน, 2559)

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอสองพี่น้อง (จังหวัดสุพรรณบุรี) และอำเภอลาดบัวหลวง (จังหวัดพระนครศรีอยุธยา)

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอลาดบัวหลวง (จังหวัดพระนครศรีอยุธยา) และอำเภอไทรน้อย (จังหวัดนนทบุรี)

ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอพุทธมณฑลและอำเภอนครชัยศรี

ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอดอนตูมและอำเภอกำแพงแสน

2.2.2 ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป เป็นที่ราบเรียบ มีความลาดเทเล็กน้อยจากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีแม่น้ำท่าจีนและคลองอีกหลายคลองไหลผ่าน เหมาะสมกับการทำการเกษตรกรรม ความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 2 – 3 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1, 2555)

2.2.3 ลักษณะภูมิอากาศ สภาพอากาศของอำเภอบางเลนจัดอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นสลับแล้ง (tropical wet and dry climate) ตามการจำแนกภูมิอากาศตามแบบของ KOPPEN (KOPPEN's classification) ในเขตนี้จะมีฤดูฝนและฤดูแล้งแตกต่างกันอย่างชัดเจนสามารถแบ่งได้ 3 ฤดู คือ ฤดูร้อนเริ่ม ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฤดูฝนเริ่มประมาณเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน โดยฤดูนี้จะเริ่มมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมชื้นพัดปกคลุมทำให้ฝนตกแพร่กระจายตามร่องมรสุมประกอบกับร่องความกดอากาศต่ำ (depression) พาดผ่านทางทิศตะวันออกทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกโดยเฉพาะในเดือนกันยายนอากาศจะชุ่มชื้น ส่วนฤดูหนาวเริ่มประมาณเดือนเดือนตุลาคมถึงมกราคม โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อากาศจะหนาวเย็นสลับกับอากาศร้อน ซึ่งรายละเอียดสภาพภูมิอากาศของอำเภอบางเลนอ้างอิงจากสถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศ จังหวัดนครปฐม ระหว่าง พ.ศ. 2533–พ.ศ.2564 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 สถิติภูมิอากาศอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2533-2564

เดือน	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	การระเหยและการคายน้ำอ้างอิง (มม.)	ปริมาณฝนใช้การ (มม.)
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย					
ม.ค.	19.6	31.0	25.0	76.0	4.0	1.3	107.0	4.0
ก.พ.	21.8	33.6	27.3	75.0	9.2	1.2	118.2	9.1
มี.ค.	23.8	35.3	29.1	74.0	38.3	3.2	149.4	36.0
เม.ย.	24.8	36.4	30.2	74.0	43.4	4.4	157.8	40.4
พ.ค.	25.0	35.7	29.7	77.0	124.8	13.0	148.5	99.9
มิ.ย.	24.8	34.5	29.0	79.0	116.1	14.5	127.5	94.5
ก.ค.	24.4	33.8	28.5	79.0	92.2	15.5	121.2	78.6
ส.ค.	24.3	33.7	28.4	80.0	111.7	17.1	121.5	91.7
ก.ย.	24.4	33.5	28.2	82.0	220.6	19.2	118.8	142.7
ต.ค.	23.9	32.5	27.7	84.0	209.6	15.2	115.0	139.3
พ.ย.	22.3	31.6	26.7	79.0	39.1	5.0	107.1	36.7
ธ.ค.	20.0	30.5	25.0	76.0	10.0	1.6	104.8	9.8
เฉลี่ย	23.3	33.5	27.9	77.9	-	-	-	-
รวม	-	-	-	-	1,019.0	111.2	1,496.7	782.7

หมายเหตุ : * จากการคำนวณโดยโปรแกรม Cropwat for Windows Version 8.0 (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1, 2564ก)

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2563) อ้างอิงใน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 (2564ก)

2.3 ข้อมูลทั่วไปอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก

2.3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต อำเภอปากพลีตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัด ที่อยู่ที่ว่าการอำเภอปากพลี ตั้งอยู่ริมถนนสุวรรณศร ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 33 บ้านท่าแดง หมู่ที่ 3 ตำบลเกาะหวาย อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายกมีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียงดังนี้ (สำนักงานจังหวัดนครนายก, มปป.)

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอเมืองนครนายก อำเภอปากช่อง (จังหวัดนครราชสีมา) และอำเภอประจันตคาม (จังหวัดปราจีนบุรี)

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอประจันตคามและอำเภอเมืองปราจีนบุรี (จังหวัดปราจีนบุรี)

ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอเมืองปราจีนบุรี อำเภอบ้านสร้าง (จังหวัดปราจีนบุรี) และอำเภอเมืองนครนายก

ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอเมืองนครนายก

2.3.2 ลักษณะภูมิประเทศ สภาพโดยทั่วไปเป็นที่ราบ ทางตอนเหนือและตะวันออกเป็นภูเขาสูงชัน ส่วนหนึ่งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งเป็นเขตรอยต่อกับอีก 3 จังหวัด ได้แก่ สระบุรี นครราชสีมา และปราจีนบุรี มีเทือกเขาติดต่อกับเทือกเขาดงพญาเย็น มียอดเขาสูงที่สุดของจังหวัด คือ ยอดเขาเขียว มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,351 เมตร ส่วนทางตอนกลางและตอนใต้เป็นที่ราบลุ่มเชิงเขา เป็นที่ราบอันกว้างใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของที่ราบสามเหลี่ยมลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาที่เรียกว่า ที่ราบกรุงเทพ (Bangkok Plain) ลักษณะดินเป็นดินปนทรายและดินเหนียวเหมาะแก่การ ทำนา ทำสวนผลไม้ และการอยู่อาศัย ซึ่งติดกับจังหวัดฉะเชิงเทราและปทุมธานี มีฝนตกชุกในฤดูฝนและมีน้ำท่วมขังทุกปี พื้นที่มีปัญหาดินเปรี้ยว มีแหล่งน้ำธรรมชาติประกอบด้วยคลอง หนอง บึงขนาดเล็ก มีอยู่ทั่วไป แต่ไม่สามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชในฤดูแล้งได้ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครนายก, มปป.; องค์การบริหารส่วนตำบลปากพลี, มปป.)

2.3.3 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพอากาศของอำเภอปากพลี อ้างอิงตามสภาพอากาศจังหวัดนครนายก อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดปกคลุมประเทศไทย 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ลมนี้พัดพาความ หนาวเย็นจากประเทศจีนเขามาสู่ประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดนครนายกประสบกับสภาวะอากาศ หนาวเย็นและแห้งแล้ง ส่วนมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดปกคลุมในช่วงฤดูฝนประมาณ กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่และเปนลมที่พัดผ่านทะเลนำความชื้นและไอน้ำเขาสูจังหวัด ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกโดยทั่วไป ซึ่งรายละเอียดสภาพภูมิอากาศของอำเภอปากพลีซึ่งอ้างอิงจากสถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศ จังหวัดนครนครนายก ระหว่าง พ.ศ.2533–พ.ศ.2562 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สถิติภูมิอากาศอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก พ.ศ. 2533-2562

เดือน	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	การระเหยและการคายน้ำอ้างอิง* (มม.)	ปริมาณฝนใช้การ* (มม.)
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย					
ม.ค.	21.3	33.3	26.9	65.0	8.3	1.5	77.8	8.2
ก.พ.	23.0	35.0	28.4	67.0	14.7	2.0	70.3	14.4
มี.ค.	24.6	36.3	29.7	70.0	53.7	5.3	81.5	49.1
เม.ย.	25.5	36.9	30.3	73.0	104.9	8.5	81.6	87.3
พ.ค.	25.7	35.7	29.7	78.0	205.3	15.3	81.5	137.9
มิ.ย.	25.4	34.3	29.1	81.0	223.3	18.1	75.3	143.5
ก.ค.	25.1	33.5	28.6	82.0	270.1	20.1	75.3	152.0
ส.ค.	25.0	33.2	28.4	82.0	349.8	22.3	75.0	160.0
ก.ย.	24.9	33.1	28.3	83.0	365.8	21.3	69.9	161.6
ต.ค.	24.8	33.2	28.3	77.0	155.4	13.5	76.3	116.8
พ.ย.	23.4	33.2	27.9	68.0	26.5	3.7	84.3	25.4
ธ.ค.	21.5	32.6	26.7	63.0	3.6	1.0	90.5	3.6
รวม	-	-	-	-	1,781.4	132.6	939.1	1,059.8
เฉลี่ย	24.2	34.6	28.5	74.1	-	-	-	-

หมายเหตุ : * จากการคำนวณโดยโปรแกรม Cropwat for Windows Version 8.0 (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1, 2564ก)

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2563) อ้างอิงใน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 (2564ก)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

บทที่ 3
ตรวจเอกสาร

3.1 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (soil fertility) หมายถึง ความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือเมื่อธาตุอาหารในดินที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณที่พอเหมาะและสมดุล จะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดี การรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงถือเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง โดยเฉพาะในพื้นที่ทำการเพาะปลูกทางการเกษตรเพื่อการค้า การใช้ประโยชน์ที่ดินจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย ทั้งเกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง เห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุลดลง ส่งผลให้ดินมีความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารพืชในดินลดลง ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง ความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้น ความพรุนของดินลดลง นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนสภาพป่าเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรส่งผลต่อระบบการหมุนเวียนธาตุอาหารซึ่งสะสมอยู่ในรูปมวลชีวภาพของพืช และเมื่อมีการนำผลผลิตออกไปจากพื้นที่ ทำให้สูญเสียธาตุอาหารไปด้วยส่งผลให้ระบบสำรองธาตุอาหารพืชลดลง และในบางกรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้ดินมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดจากการจัดการดินส่งผลให้ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือบางพื้นที่มีการสูญเสียหน้าดินจากการชะล้างพังทลาย และการปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลานานโดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินก็ล้วนแต่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงผลิตภาพดิน (soil productivity) ซึ่งเป็นความสามารถของดินในการให้ผลผลิตพืชภายใต้การจัดการแบบหนึ่งหรือระบบหนึ่ง (กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, มปป.) คุณลักษณะความอุดมสมบูรณ์ของดินมีระดับและรูปแบบที่แตกต่างกันของความแปรผันเชิงพื้นที่และเวลาในพื้นที่การเกษตร ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นสภาพความเหมาะสมของดินที่จะใช้ปลูกพืชชนิดหนึ่งชนิดใดให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี พืชต่างชนิดกันอาจจะต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดินต่างกัน ความอุดมสมบูรณ์ของดินถูกกำหนดจากเกณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ความสามารถที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้สูง คุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และการมีหรือไม่มีสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ที่จะเป็นพิษต่อพืช การปลูกพืชซ้ำในดินเดิมอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน จะทำให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปอย่างรวดเร็ว ดินจะแข็ง ไม่ร่วนซุย ดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้น้อยลง และที่สำคัญคือจะทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีไม่ได้รับผลดีเท่าที่ควร การใช้ปุ๋ยเคมีที่ได้ผล จะต้องใช้ควบคู่ไปกับการปรับปรุงบำรุงดิน หากใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ทำให้ผลผลิตลดลง ต้องใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้น เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตให้สูงขึ้น การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นการประเมินความสามารถที่ดินจะให้ธาตุอาหารแก่พืช ส่วนหนึ่งเป็นการประเมินสถานภาพหรือคุณสมบัติที่ส่งผลหรือ

เกี่ยวข้องกับ ซึ่งการประเมินความสมบูรณ์ของดินว่ามีปริมาณธาตุอาหารพืชมากน้อยแค่ไหนสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การสังเกตลักษณะอาการที่พืชแสดงออก (Symptom of plant) การวิเคราะห์พืช (Plant analysis) การทดสอบทางชีวภาพ (Biological test) และการวิเคราะห์ดิน (Soil analysis) ซึ่งการนำผลวิเคราะห์ดินทุกอย่างมาใช้ในการคาดคะเนความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้นเป็นไปได้ยาก จึงมักเลือกเฉพาะสมบัติทางเคมีที่สำคัญ ๆ เท่านั้น ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter: OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus: P) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Potassium: K) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity: CEC) และปริมาณธาตุที่เป็นด่างที่ดินดูดยึดไว้ (Base Saturation: BS) สมบัติทางเคมี เป็นคุณสมบัติของดินซึ่งเป็นสิ่งที่เราไม่สามารถจะตรวจสอบได้ด้วยความรู้สึกจากการเห็นด้วยตา และสัมผัสด้วยมือ แต่จะต้องอาศัยวิธีการวิเคราะห์ หรือกระบวนการทางเคมีเป็นเครื่องชี้บอก เช่น ค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และค่าการนำไฟฟ้าของดิน เป็นต้น (ลาวรรณ์ และคณะ, 2556; ประคัลภ์ และคณะ, 2557; กองวิจัยและพัฒนาการจัดการดิน, มปป.; ปิยพร และคณะ, มปป.)

3.1.1 ค่าปฏิกิริยาดิน เป็นการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน มีความสำคัญต่อการปลูกพืชมากเพราะเป็นตัวควบคุมการละลายธาตุอาหารในดิน ออกมาอยู่ในสารละลายหรือน้ำในดิน ถ้าดินมีความเป็นกรดเป็นด่างไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินอาจจะละลายออกมาได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือในทางตรงกันข้าม ธาตุอาหารบางชนิดอาจจะละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชได้ สำหรับพืชทั่วๆไปมักจะเจริญเติบโตในช่วงค่าเป็นกรดเป็นด่าง 6-7 ถ้าดินมีค่าเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่า 7 แสดงว่าดินนั้นเป็นดินกรด ยิ่งมีค่าน้อยกว่า 7 มาก ก็จะเป็นกรดมาก แต่ถ้าดินมีค่าเป็นกรดเป็นด่างมากกว่า 7 จะเป็นดินด่าง สำหรับดินที่มีค่าเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7 พอดีแสดงว่าดินเป็นกลาง แต่โดยปกติแล้วค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินทั่วไปจะอยู่ในช่วง 5 ถึง 8 (กองสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, มปป.) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน สามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่างในภาคสนามโดยใช้ชุดตรวจสอบชนิดใช้น้ำยาเปลี่ยนสีตรวจสอบ เรียกว่า pH Test Kit หรือชุดตรวจสอบ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ทั้งนี้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกอยู่ในดิน แต่จะขอกล่าวโดยสรุปเป็นสังเขปเท่านั้นความเป็นกรดของดินจะมีสภาพเหมือนกับกรดอย่างอ่อน เช่น กรดน้ำส้มสายชู ตัวที่แสดงความเป็นกรดคือ ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญทางเคมีของ ดิน กล่าวคือ ทำให้มีการละลายตัวของธาตุหรือสารต่างๆ ในดินออกมาบ้างก็เป็นประโยชน์ บ้างก็อาจเป็นพิษต่อพืช เช่น ถ้าดินเป็นกรดรุนแรง จะทำให้มีธาตุพวกอะลูมิเนียม แมงกานีส และเหล็ก ละลายออกมาอยู่ในน้ำ ในดินมากเกินไป จนเกิดเป็นพิษขึ้นกับพืชที่ปลูกได้ แมงกานีส และเหล็ก แม้จะเป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญ แต่พืชต้องการในปริมาณน้อย ถ้ามีสะสมอยู่ในดินมากจนเกินไป ก็จะเกิดเป็นพิษขึ้นกับพืชได้ ดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า ๔.๕ ลงไปเรามักพบปัญหาดังกล่าวข้างต้น ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดินที่พืชจะดึงดูดเอาไปใช้ได้ง่ายและมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับสภาพหรือระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เป็นอย่างมาก ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินจะคงสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่าย และมีปริมาณมากที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างช่วงหนึ่ง ถ้าดินมี

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำกว่าช่วงนั้นๆ ก็เปลี่ยนสภาพเป็นรูปที่ยากที่พืชจะดึงดูดเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ธาตุฟอสฟอรัส จะอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชดึงดูดไปใช้ได้ง่าย เมื่อดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง ๖.๐-๗.๐ ถ้าดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง หรือต่ำกว่าช่วงนี้ ความเป็นประโยชน์ของธาตุ ฟอสฟอรัสในดินก็ลดน้อยลง เพราะไปทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดินได้ง่ายขึ้น และแปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ปุ๋ยฟอสเฟต ที่เราใส่ลงไปในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้มากที่สุดก็เมื่อดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงดังกล่าว ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อ พืชทั้งหมด แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดิน แปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากเสียกว่า ๘๐% ซึ่งเราเรียกว่า ฟอสเฟตถูกตรึง ปุ๋ยฟอสเฟตจะถูกตรึงได้ง่ายและมากขึ้นไปกว่านี้ได้อีก ถ้าดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำกว่าช่วงค่าความเป็นกรดเป็นด่างดังกล่าวข้างต้น ธาตุอาหารพืชพวกจุลธาตุ (micronutrients) เช่น สังกะสี เหล็ก แมงกานีส โบรอน เป็นต้น จะละลายออกมาอยู่ในสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่าย และมีอยู่ในดินอย่างพอเพียงกับความต้องการของพืช เมื่อดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็นกรดอย่างอ่อน ถึงกรดปานกลางมากกว่าเมื่อดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นกลาง หรือเป็นด่าง แต่ในทางตรงกันข้ามธาตุอาหารโมลิบดินัม จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีขึ้น ถ้าดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นกลางถึงด่างอย่างอ่อน อย่างไรก็ตามเมื่อสรุปความเสียเปรียบ และได้เปรียบ ระหว่างความเป็นกรด และเป็นด่างของดินแล้ว ดินที่เหมาะสำหรับปลูกพืชควรจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงเป็นกรดอย่างอ่อน ถึงเป็นกรดปานกลาง ความสำคัญของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินยังเกี่ยวข้องอยู่กับการทำงานที่เป็นประโยชน์ของจุลินทรีย์ต่างๆ ในดินด้วย ปกติสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ในดินจะเน่าเปื่อยผุพังได้ก็โดยที่มีจุลินทรีย์ต่างๆ เข้าย่อยทำลาย ขณะที่สารอินทรีย์พวกนี้กำลังสลายตัว ก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ออกมา ซึ่งรากพืชสามารถดึงดูดไปใช้ได้ พวกปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก เมื่อใส่ลงไปในดินแล้ว ทำให้พืชงอกงามดีขึ้นนั้น ก็เนื่องจากจุลินทรีย์พวกนี้เข้าย่อยและทำให้ปุ๋ยคอกสลายตัว และปลดปล่อยธาตุอาหาร ออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชอีกทีหนึ่ง การที่ปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ช้ากว่าปุ๋ยเคมี ก็เนื่องด้วยเหตุที่ปุ๋ยคอกต้องรอให้จุลินทรีย์เข้าย่อยให้สลายตัวเสียก่อน ซึ่งผิดกับปุ๋ยเคมี เมื่อละลายน้ำแล้ว พืชก็สามารถดึงดูดเอาธาตุอาหารจากปุ๋ยไปใช้ได้ทันที จุลินทรีย์ต่างๆ ที่เข้าย่อยสลายปุ๋ยคอก และสารอินทรีย์ต่างๆ ตลอดจนฮิวมัสในดินนั้น จะทำงานได้เต็มที่ และมีประสิทธิภาพ เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง ๖-๗ ถ้าดินเป็นกรดรุนแรงถึงกรดรุนแรงมาก จุลินทรีย์ในดินจะทำงานได้ช้าลง ปุ๋ยคอก และสารอินทรีย์ในดินจะสลายตัว และเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ช้ามาก เมื่อดินเป็นกรดรุนแรง และกรดรุนแรงมากนั้น มักจะพบว่า พืชที่ปลูกไม่เจริญเติบโต และงอกงามเท่าที่ควร เราสามารถแก้ไขดินที่เป็นกรดมากจนเกินไปนี้ (ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า ๕.๐) ให้มีระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นได้ โดยการใส่สารประกอบพวกปูนขาว (Ca(OH2)) หินปูนที่บดละเอียดเป็นฝุ่น (CaCO3) และปูนมาร์ล (marl) ซึ่งเป็นสารประเภทเดียวกันกับหินปูน สารประกอบพวกนี้ เมื่อใส่ลงไปในดิน จะมีฤทธิ์เป็นด่าง และจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับกรด ทำให้สารพวกกรดในดินลดน้อยลง และมีสารพวกด่างสูงขึ้น

การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) เป็นการวิเคราะห์ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction) ซึ่งหมายถึง ความเป็นกรด (acidity) หรือความเป็นด่าง (alkalinity) ของดิน ปกติมักใช้บอกความเป็นกรด-ด่างด้วยค่าที่เรียกว่า พีเอช หรือนิยมเขียนสัญลักษณ์เป็นภาษาอังกฤษ pH ความหมายของค่าพีเอชนี้ขออธิบายดังนี้ ช่วงของพีเอชของดินโดยทั่วไป จะมีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 3.0-9.0 ค่า pH 7.0 บอกถึงสภาพความเป็นกลางของดิน กล่าวคือ ดินมีตัวที่ทำให้เป็นกรด และตัวที่ทำให้เป็นด่างอยู่เป็นปริมาณเท่ากันพอดี ค่าที่ต่ำกว่า 7.0 เช่น 6.0 บอกสภาพความเป็นกรดของดิน ในกรณีนี้เมื่อดินมี pH 6.0 เราก็จะทราบว่า ดินเป็นกรดอย่างอ่อน มีสภาพเป็นกรดมากกว่าดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0 หรือเป็นกลาง สิบเท่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินยิ่งลดลงเท่าใด สภาพความเป็นกรดก็รุนแรงยิ่งขึ้นเท่านั้น ดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.0 จะเป็นกรดมากกว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0 สิบเท่า และมากเป็น 100 เท่าของดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0 แต่ละค่าของค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ต่างกันหนึ่งหน่วย จะบอกความเป็นกรดที่แตกต่างกันสิบเท่า เช่นเดียวกับดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 7.0 ก็จะบอกสภาพความเป็นด่างของดิน ยิ่งมีค่าสูงกว่า 7.0 เท่าใด ความเป็นด่างก็ยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น และจะเป็นด่างมากขึ้นเป็นสิบเท่าต่อความแตกต่างกันหนึ่งหน่วยของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นกรด (acidity) หรือความเป็นด่าง (alkalinity) ของดิน เป็นสมบัติที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อขบวนการทางเคมีและชีวภาพในดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ความเป็นกรดหรือความเป็นด่างของดินเกี่ยวข้องกับ hydrogen ion (H^+) และ hydroxylion (OH^-) ในสารละลายดิน (soil solution) โดยปกติในสารละลายดินจะมีไอออนทั้งสองชนิดนี้ ซึ่งการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดินนิยมวัดเป็นค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เรียกว่ามาตราพีเอช (pH Scale) ถ้ามี $H^+ > OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด เรียกดินกรดถ้ามี $H^+ < OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง เรียกดินด่าง และถ้ามี $H^+ = OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกลาง เรียกดินเป็นกลางซึ่งแหล่งที่มาที่สำคัญของ H+ ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นกรดในดิน ได้แก่

H^+ จากกรดในดิน เช่น H_2CO_3, HNO_3, H_2SO_4 และกรดอินทรีย์ต่างๆ ดังเช่น

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H+ + SO_4^{=}$$

H^+ ที่เกิดจาก Al^{3+} และ Fe^{3+} ในสารละลายดิน เช่น

$$Al^{3+} + H_2O \; Al(OH)_3 + 3H^+$$

แหล่งที่มาที่สำคัญของ OH^- ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นด่างนั้น ได้แก่ OH^- ที่เกิดจาก basic cations เช่น Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ และ Na^+ เมื่ออยู่ในสารละลายดิน การวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดิน นิยมวัดออกมาเป็นค่าของ pH แทนการบอกเป็นค่าความเข้มข้นของ H^+ หรือ OH^- ในสารละลาย ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย “ผลคูณของความเข้มข้นของ H^+ และ OH^- จะมีค่าคงที่เท่ากับ 10-14 M ” ดังนั้น การวัดความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลาย จึงนิยมวัดเฉพาะความเข้มข้นของ H+ (active acidity) เท่านั้น โดยที่

$$pH = -\log 10[H+]$$

เมื่อ [H+] คือความเข้มข้นของ H+ ในสารละลาย มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตรการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ในห้องปฏิบัติการทดลอง วัดด้วยเครื่อง pH meter หลักการเหมือนกับการวัดค่าความเป็นกรด

เป็นด่าง โดยทั่วไป แต่การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน สามารถวัดในสารละลายได้หลายชนิด เช่น วัดในน้ำ ในสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หรือในสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ การเลือกวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในแต่ละชนิดของสารละลายแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำข้อมูลไปใช้ เพราะการใช้สารละลายต่างชนิดกัน จะเป็นตัวชี้บอกคุณสมบัติบางอย่างของดินนั้น โดยทั่ว ๆ ไป เมื่อ ต้องการทราบเพียงว่าดินมี pH เป็นกรดหรือด่าง การวัดใช้วัดในน้ำในอัตราส่วนของดินต่อน้ำต่าง ๆ กัน ดินตั้งแต่อัตราส่วน 1:1 ;1:2 ;1:2.5 ;1:5 ผู้วัดจะเลือกใช้อัตราส่วนใดก็ได้ แต่มีข้อสังเกตว่าปริมาณสัดส่วนของน้ำที่ต่างกันจะมีผลต่อค่า pH ที่วัดได้ ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน โดยทั่วไปมักใช้สัดส่วนของดินต่อน้ำเป็น 1:1 หรือ 1:2 โดยมีวิธีการดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

- การวัด pH ในน้ำ อัตราสวน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w)

ชั่งดิน 20 กรัม ใสในบีกเกอรพลาสติก. เติมน้ำกลั่น 20 มล. คนใหเขากันดวยแทงแกวเปนระยะ ๆ ใหบอยครั้งในระยะ 30 นาทีแรก หลังจากนั้นตั้งทิ้งไวอีก 30 นาที จึงวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของดินในสวนที่เปนน้ำใสดวย pH meter หรือใชชอนตวงตักดินและตวงน้ำแทนการชั่งดินเพื่อวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (1:1, v/v) ก็ได

- การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ใน 1 M KCl อัตราสวน ดิน : น้ำ = 1:1

ทำเชนเดียวกับการวัดคาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในน้ำ แตใช 1 M KCl แทนน้ำกลั่น

- การวัด pH ใน 0.01 M $CaCl_2$ อัตราสวน ดิน: น้ำ = 1:2

ชั่งดิน 20 กรัม ใสในบีกเกอรพลาสติก เติมสารละลาย 0.01 M $CaCl_2$ 40 มล. คนใหเขากันดวยแทงแกวเปนระยะ ๆ ใหบอยครั้งในระยะ 30 นาทีแรก หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว 30 นาที จึงวัด pH ของดินในสวนที่เปนน้ำใส ดวย pH meter

ขอเสนอแนะ

- การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของสารละลายดินดวย pH meter ตองคำนึงถึงสัดส่วนของดินตอน้ำ การมีเกลือตางๆ ละลายอยูในสารละลายดิน

- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของดิน เมื่อวัดในสารละลาย KCl และ $CaCl_2$ จะมีค่าน้อยกวาเมื่อวัดในน้ำในอัตราสวน 1:1

- CO_2 ในอากาศมีผลกระทบตอการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในน้ำได เพราะ CO_2 ในอากาศสามารถละลายในน้ำ กรณีที่เปนงานที่ตองการความถูกตองมากเปนพิเศษ ตองปองกันดวยการปด beaker ที่ใชผสมตัวอยางดินกับน้ำไวกอนการวัด

- กอนวัดคา pH ของสารละลายดิน จะตองเตรียมเครื่อง pH meter ใหพรอมที่จะทำงานเสียกอน โดยการวัด Standard buffer solution 7.0 และ 4.0 ปรับเครื่องอานคา pH เปน 7.0 และ 4.0

- ในกรณีที่ดินเปนดางสูง คือมี pH สูงกวา 7.5 ใหใช Standard buffer solution 7.0 และ 10.0

- เครื่อง pH meter ที่ใชงานเสร็จแล้ว ควร Stand by ไว้ ไม่ควรปิดเครื่องเลย และ electrode ควรแช่อยู่ในสารละลายตามคำแนะนำของวิธีการใช้ electrode แต่ละยี่ห้อแต่ละรุ่น

- สารละลายที่ใช้เติมใน electrode ควรซื้อตามคำแนะนำของบริษัทที่ขาย electrod เนื่องจากแต่ละยี่ห้อแต่รุ่นใช้สารละลายที่เติมไม่เหมือนกัน

ซึ่งการจัดระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดินในน้ำแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การจัดระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดินในน้ำ

ระดับ	ช่วง pH_{water}, 1:1
กรดรุนแรงมากที่สุด	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5 – 4.4
กรดจัดมาก	4.5 – 5.0
กรดจัด	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย	6.1 – 6.5
เป็นกลาง	6.6 – 7.3
ด่างอ่อน	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง	7.9 – 8.4
ด่างจัด	8.5 – 9.0
ด่างจัดมาก	> 9.0

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

3.1.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547)

ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) เป็นค่าที่ใช้ประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ในดิน เกลือที่ละลายได้มีหลายชนิด บางชนิดละลายได้ดี เช่น NaCl, $CaCl_2$, $NaHCO_3$ และ Na_2SO_4 เป็นต้น บางชนิดละลายได้เพียงบางส่วน เช่น $CaSO_4$ และใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินอีกด้วยมีหน่วยเป็นเดซิซีเมนส์ต่อเมตร (dS/m) ค่าการนำไฟฟ้าของดินของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่าค่าการนำไฟฟ้าของดิน คือ 25 องศาเซลเซียส ค่าการนำไฟฟ้าของดินแต่ละชนิดซึ่งการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินนี้สามารถใช้ประเมินระดับความเค็มของดิน ซึ่งดินเค็ม คือ ดินที่มีเกลือที่ละลายได้ในสารละลายดินปริมาณมาก จนกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยทั่วไปค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในดินเค็มซึ่งสกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำเท่ากับ 4 หรือสูงกว่า 4 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (หรือ มิลลิโมล์ต่อเซนติเมตร) พืชที่ไวต่อความเค็มจะเป็นอันตรายเมื่อความเค็ม ของดินมีคาสูงกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร แต่พืชที่ทนเค็มได้จะมีการเจริญเติบโตลดลง เมื่อความเค็มของดิน มีค่าสูงกว่า 8 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ดินที่มีความเข้มข้นของเกลืออยู่มาก จะมีความเค็มสูง และอาจทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ เต็มที่หรืออาจทำให้พืชตายได้ อันตรายของความเค็มนั้นก็เนื่องมาจากเมื่อดินมีความเค็มมากรากพืชจะไม่สามารถดูดน้ำและธาตุอาหารเข้าไปสู่ลำต้นได้หรือได้น้อยลง หรือถ้ามีความเค็มมากถึง

ระดับดินอาจจะดูดน้ำออกมาจากรากพืชได้ ทำให้พืชเหี่ยวแห้งและตายในที่สุด (ตารางที่ 8) ดังนั้นคุณสมบัติประการนี้จึงเป็นคุณสมบัติอีกประการหนึ่งที่ห้องวิเคราะห์ดิน จะทำการตรวจสอบและแจ้งผลให้ทราบเมื่อส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์

ตารางที่ 8 การแปลผลคาการนำไฟฟ้าของดินอิ่มตัวดวยน้ำ ที่ 25 องศาเซลเซียสและอิทธิพลของระดับความเค็มของดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

ค่า EC (dS/m)	ระดับความเค็ม	ความสัมพันธ์กับพืช
0 -2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อการเจิญเติบโตของพืช
2 - 4	เค็มน้อยมาก	อาจมีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตของพืชที่ sensitive ต่อความเค็ม
4 - 8	เค็มปานกลาง	เป็นอุปสรรคต่อพืชหลายชนิด
8 - 16	เค็มจัด	เป็นอุปสรรคต่อพืชส่วนมาก เฉพาะพืชทนเค็มที่เติบโตได้
>16	เค็มจัดมาก	เป็นอันตรายต่อพืชทุกชนิด ยกเว้นพืชบางชนิด เช่นหญ้าทนเค็ม เป็นต้น

ที่มา : Beck, 1999; Bower and Wilcox, 1965; Jackson, 1958 อ้างอิงใน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) ในดินมีเกลือที่ละลายได้อยู่หลายชนิด บางชนิดละลายได้ดี เชน NaCl, CaCl 2 . NaHCO3, Na2SO4 เป็นต้น บางชนิดละลายได้เพียงบางส่วนเช่น CaSO4 การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน จึงเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดิน และค่าที่ได้ยังให้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินด้วย การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินใช้วิธีวัดในสารละลายของดินกับน้ำ อัตราส่วนระหวางดินต่อน้ำอาจแตกต่างกัน แล้วแต่ละห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ที่นิยมใช้เป็น 1:5 หรือ เรียกว่า EC 1:5 หรือใช้วัดเมื่อทำให้ดินเป็น saturated paste แล้ววัดในสารละลายที่สกัดได้เรียกว่า EC extract (ECe) จะใช้สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่าใดก็ตามจะต้องระบุสัดส่วนนั้นไว้ด้วยทุกครั้งที่รายงานผล

ค่า ECe และ EC 1:5 ของตัวอย่างเดียวกันจะให้ค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากปริมาณเกลือที่ละลายออกมาจากดินจะไม่เท่ากัน ในการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน ในอัตราส่วน ดิน:น้ำ 1:5 ปริมาณน้ำที่มากอาจละลายเกลือออกมาได้เกือบหมด แต่ ECe จะใช้น้ำน้อยกว่าวิธี EC 1:5 ทำใหมีเกลือละลายออกมาได้น้อย ดังนั้น ค่า EC 1:5 เมื่อเทียบกันเป็นความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดินจะมากกว่าค่าที่ได้จาก ECe

ค่า ECe เป็นค่าที่ได้เมื่อสภาวะของดินต่อน้ำใกล้เคียงกับสภาพการอุ้มน้ำที่ความจุสนาม (field capacity) ซึ่งต่างกับค่า EC 1:5 ซึ่งใช้น้ำมากกว่าหลายเท่า ทำใหเปรียบเทียบกับสภาพของดินตามธรรมชาติไม่ได้ ดังนั้น ค่า EC e จึงมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าค่า EC 1:5

หน่วยของค่า EC ที่นิยมใช้

- EC x 103 – mS/cm หรือ dS/m
- EC x 106 – μ.S/ m

ค่า EC ของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 % เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C ดังนั้น อุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่า EC คือ 25 °C

- การวัดค่าการนำไฟฟ้า

การวัดค่า EC ในห้องปฏิบัตรการมี 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated paste) แล้วสกัดสารละลายออกโดยใช้เครื่องปั๊มสูญญากาศ และขั้นตอนการทำให้อยู่ในรูปสารละลาย โดยใช้ดินในอัตราส่วน ดิน:น้ำ ตามที่ต้องการ เช่น 1:5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ขั้นตอนการสกัดดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

ใส่ดินในบีกเกอร์ปริมาณ 400 – 500 กรัม ค่อยๆ เทน้ำกลั่นลงไปในดิน และกวนจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะมีผิวมัน สะท้อนแสง และเมื่อใช้ spatula ตักขึ้นมาแล้วเทกลับดินจะค่อยๆ ไหลลง โดยไม่เหลือติด spatula (ในดินเหนียว) เมื่อทำการกวนจนดีแล้ว ทิ้งไว้ค้างคืนตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปอัดน้ำออกจากดิน ถ้าดินแห้งแข็งให้เติมน้ำลงไปอีกแล้วกวนให้เข้ากันอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีน้ำอยู่บนหน้าดินให้เติมดินเพิ่ม กวนจนแน่ใจว่าดินอิ่มตัวด้วยน้ำพอดี นำไปสกัดด้วยเครื่องอัดน้ำออกจากดิน แล้วจึงนำสารละลายที่ได้มาวัดห่าค่า EC e ด้วยเครื่อง Electrical Conductivity meter โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl 0.01 M หรือ 0.1 M ปรับค่าคงที่ (cell constant) ของเครื่อง Electrical Conductivity meter ที่ 25 °C จะมีค่า = 1.412 dS m^{-1} หรือ 12.88 dS m^{-1}

- ขั้นตอนการสกัดในอัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 5

ชั่งดิน 4 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 40 มิลลิลิตร ใส่น้ำ 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ นานครึ่งชั่วโมง หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง แล้วจึงนำไปอ่านค่า EC โดยเครื่อง Electrical Conductivity โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl 0.01 M หรือ 0.1 M ปรับค่าคงที่ (cell constant) ของเครื่อง Electrical Conductivity meter ที่ 25 °C จะมีค่า = 1.412 dS m^{-1} หรือ 12.88 dS m^{-1}

ปัจจุบันนอกจากมีการการวัดค่าความเค็มดินในห้องปฏิบัติการแล้วยังมีเครื่องมือที่สามารถวัดค่า EC ได้ในภาคสนาม ที่เรียกว่า conductivity meter ความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance; R) มีหน่วยเป็น ohm มีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะทาง (L ซม.) ระหว่างขั้วอิเลคโทรดคู่ที่จุ่มอยู่ในสารละลายหรือสารละลายดิน และมีค่าผกผันกับพื้นที่หน้าตัด A ตร. ซม. ของสารละลายที่อยู่ระหว่างขั้วอิเลคโทรดคู่นั้น ดังนั้น R = rL/A เมื่อ r คือค่าคงที่ ที่เรียกว่า electrical resistivity ซึ่งมีหน่วยเป็น ohm-cm ค่าผกผันของ r หรือ 1/r ก็คือค่าการนำ ไฟฟ้า(electrical conductivity, EC) มีหน่วยเป็น mho/cm. สารละลายดินมีค่าการนำ ไฟฟ้าต่ำมาก หน่วยจึงเล็กลงเป็นมิลลิโมล์/ซม. (mmho/cm) หรือเดซิซีเมน/ เมตร (dS/m) นอกจากนี้ ยังมีหน่วยที่ใช้วัดความเค็ม ซึ่งสามารถเทียบกลับมาเป็นค่าการนำไฟฟ้าได้ เช่น 1 baume = 12.6 dS/m TDS (mg/l) = EC (dS/m) x 640 สำหรับ EC ที่มีค่าระหว่าง

0.1 - 5.0 dS/m TDS (mg/l) = EC (dS/m) x 800 สำ หรับ EC ที่มีค่า > 5.0 dS/m Osmotic pressure (atm) = EC (dS/m) x 0.40 สำ หรับ EC ที่มีค่าระหว่าง 3 - 30 dS/m (อรุณี, มปป.) การวัดความเค็มดินในภาคสนาม ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาแต่เพื่อความสะดวกและรวดเร็วจะวัดโดยตรงจากตัวอย่างดินที่ทำให้อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil paste) โดยค่อยๆ เติมน้ำลงไปในดินและกวนดินให้เข้ากันจนมีลักษณะคล้ายยาสีฟัน นำไปใส่ในถ้วยที่เรียกว่า Bureau of soils cup ต่อเข้ากับเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าภาคสนามในการทำแผนที่ความเค็มดินในแปลงขนาดใหญ่ มีเครื่องมือวัดความเค็มภาคสนามที่ได้พัฒนาขึ้นมาใช้กับ GPS และเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ (data logger) ในการทำงาน เช่น fourelectrode resistivity sensors เป็นเครื่องมือภาคสนามที่ใช้สมการคณิตศาสตร์จากข้อมูลทางเคมีฟิสิกส์ ของค่าการนำ ไฟฟ้าของน้ำในดิน ปริมาตรน้ำในดิน ปริมาตรอนุภาคดิน มาประเมินค่าความเค็มดินโดยวิธี model/field-estimates techniqueelectromagnetic-induction conductivity (EM) sensors ประเมินค่าความเค็มดินโดยวิธี regression model/ground-truthing technique ระหว่างค่า ECa ที่เครื่องบันทึกได้จากค่าการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าในดินกับค่า ECe ของตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์ใช้ในที่มีสภาพพื้นที่เหมือนกันและดินที่มีความชื้น วิธีการนี้สามารถวัดค่าการนำไฟฟ้าลงไปตามระดับความลึกของดิน ทำได้รวดเร็ว โดยไม่ต้องเสียเวลาและงบประมาณในการเก็บและวิเคราะห์ดินจำนวนมาก (อรุณี, มปป.)

3.1.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) หมายถึง อินทรียสารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน ซึ่งได้จากซากพืช ซากสัตว์ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมถึงอินทรียสารที่รากพืชปลดปล่อยออกมา และที่จุลินทรีย์ดินสังเคราะห์ขึ้นมา อินทรียวัตถุในดินจึงประกอบด้วยอินทรียสารหลายชนิด คือ พวกสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน สารประกอบอินทรีย์ ฟอสฟอรัส สารประกอบอินทรีย์กำมะถัน เป็นต้น เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวโดยจุลินทรีย์ถึงขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส (Humus) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประกอบเชิงซ้อน ฮิวมัสมีความหมายครอบคลุมตั้งแต่ส่วนของซากพืชหรือซากสัตว์ที่กำลังสลายตัวเซลล์ของจุลินทรีย์ทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และส่วนของจุลินทรีย์ที่ไม่มีชีวิต ไปจนถึงสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายหรือส่วนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ โดยไม่รวมถึงรากพืชหรือเศษซากพืชหรือซากสัตว์ที่ยังไม่ย่อยสลาย ดังนั้นอินทรียวัตถุในดินจึงประกอบไปด้วยสารอินทรีย์แทบทุกชนิดที่เกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติ อินทรียวัตถุในดินนี้นับได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่าง ๆ ของดิน ทั้งที่เป็นสมบัติทางเคมี ทางฟิสิกส์ และ ทางชีวภาพ ส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน รวมถึงการพันาระบบนิเวศของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยตรง ฮิวมัสประกอบขึ้นจากสารกลุ่มต่าง ๆ เช่น Methyl, Phenolic, Quinone และ Carboxylic Groups ที่มีอยู่ในดิน ฮิวมัสแบ่งได้เป็นสองส่วน คือ Humic Acid และ Fulvic Acid ฮิวมัสไม่ใช่สารที่คงทนถาวร แต่อัตราการสลายตัวของฮิวมัสจะช้ากว่าการสลายตัวของอินทรียสารที่เป็นต้นกำเนิดของฮิวมัส และมีบทบาทสำคัญ ในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง ดูดซับน้ำได้ดี และมีบทบาทสำคัญต่อการเกาะยึดกันเป็นเม็ดของอนุภาคดิน อินทรียวัตถุในดินมีอิทธิพลต่อสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพ เช่น มีผลต่อการเกิดสีของดิน ช่วยให้ดินทรายมีการจับตัวเป็นก้อน การอุ้มน้ำ การถ่ายเทอากาศ การดูดซับประจุบวก เพราะมีประจุลบจำนวนมาก และมีความสามารถในการดูดซับ

ประจุบวกได้สูงจึงมีผลทำให้ดินที่มีอินทรียวัตถุสูง มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเป็นด่างได้ดี และเป็นแหล่งสำรองธาตุอาหารขนาดใหญ่ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และหลังจากถูกย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์จะปลดปล่อยธาตุอาหารเกือบทุกชนิดออกมาสะสมอยู่ในดิน ซึ่งจากการวิเคราะห์สารประกอบส่วนที่เป็นคาร์บอนของอินทรียวัตถุในดินพบว่าโดยทั่วไปประกอบด้วย สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต 10-20 เปอร์เซ็นต์ สารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น กรดอะมิโน และ น้ำตาลอะมิโน ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ สารประกอบกรดไขมันประเภทอะลิฟาติก 10-20 เปอร์เซ็นต์ และ ส่วนที่เหลือคือ สารประกอบประเภทระเหยได้ ทั้งนี้อินทรียวัตถุในดินแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นสารฮิวมิก (humic substance) กับส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก (non-humic substance) สารฮิวมิกเป็นส่วนที่มีโครงสร้างซับซ้อนและคงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ โครงสร้างหลักประกอบด้วยสารประกอบประเภทระเหยได้เป็นแกน จึงทำให้สารฮิวมิกสลายตัวได้ยาก บางส่วนของฮิวมิกมีสารประกอบประเภทโปรตีน เพปไทด์ กรดอะมิโน และ โพลีแซกคาไรด์ เข้ามาเกาะในโมเลกุล ในขณะที่ส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิกนั้นเป็นสารประกอบประเภทที่มีโครงสร้างของโมเลกุลไม่ซับซ้อน ย่อยสลายได้ง่ายกว่า เช่น คาร์โบไฮเดรต ไลปิด โปรตีน กรดอะมิโน และ กรดอินทรีย์ เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้ปกติจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายได้โดยง่าย แต่ที่ยังคงพบว่ามีอยู่ในดินในปริมาณค่อนข้างมากนั้นเนื่องจากว่าสารเหล่านั้นส่วนใหญ่เกาะยึดอยู่กับอนุภาคของดิน หรือทำปฏิกิริยากับแคตไอออนของโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม หรือ ทองแดง หรือเข้าไปเป็นสารเชื่อมเม็ดดินซึ่งมีผลให้เม็ดดินสลายตัวได้ยากขึ้น ทำให้อินทรียวัตถุในดินมีส่วนในการเชื่อมและยึดเม็ดดินให้เกาะกันส่งผลให้ดินทนทานต่อการสลายตัวและทำให้การกร่อนของดินเกิดได้ยากขึ้นนั้น ถ้าหากจะมีการพิจารณาถึงสมบัติโดยทั่วไปของอินทรียวัตถุในดินร่วมไปด้วยแล้วจะทำให้เกิดความเข้าใจในบทบาทของอินทรียวัตถุในแง่ที่เกี่ยวข้องกับการช่วยปรับโครงสร้างด้านต่าง ๆ ของดิน ซึ่งส่งผลให้ดินมีความทนทานต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการกร่อนของดิน และในแง่ของคุณสมบัติของอินทรียวัตถุที่มีผลในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน ซึ่งการจัดระดับความเป็นประโยชน์ของอินทรียวัตถุในดินโดย บรรเจิด พลางกูร (2543) แบ่งได้ 7 ระดับ โดยดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์เป็นดินที่มีระดับอินทรียวัตถุต่ำมาก และดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่า 4.5 เปอร์เซ็นต์เป็นดินที่มีระดับอินทรียวัตถุสูงมาก (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 การจัดระดับความเป็นประโยชน์ของอินทรียวัตถุ

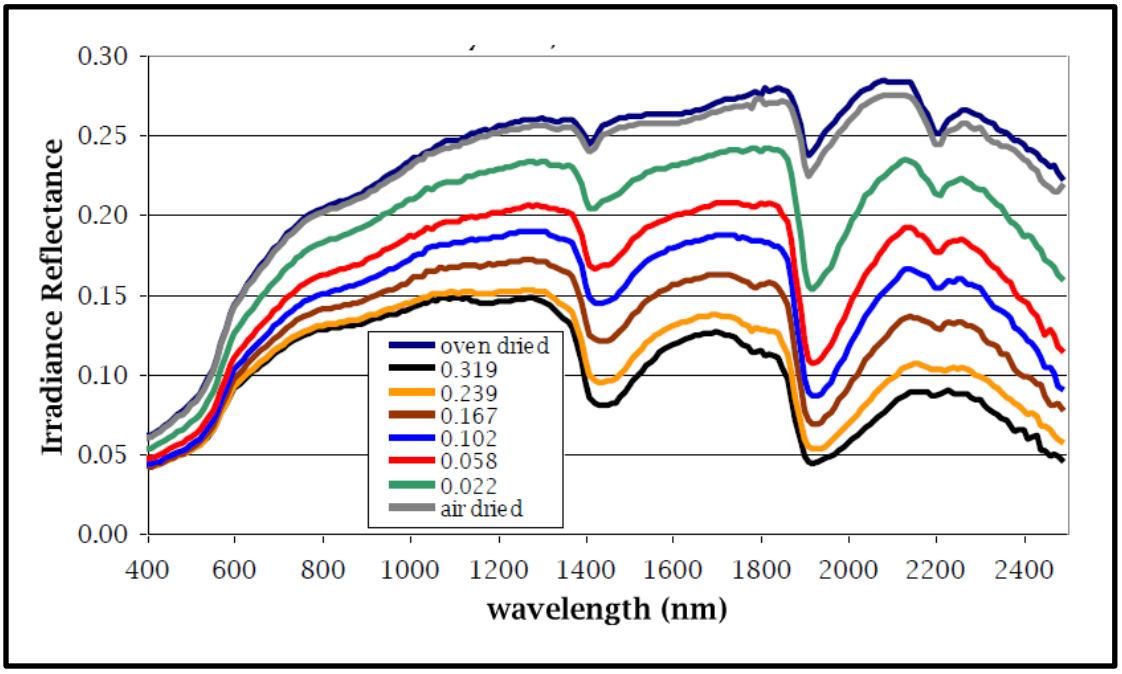
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	ระดับ (OM)
< 0.5	ต่ำมาก
0.5-1.0	ต่ำ
1.0-1.5	ค่อนข้างต่ำ
1.5-2.5	ปานกลาง
2.5-3.5	ค่อนข้างสูง
3.5-4.5	สูง
>4.5	สูงมาก

ที่มา : จาก ทรัพยากรดิน (น.12), โดย บรรเจิด พลางกูร ,2543 อ้างอิงใน
สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547)

3.2 หลักการด้านการสำรวจระยะไกล หลักการและการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ และความรู้ด้านสถิติ

3.2.1 หลักการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกลเพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การสำรวจข้อมูลระยะไกลใช้หลักการสะท้อนพลังงานของวัตถุ โดยวัตถุแต่ละชนิดจะสะท้อนพลังงานออกมาในช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน ซึ่งการเก็บขอมูลการสะท้อนพลังงานของวัตถุนั้นนอกจากภาพจากดาวเทียมแล้วใช้อุปกรณ์ในการสำรวจข้อมูลภาคสนามเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการสะท้อนพลังงานของวัตถุ โดยเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดปริมาณการสะท้อนพลังงานของวัตถุจะมีคุณสมบัติเหมือนกันหรือคล้ายกันกับอุปกรณ์วัดปริมาณการสะท้อนพลังงานของวัตถุที่อยู่บนเครื่องบินหรือดาวเทียม การสำรวจข้อมูลจากระยะไกลได้นำหลักการสะท้อนและดูดซับพลังงานในแต่ละช่วงคลื่นของวัตถุมาประยุกต์ใช้ ซึ่งวัตถุแต่ละชนิดจะมีค่าการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างกันออกไปในการสะท้อนแสงของพืชส่วนใหญ่วัดปริมาณการสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ความยาวช่วงคลื่น 675 นาโนเมตร และความยาวช่วงคลื่น 750 นาโนเมตร ซึ่งเทียบได้กับภาพจากดาวเทียม Landsat TM ในแบนด์ 3 เป็นช่วงคลื่นที่ถูกดูดซับโดยคลอโรฟิลล์และใช้แยกชนิดของพืช แบนด์ 4 ใช้บงบอกถึงโครงสร้างเซลล์ของพืชและมวลชีวภาพ ประโยชน์จากการวัดปริมาณค่าการสะท้อนแสงโดยพืชพรรณธรรมชาติจะสะท้อนพลังงานได้ดีในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Wavelenghts) (700–1,300 นาโนเมตร) และในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้จะสะท้อนพลังงานช่วงคลื่นแสงสีเขียว (500-600 นาโนเมตร) ส่วนการสะท้อนพลังงานของดินจะขึ้นอยู่กับปัจจัยบางประการในดิน เช่น ความชื้นในดิน แร่ธาตุในดิน เป็นต้น และน้ำจะไม่มีการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ เช่น จากการรายงานของ Philpot (2010) พืชชนิดเดียวกันที่ได้ปลูกในที่มีความชื้นดินระดับต่างกันจะมีค่าสะท้อนลายเซ็นต์เชิงคลื่นที่ต่างกัน (ภาพที่ 4) จากคุณสมบัติการสะท้อนและดูดซับพลังงานที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงคลื่นของพืช จึงได้มีการนำข้อมูลจากการสำรวจจากระยะไกลที่นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านการเกษตรกรรม เช่น การแยกประเภทพืชที่เพาะปลูก (Crop type Classification) การจัดทำแผนที่ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น แผนที่ปริมาณธาตุอาหารในดิน แผนที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และแผนที่ความชื้นดิน ณ เวลาต่างๆ เป็นต้นเพื่อใช้สำหรับการจัดการพืชที่เพาะปลูก (Crop Management)



ภาพที่ 4 ค่าลายเซ็นต์เชิงคลื่นของพืชเมื่อระดับความชื้นของดินต่างกัน
ที่มา: Philpot (2010)

การใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลสำหรับประเมินการเสื่อมโทรมของดินในระยะยาวได้ถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดนโยบายด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำเพิ่มมากขึ้น วิธีการนี้ถูกนำมาใช้รวมถึงการสุ่มเก็บตัวอย่างภาคสนาม การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการสร้างแบบจำลองการคาดการณ์สมบัติดิน เช่น

Glowienka et al. (2016) วิเคราะห์เชิงพื้นที่และเชิงเวลาในการกระจายความเค็มของดินและระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ในโปแลนด์ตะวันออกเฉียงใต้ ในปี 2538, 2543, 2548 และ 2010 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจระยะไกล ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าความเค็มของดินและระดับ pH มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากเช่นเดียวกับ โพแทสเซียม(K) และโซเดียม (Na) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่วนใหญ่เกิดขึ้นในภาคเหนือและภาคใต้ของพื้นที่ที่ตรวจสอบ สาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นอาจเป็นเพราะน้ำท่วมซึ่งกระทบภูมิภาคในเดือนมิถุนายน 2010

Vaudour et al. (2019) ศึกษาการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยการคำนวณดัชนี NDVI ในการประมาณค่าสมบัติดินของชั้นดินบนในเขตเขตอบอุ่น และในแถบเมดิเตอเรเนียน ได้แก่ ปริมาณอนุภาคดินเหนียว ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก โดยใช้สมการ partial least squares regressions (PLSR) พบว่าการใช้ดัชนี NDVI มีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาคดินเหนียวที่ค่า r^2 เท่ากับ 0.39 ถึง 0.42 ความเป็นกรดเป็นด่าง ที่ค่า r^2 เท่ากับ 0.08 ถึง 0.51 ปริมาณอินทรียวัตถุค่า r^2 เท่ากับ 0.04 ถึง 0.09 และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ที่ค่า r^2 เท่ากับ 0.13 ถึง 0.48

Taghadosi et al. (2019) ประเมินความเค็มของดินโดยการทำแผนที่ค่าการนำไฟฟ้าของดิน โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Sentinel 2 และข้อมูล Landsat 8 การศึกษาภาคสนามได้ดำเนินการโดยใช้ข้อมูลเหล่านั้น และได้สกัดคุณลักษณะต่างๆ ของเกลือซึ่งสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้าของดินของตัวอย่างภาคสนามกับคุณลักษณะของเกลือที่ได้รับจากดาวเทียม การศึกษาใช้สมการ regression 2 แบบ ได้แก่ Multi-Layer Perceptron (MLP) และ Support Vector (SV) การศึกษาสรุปว่าวิธีการที่เสนอสำหรับแบบจำลองความเค็มและการทำแผนที่ของค่าการนำไฟฟ้าของดินถือเป็นแนวทางที่มีประสิทธิผลสำหรับการตรวจสอบความเค็มของดิน

Elhag and Bahrawi (2016) ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ทำแผนที่ความเค็มของดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณชนิดต่างๆ พบว่า ดัชนี NDVI มีความสัมพันธ์กับความเค็มสูงที่สุด รองลงมา คือ ดัชนี Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) และ Water Supply Vegetation Index (WSVI) ตามลำดับ

3.2.2 การใช้ดัชนีพืชพรรณเพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีการสำรวจขอมูลระยะไกลมาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มมากขึ้น โดยใช้ความแตกตางของค่าการสะทอนและการดูดซับพลังงานของพืชในช่วงคลื่นต่างๆ ที่แตกต่างกันเพื่อหาอัตราสวน (Band Ratio) ของพลังงานแมเหล็กไฟฟาซึ่งเรียกว่า ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices) ซึ่งค่าที่นำมาคำนวณนี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์กับพืชพรรณที่สะท้อนปริมาณแสงตกกระทบในพื้นที่เพาะปลูกพืชในสัดส่วนที่แตกต่างกันในช่วงเวลาที่ต่างกัน ดัชนีพืชพรรณถูกสร้างขึ้นเพื่อปรับเน้นข้อมูลใหมีความเหมาะสมตอการใชงาน หรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของขอมูลใหแสดงความชัดเจนในสิ่งที่ทำการศึกษามากขึ้น ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิว สถานะของพืชรวมถึงสภาพความแข็งแรงและความผิดปกติของพืชนั้นในพื้นที่แปลงปลูกพืช โดยทั่วไปค่าดัชนีพืชพรรณ (VI) สามารถประยุกต์ วิธีการคำนวณไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานได้อย่างหลากหลาย ตัวอย่างเช่น ดัชนีความต่างของพืชพรรณ (normalized difference vegetation index:NDVI) (Rouse et al., 1974; Thompson et al., 2015) ดัชนีความต่างของพืชพรรณด้วยช่วงคลื่นแสงสีเขียว (green normalized difference vegetation index: GNDVI) (Gitelson et al., 1996) และ ดัชนีความต่างของคลื่นอินฟราเรด (Normalized Difference Infrared Index:NDII) (Hunt and Rock, 1989) เป็นต้น (ตารางที่ 10) สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบสถานะการเจริญเติบโตของพืชตามเวลาจริง การทำนายหรือประเมินคุณลักษณะของพืช เช่น พื้นที่ใบ มวลชีวภาพ ความสมบูรณของพืชและความหนาแนนของพืชซึ่งจะเป็นประโยชน์ในแง่มุมต่างๆ เช่น เพื่อวัดสถานะของต้นกล้า (ก่อนและระหว่างขั้นตอนการปลูก) เพื่อปรับใช้เทคนิคการจัดการเวลาอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อความอยู่รอดและผลผลิตของพืช หรือเพื่อส่งเสริมแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนมากขึ้น การประยุกต์ใช้ดัชนีพืชพรรณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับภัยแล้ง และเหตุการณ์รุนแรง เช่น คลื่นความร้อนซึ่งเริ่มเข้าสู่ภูมิภาคที่ขณะนี้ประสบปัญหาภัยแล้ง เป็นต้น (ชรัตน, 2540)

ตารางที่ 10 ดัชนีพืชพรรณชนิดต่างๆ

ลำดับ	ดัชนีพืชพรรณ	สูตร	อ้างอิง
1	NDVI	(NIR - red) / (NIR + red)	Rouse et al., 1974
2	GNDVI	(NIR - Green) / (NIR + Green)	Gitelson et al., 1996
3	NDII	(NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)	Hunt and Rock, 1989

1) ดัชนีความต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI) เป็นค่าดัชนที่นิยมใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่แสดงความเขียว ความหนาแน่น และสุขภาพของพืชในแต่ละพิกเซลของภาพถ่ายดาวเทียม เป็นหนึ่งในดัชนีพืชพรรณที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในการรับรู้จากระยะไกล นับตั้งแต่เปิดตัวในปี 1970 และการเกษตรดิจิทัลก็เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ใช้ประโยชน์จากดัชนีนี้มากที่สุดเป็นการนำค่าสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติ ทำให้ค่า NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งจะช่วยในการแปลผลได้ง่ายขึ้น โดยที่ค่า 0 หมายถึงไม่มีพืชพรรณใบเขียวอยู่ในพื้นที่สำรวจ ในขณะที่ค่า 0.8 หรือ 0.9 หมายถึงพืชพรรณใบเขียวหนาแน่นมากในพื้นที่ดังกล่าว กรณีที่พื้นผิวมีพืชพรรณปกคลุมจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดสูงกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงทำให้ NDVI มีค่าเป็นบวกในขณะที่พื้นผิวดินจะมีค่าการสะท้อนระหว่างสองช่วงคลื่นใกล้เคียงกันทำให้ NDVI มีค่าใกล้เคียง 0 ส่วนกรณีที่พื้นผิวเป็นน้ำจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดต่ำกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงทำให้ค่า NDVI มีค่าติดลบทั้งนี้โดยปกติค่านี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.7 เท่านั้น ดังนั้นดัชนีนี้จึงเหมาะสำหรับการประมาณความแข็งแรงตลอดวงจรการเพาะปลูกโดยพิจารณาจากลักษณะที่พืชสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางช่วง ช่วยให้ทราบสถานะปัจจุบัน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับภาพตามอนุกรมของช่วงเวลา (time series) เพื่อสังเกตวิวัฒนาการเมื่อเวลาผ่านไปเมื่อรู้ว่าค่า NDVI เปลี่ยนแปลงอย่างไร ซึ่งทำให้ผู้ศึกษาสามารถเข้าใจว่าค่า NDVI สามารถช่วยให้ให้ทราบว่าพืชมีสุขภาพดีหรือไม่แข็งแรง ดัชนีนี้ขึ้นอยู่กับการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และช่วงคลื่นแสงสีแดงในการประเมินตัวบ่งชี้โดยสายตามนุษย์ไม่สามารถทำได้ พืชมีสีเขียวเพราะเม็ดสีคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่ในพืชนั้นสะท้อนคลื่นสีเขียวและดูดซับคลื่นสีแดง ซึ่งหมายความว่าพืชที่แข็งแรงซึ่งมีคลอโรฟิลล์และโครงสร้างเซลล์จำนวนมากจะดูดซับแสงสีแดงและสะท้อนคลื่นอินฟราเรดใกล้ เมื่อมีการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้พืชพัฒนาและเติบโตและมีโครงสร้างเซลล์มากขึ้น แต่พืชที่ไม่แข็งแรงจะมีการสะท้อนแสงที่ตรงกันข้าม ดังนั้นจากความสัมพันธ์ระหว่างแสงและคลอโรฟิลล์จึงเป็นวิธีที่เราสามารถใช้ค่า NDVI เพื่อแยกความแตกต่างของพืชที่แข็งแรงจากพืชที่เป็นโรคได้เซ็นเซอร์ของดาวเทียม ซึ่งลายเซ็นต์เชิงคลื่นนี้ทำให้การวิเคราะห์ค่า NDVI สามารถตรวจจับและวัดปริมาณพืชสีเขียวที่มีชีวิตโดยใช้แสงสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และช่วงคลื่นแสงสีแดง (Gao, 1996)

2) ดัชนีความต่างของพืชพรรณด้วยช่วงคลื่นแสงสีเขียว (Green Normalized Difference Vegetation Index: GNDVI) เป็นดัชนีวัดความเขียวของพืชโดยใช้ความแตกต่างของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) และแถบสีเขียว (GREEN) ของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งพัฒนาโดย Gitelson et al. (1996)

ค่า GNDVI มีความไวต่อการแปรผันของคลอโรฟิลล์ในพืชมากกว่าค่า NDVI และมีจุดอิ่มตัวที่สูงกว่า สามารถใช้ในพืชที่มีทรงพุ่มหนาแน่นหรือในขั้นตอนการพัฒนาขั้นสูง ในขณะที่ค่า NDVI เหมาะสำหรับการประมาณความแข็งแรงของพืชในระยะแรก ค่า GNDVI เป็นดัชนีวัดกิจกรรมการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นดัชนีคลอโรฟิลล์และถูกนำมาใช้มากขึ้น ในการกำหนดปริมาณน้ำและไนโตรเจนในเรือนยอดของพืช เนื่องจากมีความอิ่มตัวช้ากว่าค่า NDVI เป็นดัชนีพืชชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สำคัญสำหรับกระบวนการทางสรีรวิทยาหลายอย่างที่เชื่อมโยงชีพลักษณ์ของพืช ความสามารถในการสังเคราะห์แสง และการตรวจจับความเครียด รวมถึงความเครียดจากภัยแล้ง ค่า GNDVI มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 เช่นเดียวกับค่า NDVI โดยค่าระหว่าง -1 ถึง 0 สัมพันธ์กับการมีน้ำหรือที่ดินว่างเปล่า ดัชนีนี้ส่วนใหญ่ใช้ในขั้นตอนกลางและขั้นสุดท้ายของวงจรการเพาะปลูก

3) ดัชนีความต่างของคลื่นอินฟราเรด (Normalized Difference Infrared Index: NDII) เป็นดัชนีที่วัดการสะท้อนแสงโดยการหาค่าความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และช่วงคลื่น (shortwave infrared: SWIR) ซึ่งพัฒนาโดย Hunt and Rock (1989) ซึ่งใช้สูตรคำนวณเดียวกันกับ Normalized Difference Water Index (NDWI) ที่พัฒนาโดย Gao (1996) หรือ Normalized Difference Moisture Index (NDMI) (Sentinel Hub, 2017b) ดัชนี NDII มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในเรือนยอดของพืช (Ji et al., 2011) สามารถใช้ตรวจจับความเครียดในน้ำของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามคุณสมบัติของการสะท้อนแสงอินฟราเรดคลื่นสั้น ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำในใบ เนื่องจากการดูดซับปริมาณมากโดยใบไม้ ค่าดัชนีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ทำให้ประยุกต์ใช้ในการจัดการพืชผลทางการเกษตร การตรวจสอบเรือนยอดไม้ในป่า และการตรวจจับความเครียดของพืช (Hardisky et al., 1983; Sentinel Hub, 2017b) ซึ่งค่า NDSI สามารถใช้ในการตรวจจับความเครียดของน้ำในบริเวณรากของพืช เนื่องจากค่า NDII ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะน้ำของพืช และเนื่องจากความไวนี้เพื่อปริมาณน้ำของพืช NDII ให้ข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับสภาพพืชมากกว่า NDVI โดย NDII แสดงความสัมพันธ์สูงกับความชื้นในชั้นดินบนบริเวณรากในระดับภูมิภาค (Ochoa et al., 2023) โดยช่วงคลื่นสั้นอินฟราเรดใกล้ สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณน้ำของพืชและโครงสร้างในชั้นเมโสฟิลล์ (spongy mesophyll) ใน.[ของพืช ในขณะที่ค่าการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ได้รับผลกระทบจากโครงสร้างภายในใบและปริมาณวัตถุแห้งของใบไม้ แต่ไม่ได้รับผลกระทบจากปริมาณน้ำ การวิเคราะห์รวมกันของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นสั้นอินฟราเรดใกล้ ช่วยขจัดความผันแปรที่เกิดจากโครงสร้างภายในใบและปริมาณวัตถุแห้งในใบ ทำให้ปรับปรุงความแม่นยำในการดึงข้อมูลปริมาณน้ำของพืช ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในโครงสร้างใบภายในส่วนใหญ่ควบคุมการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วง ช่วงคลื่นสั้นอินฟราเรดใกล้ ดังนั้นการสะท้อนช่วงคลื่นสั้นอินฟราเรดใกล้จึงสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำในใบ ทำให้ดัชนี NDณI สามารถใช้เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในใบไม้ (Sentinel Hub, 2017b) ซึ่งค่า NDII จะอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ซึ่งช่วงทั่วไปสำหรับพืชสีเขียวอยู่ระหว่างค่า 0.02 ถึง 0.6 (Hardisky et al., 1983; Sentinel Hub, 2017b)

3.2.3 ดาวเทียม Sentinel-2

ดาวเทียม Sentinel เป็นชุดดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่พัฒนาโดย ESA พัฒนาชุดภารกิจสังเกตการณ์โลกยุคหน้าในนามของโคเปอร์นิคัสผู้ริเริ่มร่วม/คณะกรรมาธิการยุโรป เป้าหมายของโปรแกรม Sentinel คือการแทนที่ภารกิจสำรวจโลกแบบเก่าที่เลิกใช้แล้ว เช่น ภารกิจ ERS และ Envisat หรือกำลังใกล้สิ้นสุดอายุการใช้งาน สิ่งนี้จะช่วยให้มั่นใจได้ถึงความต่อเนื่องของข้อมูลเพื่อไม่ให้มีช่องว่างในการศึกษาที่กำลังดำเนินอยู่ แต่ละภารกิจมุ่งเน้นไปที่แง่มุมต่าง ๆ ของการสังเกตการณ์โลก การตรวจสอบชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร และผืนดิน และข้อมูลถูกนำไปใช้ในหลายๆ แอปพลิเคชัน (European Space Agency, 2565) Sentinel-2 เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Copernicus ซึ่งเป็นโครงการสังเกตการณ์โลก (Earth Observation Program) ที่ใหญ่ที่สุด กำกับโดยคณะกรรมาธิการยุโรป (EC: European Commission) ร่วมกับ คณะองค์การอวกาศยุโรป (ESA: European Space Agency) โครงการนี้ให้ข้อมูลหลากหลายครอบคลุมคลื่น 13 ย่านที่มองเห็นได้, คลื่นใกล้อินฟราเรดและคลื่นรังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น โดยมีค่าความละเอียดภาพเชิงพื้นที่ตั้งแต่ 10 เมตรถึง 60 เมตร Sentinel-2 เก็บรวบรวมภาพอย่างต่อเนื่องจากดาวเทียมสังเกตการณ์โลกสองดวงซึ่งสามารถส่งข้อมูลภาพไปยังสถานีฐานที่ตั้งบนโลกทุก 5-7 วันดาวเทียม Sentinel-2 ประกอบด้วย ดาวเทียม Sentinel-2A และดาวเทียม Sentinel-2B ถูกบันทึกข้อมูลการสะท้อนของดวงอาทิตย์ที่สะท้อนจากพื้นผิวโลก คือ การตรวจสอบทางบกและทางทะเลการทำแผนที่ภัยธรรมชาติและการสังเกตการณ์ในทะเลการตรวจจับเรือ ซึ่งมีความละเอียดเชิงพื้นที่ตั้งแต่ 10 เมตร ถึง 60 เมตร ระบบในการบันทึกถึงค่าการสะท้อนแสงของกลุ่มดาวเทียม Sentinel-2 เก็บรวบรวมภาพอย่างต่อเนื่อง จากดาวเทียมสังเกตการณ์โลกสองดวงซึ่งสามารถส่งข้อมูลภาพไปยังสถานีที่ตั้งบนโลกทุกๆ 5-7 วัน ภารกิจ Copernicus Sentinel-2 ประกอบด้วยกลุ่มดาวของดาวเทียมที่โคจรรอบขั้วโลก 2 ดวง ซึ่งอยู่ในวงโคจรแบบซิงโครนัสดวงอาทิตย์เดียวกัน โดยแบ่งระยะที่ 180° ซึ่งกันและกัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความแปรปรวนของสภาพพื้นผิวดิน และความกว้างของแนวเขต (290 กม.) และเวลาการกลับมาสูงอีกครั้ง (10 วันที่เส้นศูนย์สูตรด้วยดาวเทียม 1 ดวง และ 5 วันกับดาวเทียม 2 ดวงภายใต้สภาวะที่ไม่มีเมฆ ซึ่งส่งผลให้ 2-3 วันที่ละติจูดกลาง) จะสนับสนุนการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก สำหรับการวางแผนภารกิจและข้อมูลสถานะความครอบคลุมที่อัปเดต โปรดดูที่หน้าการมาเยือนใหม่และความครอบคลุม คู่มือภารกิจ Sentinel-2 นี้ให้คำอธิบายระดับสูงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของภารกิจ คำอธิบายดาวเทียม และส่วนภาคพื้นดิน นอกจากนี้ยังกล่าวถึงภารกิจมรดกที่เกี่ยวข้อง พื้นที่เฉพาะเรื่องและบริการของ Copernicus ลักษณะวงโคจรและความครอบคลุม เครื่องมือน้ำหนักบรรทุก และผลิตภัณฑ์ข้อมูล (European Space Agency, 2565) ดาวเทียม Sentinel-2 ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ Global Monitoring for Environment and Security (GMES) ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่าง คณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission) และ องค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างขีดความสามารถของสหภาพยุโรปในการจัดหาและใช้ประโยชน์สารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและความมั่นคง ดาวเทียม Sentinel-2 เป็นดาวเทียมวงโคจรกว้าง (Wide-swath) ถูกสร้างขึ้นเพื่อบันทึกภาพพื้นผิวโลกต่อเนื่องจากดาวเทียม Landsat และ

SPOT ดาวเทียม Sentinel-2 ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อปี พ.ศ. 2556 ประกอบด้วย ดาวเทียม S2A และ S2B ปฏิบัติงานภายในวงโคจรเดียวกันแต่ตำแหน่งของดาวเทียมต่างกัน 180 องศา ที่ระดับความสูง 786 กิโลเมตร ความกว้างแนวบันทึกภาพ 290 กิโลเมตร รอบเวลาในการโคจรกลับมาบันทึกภาพที่เดิม ณ ตำแหน่งเส้นศูนย์สูตรทุกๆ 5 วัน ดาวเทียม Sentinel-2 มีระบบบันทึกภาพ Multispectral Instrument (MSI) บันทึกภาพทั้งหมด 13 แถบความถี่ แบ่งกลุ่มตามความละเอียดจุดภาพ (ตารางที่ 11) ได้แก่ ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร มีจำนวน 4 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่นที่ 2 3 4 และ 8 ความละเอียดจุดภาพ 20 เมตร มีจำนวน 6 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่นที่ 5 6 7 8 11 และ 12 และความละเอียดจุดภาพ 60 เมตร มีจำนวน 3 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่นที่ 1 9 และ 10

ตารางที่ 11 คุณสมบัติของข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2

ช่วงคลื่น	ค่ากึ่งกลางช่วงคลื่น (ไมโครเมตร)	รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.708	20
Band 6- Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7- Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	2

ที่มา : European Space Agency (2565)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินตามประเภทการใช้ที่ดินที่มีพืชปกคลุม 6 ประเภท ในชุดดินต่างๆ ของ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอกำแพงแสนและอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก ซึ่งทั้ง 3 อำเภอมีพื้นที่ดินที่มีศักยภาพต่ำ ได่แก่ พื้นที่ดินเค็มและพื้นที่ดินเปรี้ยว ซึ่งการเก็บตัวอย่างดินได้สุ่มเก็บในพื้นที่ของเกษตรกร ในเดือนมีนาคม 2564 แล้วส่งวิเคราะห์ค่าทางเคมีดิน 3 ประเภท ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าปริมาณอินทรียวัตถุ ผลการวิเคราะห์เฉลี่ยของค่าต่างๆ ใน 3 อำเภอ (ตารางที่ 12 และ ภาพที่ 5) พบว่า

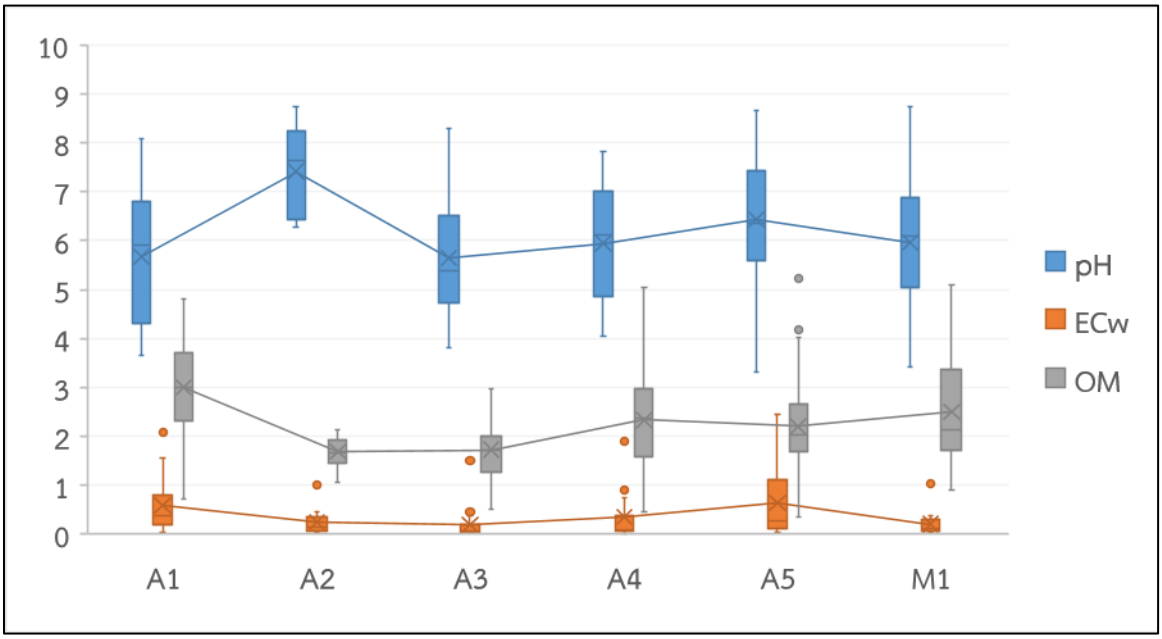
4.1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง พืชไร่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุดเท่ากับ 7.41 รองลงมา ได้แก่ พื้นที่ปลูกผัก ไม้ละเมาะ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และนาข้าว มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.43 5.96 5.94 5.65 และ 5.67 ตามลำดับทั้งนี้อาจเกิดจากตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในพื้นที่ปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินกำแพงแสน ในอำเภอกำแพงแสน ซึ่งเป็นชุดดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างในชั้นดินบนอยู่ในช่วง 7.0-8.0 ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างอ่อน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557) และไม่มีจุดเก็บดินประเภทพืชไร่ในอำเภอปากพลี ขณะที่พื้นที่นาข้าวส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในชุดดินในที่ลุ่ม ได้แก่ ชุดดินอยุธยา (Ay) และชุดดินรังสิต (Rs) ที่มีค่า pH ในชั้นดินบนอยู่ในช่วง 4.0-5.0 และชุดดินบางเขน (Bn) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างในชั้นดินบนอยู่ในช่วง 5.5-7.0 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557)

4.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า พื้นที่ปลูกผักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดเท่ากับ 0.64 รองลงมา ได้แก่ พื้นที่นาข้าว ไม้ผล พืชไร่ ไม้ยืนต้น และไม้ละเมาะ และ มีค่า pH เท่ากับ 0.59 0.35 0.24 0.20 และ 0.2 ตามลำดับ ค่าค่าการนำไฟฟ้าในพื้นที่ทั้ง 5 ประเภทมีความแตกต่างของข้อมูลค่อนข้างสูงเนื่องจากชุดที่ที่ทำการศึกษามีค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกันมาก พื้นที่ปลูกผักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดเนื่องจากแปลงเก็บตัวอย่างดินส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินกำแพงแสน (Ks) ชุดดินบางเขน (Bn) และชุดดินเสนา (Se) ซึ่งเป็นดินที่วัตถุตนกำเนิดดิน เป็นตะกอนน้ำผสมกับตะกอนทะเล พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557)

4.1.3 ค่าปริมาณอินทรียวัตถุ นาข้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 3.00 รองลงมา ได้แก่ ไม้ละเมาะ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และพืชไร่ มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 2.49 2.33 2.20 1.72 และ 1.6 ตามลำดับ โดยปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นที่ปลูกผักมีความแตกต่างของข้อมูลค่อนข้างสูง ขณะที่พื้นที่พืชไร่มีความแตกต่างของข้อมูลน้อย นาข้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง เนื่องจากแปลงเก็บตัวอย่างดินส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินบางเขน (Bn) และ ชุดดินรังสิต (Rs) ซึ่งเป็นดินที่อยู่ในกลุมดินใหญ Dystraquerts ซึ่งเป็นกลุ่มดินที่มีความอุดมสมบูรณอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงสูงมากในดินบน (สถิระ, 2544) ขณะที่พืชไร่มีปริมาณ OM เนื่องจากพื้นที่ปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินกำแพงแสนดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557) ปริมาณอินทรียวัตถุในชั้นดินบนอยู่ที่ 2.6 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์ทางเคมีดินใน 3 อำเภอ

ประเภทการใช้ที่ดิน	ค่า pH	ค่า EC	ค่พบว่าา OM (%)
นาข้าว (A1)	5.67	0.59	3.00
พืชไร่ (A2)	7.41	0.24	1.68
ไม้ยืนต้น (A3)	5.65	0.20	1.72
ไม้ผล (A4)	5.94	0.35	2.33
ผัก (A5)	6.43	0.64	2.20
ไม้ละเมาะ (M1)	5.96	0.20	2.49



ภาพที่ 5 ความแตกต่างของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน

4.2 การศึกษาข้อมูลการสำรวจระยะไกลในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน และสมบัติทางเคมีดินที่ด่างกัน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับสมบัติทางเคมีดินทำโดยการนำค่าดัชนีพืชพรรณ 3 ชนิด ได้แก่ ดัชนี NDVI ดัชนี GNDVI และดัชนี NDII ซึ่งคำนวณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่ถ่ายครอบคลุมอำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก 2 ช่วงเวลา ได้แก่ เดือนมีนาคม 2564 และเดือนธันวาคม 2564 ซึ่งดาวน์โหลดผ่านกูเกิลเอิร์ธเอนจิน เวปไซต์ https://code.earthengine.google.com/ โดยวิธีโมเสกภาพ (mosaic) ภาพที่ได้ถูกทำการสกัดค่าในระบบ GIS โดยใช้ขอบเขตแปลงที่เก็บตัวอย่างดิน จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยตามประเภทการใช้

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ที่ดิน 6 ประเภทแล้วนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับค่าสมบัติทางเคมีดินที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2564 ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรียวัตถุ ที่ทำการเฉลี่ยตามประเภทการใช้ที่ดิน 6 ประเภท ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 6)

4.2.1 ดัชนี NDVI ในเดือนมีนาคม ไม้ยืนต้นมีค่า NDVI สูงที่สุด เท่ากับ 0.489 รองลงมา ได้แก่ ไม้ผล ไม้ละเมาะ ผัก นาข้าว และ พืชไร่ ค่า NDVI เท่ากับ 0.418 0.405 0.345 0.344 และ 0.277 S ตามลำดับ และในเดือนธันวาคม ไม้ยืนต้นมีค่า NDVI สูงที่สุด เท่ากับ 0.562 รองลงมา ได้แก่ ไม้ละเมาะ ไม้ผล พืชไร่ ผัก และนาข้าว ค่า NDVI เท่ากับ 0.502 0.474 0.380 0.351 และ0.258 ตามลำดับ

4.2.2 ดัชนี GNDVI ในเดือนมีนาคม ไม้ยืนต้นมีค่า GNDVI สูงที่สุด เท่ากับ 0.404 รองลงมา ได้แก่ ไม้ผล ไม้ละเมาะ ผัก นาข้าว และ พืชไร่ ค่า GNDVI เท่ากับ 0.353 0.351 0.295 0.291 0.258 ตามลำดับ และในเดือนธันวาคม ไม้ยืนต้นมีค่า GNDVI สูงที่สุด เท่ากับ 0.451 รองลงมา ได้แก่ ไม้ละเมาะ ไม้ผล พืชไร่ ผัก และนาข้าว ค่า GNDVI เท่ากับ 0.412 0.384 0.332 0.283 และ0.202 ตามลำดับ

4.2.3 ดัชนี NDII ในเดือนมีนาคม ไม้ยืนต้นมีค่า NDII สูงที่สุด เท่ากับ 0.103 รองลงมา ได้แก่ ไม้ผล ผัก ไม้ละเมาะ นาข้าว และ พืชไร่ ค่า NDII เท่ากับ 0.035 0.025 0.026 0.023 และ -0.026 และในเดือนธันวาคม ไม้ยืนต้นมีค่า NDII สูงที่สุด เท่ากับ 0.206 รองลงมา ได้แก่ ไม้ละเมาะ ไม้ผล นาข้าว ผัก และพืชไร่ ค่า NDII เท่ากับ 0.141 0.135 0.095 0.088 และ 0.063

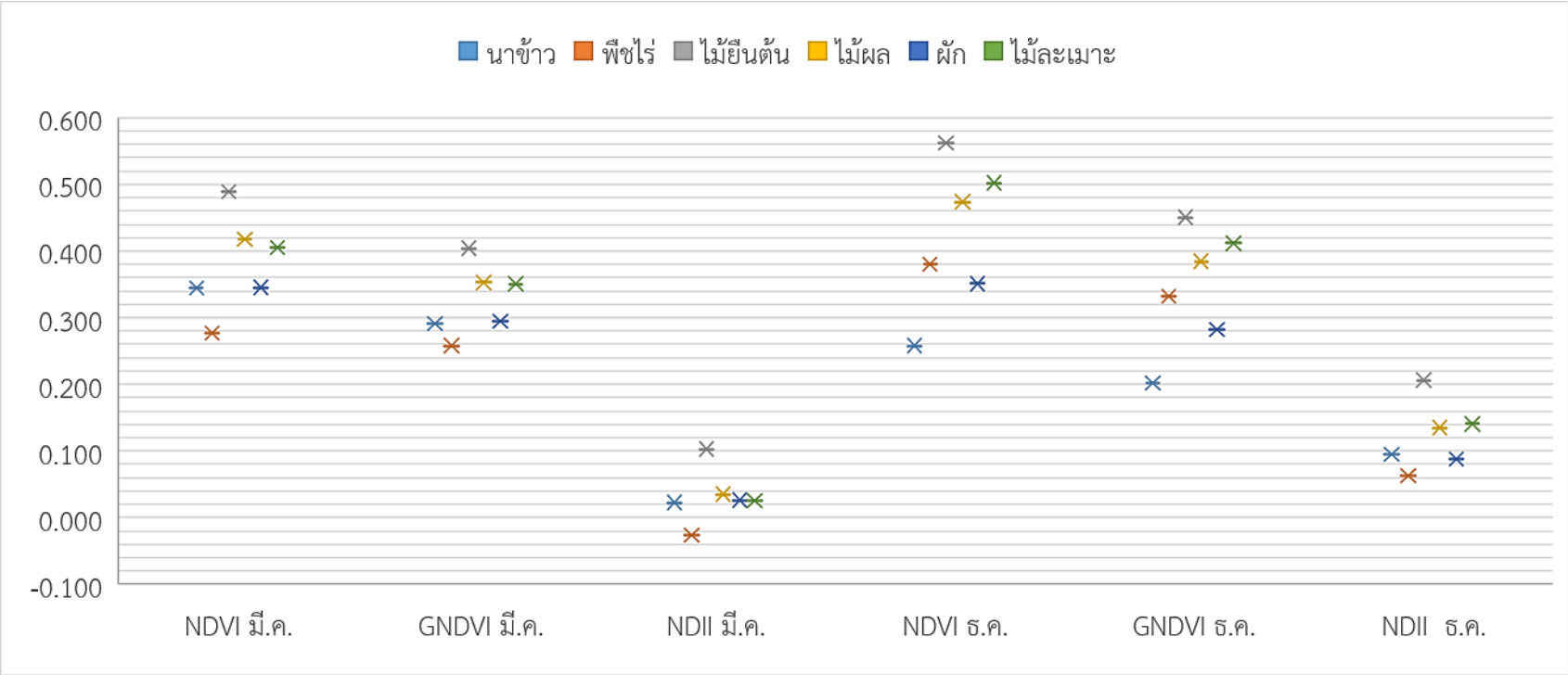
การเปลี่ยนแปลงของค่า NDVI และ GNDVI ลักษณะคล้ายกันทั้ง 2 เดือน คือ ค่า NDVI มีค่าสูงกว่า GNDVI ซึ่งเกิดจากดัชนี NDVI เป็นการคำนวณสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้และช่วงคลื่นแสงสีแดงโดยใช้สมการ (NIR – red) / (NIR + red) และ GNDVI คำนวณสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้และช่วงคลื่นแสงสีเขียวโดยใช้สมการ (NIR – green) / (NIR + green) โดยทั่วไปพืชจะสะท้อนช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้มากกว่าช่วงคลื่นแสงสีเขียวและช่วงคลื่นแสงสีแดงตามลำดับเมื่อค่าต่างๆแล้วจึงเห็นว่าในบริเวณที่มีพืชปกคลุมสูงจะมีค่า NDVI สูงกว่าค่า GNDVI และค่า NDII ตามลำดับ และไม้ยืนต้น ไม้ผล และไม้ละเมาะ มีค่า NDVI และ GNDVI สูงกว่า นาข้าว พืชไร่ และผัก เนื่องจากค่า NDVI และ GNDVI มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับขนาดทรงพุ่ม ขนาดพื้นที่ใบ และมวลชีวภาพ คือค่า NDVI และ GNDVI จะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดทรงพุ่ม ขนาดพื้นที่ใบ และมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น (Rouse et al., 1974; Gitelson et al., 1996; Simms and Ward, 2013) แต่อย่างไรก็ตามในเดือนมีนาคมค่า NDVI และ GNDVI ของไม้ผลสูงกว่าของไม้ละเมาะ แต่ต่ำกว่าในเดือนธันวาคม ทั้งนี้อาจเกิดจากไม้ผลเป็นพืชที่เกษตรกรมีการดูแลรดน้ำตลอดทั้งปี ขณะที่ไม้ละเมาะเป็นพืชที่ไม่มีการดูและและอาศัยน้ำฝนในการเจริญเติบโตเป็นหลัก จึงทำให้ในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งไม้ละเมาะมีการเจริญเติบโตน้อยและมีการผลัดใบเนื่องจากมีน้ำไม่เพียงพอ ซึ่งคล้ายกับต้นไม้หลายชนิดเช่น ยางพาราในช่วงเดือนที่อากาศแห้งใบสีเขียวเข้มที่ปกติจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเหลืองก่อนที่จะร่วงหล่น ทำให้ใบลดลง (Azizan et al., 2021) เมื่อมีใบลดลงทำให้การดูดซับช่วงคลื่นสีแดงลดลง และพื้นที่มีช่องว่างเนื่องจากใบพืชปกคลุมน้อยลง และค่าสะท้อนแสงในบริเวณที่ว่างจะเป็นค่าสะท้อนแสงของดินซึ่งมีการสะท้อนแสงทุกช่วงคลื่นสูงทำให้เมื่อคำนวณสัดส่วนแล้วค่าช่วงคลื่นแสงสีแดงและแสงสีเขียวแตกต่างจากค่าช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ไม่มากนักจึงทำให้ค่า NDVI

และ GNDVI มีค่าต่ำขณะที่ไม้ผลไม่มีการผลัดใบจึงทำให้ค่าไม่แตกต่างกันมากนักทั้ง 2 เดือน ซึ่งในเดือนธันวาคมซึ่งเป็นช่วงปลายฝนไม้ละเมาะยังมีน้ำเพียงพอในการเจริญเติบโต และส่วนใหญ่ไม้ละเมาะจะเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่กว่าไม้ผลทำให้ค่า NDVI และ GNDVI สูงกว่าไม้ละเมาะ พืชที่มีอายุสั้นเช่น ผัก ข้าว และพืชไร่โดยทั่วไปจะมีค่าดัชนี NDVI และ GNDVI ต่ำกว่าไม้ยืนต้น เกิดจากเป็นต้นไม้ที่มีขนาดเล็กมีใบน้อยทำให้การดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าน้อย แต่อย่างไรก็ตามพบว่า นาข้าวมีค่า NDVI และ GNDVI ต่ำที่สุดในเดือนมีนาคม ซึ่งเกิดจากช่วงนี้เกษตรกรเก็บเกี่ยวข้าวเรียบร้อยแล้ว ซึ่งโดยทั่วไปพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุมหรือพืชปกคลุมน้อยจะมีค่าดัชนี NDVI และ GNDVI ต่ำ และในทำนองเดียวกัน พืชไร่จะมีค่าดัชนี NDVI และ GNDVI ต่ำที่สุดในเดือนธันวาคมเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวอ้อยในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม และปล่อยตอให้งอกขึ้นมาใหม่ซึ่งส่วนใหญ่จะเริ่มงอกใหม่ในเดือนมีนาคม โดยในปี 2564 โรงงานเริ่มเปิดหีบอ้อยเริ่มตั้งแต่วันที่ 7 ธันวาคม 2564 เป็นต้นไป (ประชาชาติธุรกิจ, 2564)

การเปลี่ยนแปลงของค่า NDII ต่างจากค่า NDVI และ ค่า GNDVI โดยในเดือนมีนาคม ค่า NDII ของพืชไร่ นาข้าว ไม้ละเมาะ ผัก มีค่าต่ำ ขณะที่ในเดือนธันวาคม พืชไร่ ผัก นาข้าว ไม้ผล มีค่าต่ำ ทั้งนี้เกิดจากดัชนี NDII เป็นดัชนีที่วัดการสะท้อนแสงโดยการหาค่าความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่น near-infrared และช่วงคลื่น shortwave infrared เป็นดัชนีที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในเรือนยอดของพืช (Ji et al., 2011) สามารถใช้ตรวจจับความเครียดในน้ำของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามคุณสมบัติของการสะท้อนแสงอินฟราเรดคลื่นสั้น ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำในใบ เนื่องจากการดูดซับปริมาณมากโดยใบไม้ ค่าดัชนีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น และเนื่องจากความไวนี้เพื่อปริมาณน้ำของพืช NDII ให้ข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับสภาพพืชมากกว่า NDVI โดย NDII แสดงความสัมพันธ์สูงกับความชื้นในชั้นดินบนบริเวณราก (Ochoa et al., 2023) ซึ่งเห็นได้ว่าค่า NDII ในเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงปลายฝนจะมีค่าสูงกว่าในเดือนมีนาคมฤดูแล้ง ซึ่งพื้นที่พืชไร่ นาข้าว ผัก เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพืชน้อย เป็นช่วงหลังเก็บเกี่ยว และไม้ละเมาะเป็นช่วงที่ต้นไม้ผลัดใบพื้นดินส่วนใหญ่แห้งเนื่องจากเป็นพืชที่ต้องอาศัยน้ำฝน แต่จะสูงกว่าในไม้ผลในเดือนธันวาคมเนื่องจากต้นไม้มีความหนาแน่นกว่า และมีใบที่ออกมาใหม่ยังไม่มีการร่วงสามารถเก็บความชื้นได้มากกว่า ไม้ผลซึ่งส่วนใหญ่ปลูกเป็น แถวมีพื้นที่ว่างเยอะกว่าความหนาแน่นของต้นพืชในพื้นที่น้อยกว่า

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณในแปลงที่มีการใช้ที่ดินที่มีพืชปกคลุม 6 ประเภท

ประเภทการใช้ที่ดิน	มีนาคม 2564			ธันวาคม 2564		
	NDVI	GNDVI	NDII	NDVI	GNDVI	NDII
นาข้าว	0.344	0.291	0.023	0.258	0.202	0.095
พืชไร่	0.277	0.258	-0.026	0.380	0.332	0.063
ไม้ยืนต้น	0.489	0.404	0.103	0.562	0.451	0.206
ไม้ผล	0.418	0.353	0.035	0.474	0.384	0.135
ผัก	0.345	0.295	0.026	0.351	0.283	0.088
ไม้ละเมาะ	0.405	0.351	0.025	0.502	0.412	0.141



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณในแปลงที่มีการใช้ที่ดินที่มีพืชปกคลุม 6 ประเภท

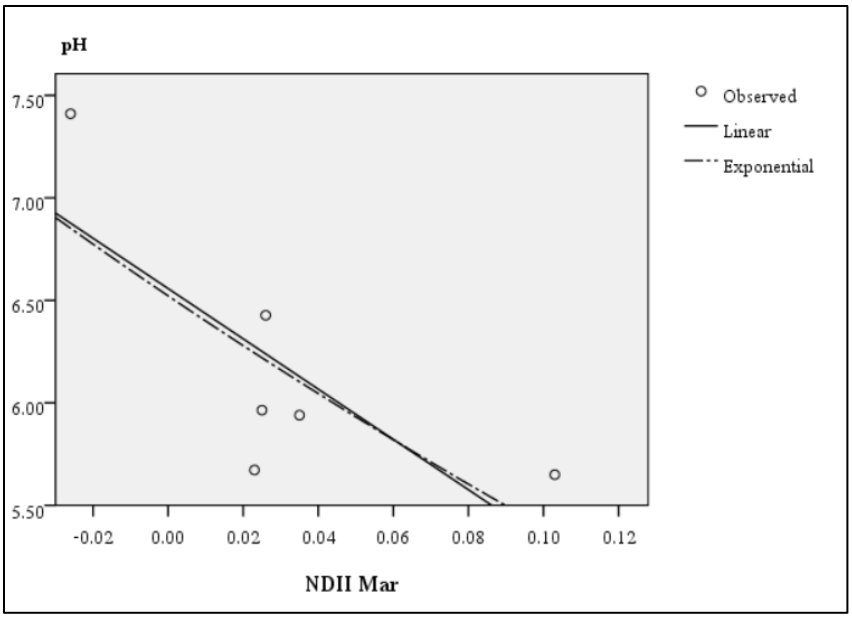
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับสมบัติทางเคมีดิน

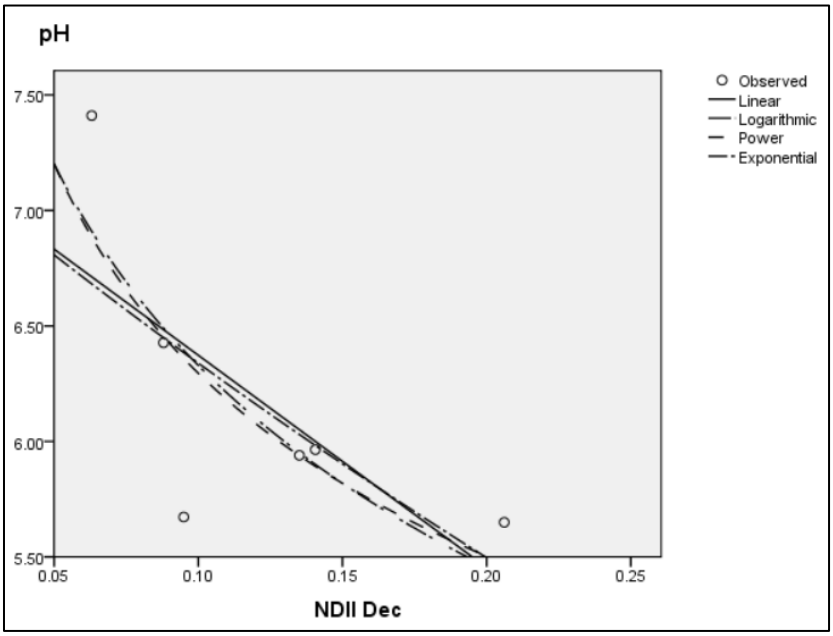
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับสมบัติทางเคมีดินทำโดยการนำค่าดัชนีพืชพรรณ 3 ชนิด ได้แก่ ดัชนี NDVI ดัชนี GNDVI และดัชนี NDII ซึ่งคำนวณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่ถ่ายครอบคลุมอำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก 2 ช่วงเวลา ได้แก่เดือนมีนาคม 2564 และเดือนธันวาคม 2564 ซึ่งดาวน์โหลดผ่านกูเกิลเอิร์ธเอนจิน เวปไซต์ https://code.earthengine.google.com/ โดยวิธีโมเสกภาพ (mosaic) ภาพที่ได้ถูกทำการสกัดค่าในระบบ GIS โดยใช้ขอบเขตแปลงที่เก็บตัวอย่างดิน จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยตามประเภทการใช้ที่ดิน 6 ประเภทแล้วนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับค่าสมบัติทางเคมีดินที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2564 ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรียวัตถุ ที่ทำการเฉลี่ยตามประเภทการใช้ที่ดิน 6 ประเภท ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินจากข้อมูลภาพถ่ายทั้ง 2 เดือน (ตารางที่ 14) โดยข้อมูลภาพถ่ายในมีนาคม พบความสัมพันธ์ในระดับปานกลางทั้ง 3 ดัชนี แต่อย่างไรก็ตามดัชนี NDII ที่ใช้โมเดลแบบ Exponential ให้ค่าความสัมพันธ์สูงที่สุดโดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.59 และ p-value เท่ากับ 0.08 ขณะที่ข้อมูลภาพถ่ายในธันวาคม มีเพียงดัชนี NDII พบความสัมพันธ์ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง เมื่อใช้โมเดลแบบ Logarithmic และ Power โดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.63 และ p-value เท่ากับ 0.60 ทั้งนี้จึงอาจเป็นไปได้ว่าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 มีศักยภาพในการใช้ทำแบบจำลองสำหรับประมาณค่าความเป็นกรดเป็นด่าง โดยความความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี NDII กับ ค่า pH มีความสัมพันธ์เชิงลบ (ภาพที่ 7 และภาพที่ 8) คือเมื่อค่า NDII สูงขึ้นค่า pH มีแนวโน้มลดลง ซึ่งโดยทั่วไปค่าดัชนีพืชพรรณจะสามารถใช้จำแนกปริมาณของพืชและสุขภาพของพืชที่ปกคลุม และนอกจากนี้ความสัมพันธ์ของค่า NDII กับค่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างอาจสัมพันธ์กับการปลูกพืชซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และชุดดินซึ่งทำให้สมบัติดินเหมาะสมต่อการปลูกพืชที่ต่างกัน โดยพืชไร่ซึ่งมีค่า NDII ส่วนใหญ่ต่ำ และค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง เกิดจากตัวอย่างดินที่เก็บส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินกำแพงแสน (Ks) ในอำเภอกำแพงแสน ซึ่งเป็นชุดดินที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างในชั้นดินบนอยู่ในช่วง 7.0-8.0 ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างอ่อน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557ก) ขณะที่ไม้ยืนต้นมีค่า NDII สูงที่สุด จะมีค่าเฉลี่ยของ pH ต่ำที่สุด ส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินแกลง (Kl) ซึ่งเป็นชุดดินที่มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557ก) จึงอาจเป็นไปได้ว่าการประมาณค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้ค่า NDII อาจต้องคำนึงถึงลักษณะของภูมิประเทศ ชุดดิน และชนิดของพืชที่ปกคลุม และดัชนี NDII แสดงความสัมพันธ์สูงกว่า ดัชนี NDVI และ ดัชนี GNDVI อาจเกิดจาก NDII สามารถตรวจจับความเครียดของพืชได้ดีกว่า (Ochoa et al., 2023)



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี NDII เดือนมีนาคมกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน



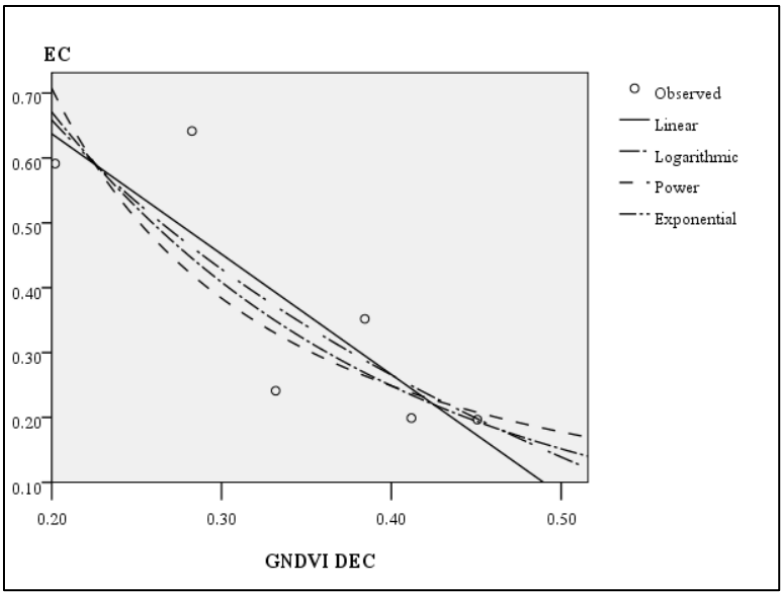
ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี NDII เดือนธันวาคมกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ตารางที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

เดือน	ดัชนีพืชพรรณ	โมเดล	สมการ	r^2	p-value
มีนาคม 2564	NDVI	Linear	pH = -25.472NDVI + 12.138	0.50	0.11
		Exponential	$pH = 15.645e^{-3.99\ NDVI}$	0.52	0.10
		Logarithmic	pH = -5.973ln(NDVI) - 2.5132	0.51	0.11
		Power	$pH = 1.5753NDVI^{-0.936}$	0.53	0.10
	GNDVI	Linear	pH = -8.9301GNDVI + 9.0828	0.51	0.11
		Exponential	$pH = 9.6221e^{-1.376GNDVI}$	0.51	0.11
		Logarithmic	pH = -3.016ln(GNDVI) + 2.757	0.55	0.09
		Power	$pH = 3.635GNDVI^{-0.464}$	0.55	0.09
	NDII	Linear	pH = -12.267x + 6.5577	0.58	0.08
		Exponential	$pH = 6.522e^{-1.897x}$	0.59	0.08
		Logarithmic	-	-	-
		Power	-	-	-
ธันวาคม 2564	NDVI	Linear	pH = -1.4435NDVI + 6.7854	0.06	0.64
		Exponential	$pH = 6.7525e^{-0.222NDVI}$	0.06	0.64
		Logarithmic	pH = -0.352ln(NDVI) + 5.8615	0.02	0.77
		Power	$pH = 5.8623NDVI^{-0.053}$	0.02	0.78
	GNDVI	Linear	pH = -0.9344GNDVI + 6.4987	0.02	0.81
		Exponential	$pH = 6.4631e^{-0.145GNDVI}$	0.02	0.81
		Logarithmic	pH = -0.074ln(GNDVI) + 6.0965	0.00	0.95
		Power	$pH = 6.0772GNDVI^{-0.011}$	0.00	0.95
	NDII	Linear	pH = -9.1971x + 7.2933	0.49	0.12
		Exponential	$pH = 7.3122e^{-1.427x}$	0.50	0.12
		Logarithmic	pH = -1.259ln(x) + 3.4309	0.63	0.60
		Power	$pH = 4.0265x^{-0.194}$	0.63	0.60

4.3.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC)

พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าการนำไฟฟ้าของดินของดินจากข้อมูลภาพถ่ายทั้ง 2 เดือน (ตารางที่ 15) โดยข้อมูลภาพถ่ายในมีนาคมพบความสัมพันธ์ในระดับต่ำทั้ง 3 ดัชนี แต่อย่างไรก็ตามดัชนี NDVI ที่ใช้โมเดลแบบ Power ให้ค่าความสัมพันธ์สูงที่สุดโดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.32 และ p-value เท่ากับ 0.24 ขณะที่ข้อมูลภาพถ่ายในธันวาคม ดัชนี NDVI และ GNDVI พบความสัมพันธ์ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง โดย GNDVI โมเดลแบบ Exponential โดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.73 และ p-value เท่ากับ 0.03 ทั้งนี้จึงอาจเป็นไปได้ว่าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 มีศักยภาพในการใช้ทำแบบจำลองสำหรับประมาณค่าการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพที่ 9) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่า GNDVI ในเดือนธันวาคมกับค่าความเป็นค่าการนำไฟฟ้าของดิน โดยเมื่อค่า GNDVI สูงขึ้นค่าการนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มลดลง จาผลการวิเคราะห์เห็นได้ว่าดัชนี NDVI และ GNDVI มีศักยภาพในการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของดินในพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม แต่ดัชนี GNDVI อาจมีศักยภาพสูงกว่าเนื่องจากค่า GNDVI มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบสถานะการเจริญเติบโตของพืชตามเวลาจริง การทำนายหรือประเมินคุณลักษณะของพืช เช่น พื้นที่ใบ มวลชีวภาพ ความสมบูรณของพืชและความหนาแนนของพืช (ชรัตน, 2540) ค่า GNDVI มีความไวต่อการแปรผันของคลอโรฟิลล์ในพืชมากกว่าค่า NDVI และมีจุดอิ่มตัวที่สูงกว่า สามารถใช้ในพืชที่มีทรงพุ่มหนาแน่นหรือในขั้นตอนการพัฒนาขั้นสูงในขณะที่ค่า NDVI เหมาะสำหรับการประมาณความแข็งแรงของพืชในระยะแรก ค่า GNDVI เป็นดัชนีวัดกิจกรรมการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นดัชนีคลอโรฟิลล์และถูกนำมาใช้มากขึ้น ในการกำหนดปริมาณน้ำและไนโตรเจนในเรือนยอดของพืชเนื่องจากมีความอิ่มตัวช้ากว่าค่า NDVI เป็นดัชนีพืชชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สำคัญสำหรับกระบวนการทางสรีรวิทยาหลายอย่างที่เชื่อมโยงชีพลักษณ์ของพืช ความสามารถในการสังเคราะห์แสง และการตรวจจับความเครียดรวมถึงความเครียดจากภัยแล้ง (Gitelson et al., 1996) และค่าดัชนีพืชพรรณในเดือนธันวาคมให้ค่าความสัมพันธ์สูงกว่าค่าดัชนีพืชพรรณในเดือนมีนาคมอาจเกิดจากช่วงเดือนธันวาคมส่วนใหญ่ยังมีพืชปกคลุมและไม่มีการผลัดใบจึงทำให้สามารถเห็นความแตกต่างในการดูดซับช่วงคลื่นของคลอโรฟิลล์ของพืชที่เจริญเติบโตได้ปกติในพื้นที่ที่ดินไม่มีความเค็มและพืชที่เจริญเติบโตผิดปกติ มีคลอโรฟิลล์ต่ำในบริเวณที่ดินมีความเค็ม ซึ่งสอดคล้องกับ Cilek and Berberoglu (2018) ที่รายงานว่าการใช้ดัชนีพืชพรรณต่างช่วงเวลามีผลต่อความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชและ กรมการข้าว (กรมการข้าว, มปป.) การมีเกลือมากทำให้อัตราการเจิญเติบโตของพืชต่ำ และเกลือไปยับยั้งการดูดใช้โพแทสเซียมและแคลเซียมด้วย นอกจากนี้ยังทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี GNDVI เดือนธันวาคมกับค่าการนำไฟฟ้าของดิน

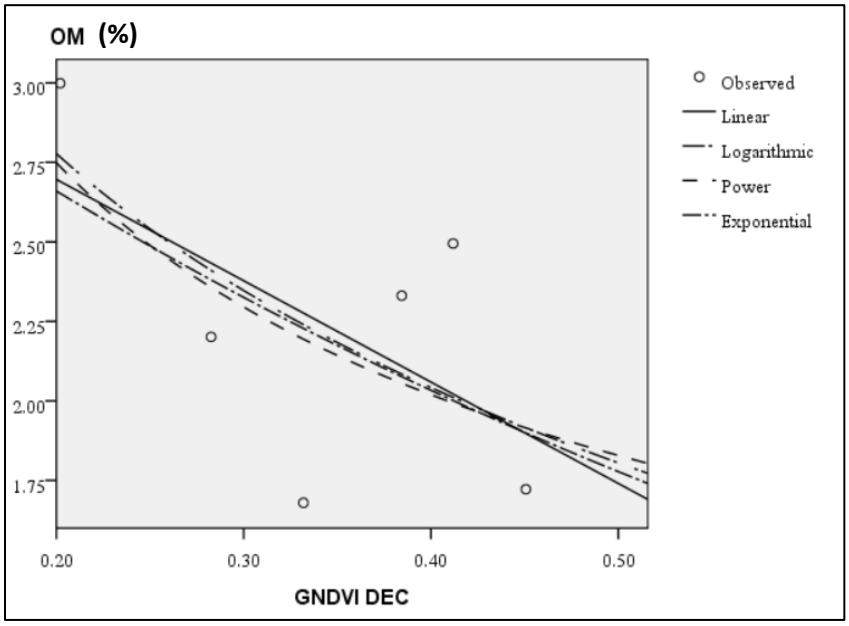
ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าการนำไฟฟ้าของดิน

เดือน	ดัชนีพืชพรรณ	โมเดล	สมการ	r^2	p-value
มีนาคม 2564	NDVI	Linear	EC = -5.7388NDVI + 1.7132	0.29	0.28
		Exponential	EC = -5.7388NDVI + 1.7132	0.29	0.24
		Logarithmic	EC = -1.326ln(NDVI) - 1.5584	0.08	0.28
		Power	$EC = 0.0014NDVI^{-3.751}$	0.32	0.24
	GNDVI	Linear	EC = -1.8015GNDVI + 0.9564	0.23	0.33
		Exponential	$EC = 1.6593e^{-4.976GNDVI}$	0.25	0.31
		Logarithmic	EC = -0.545ln(GNDVI) - 0.2483	0.20	0.37
		Power	$EC = 0.0595GNDVI^{-1.508}$	0.22	0.35
	NDII	Linear	EC = -0.8517NDII + 0.3967	0.03	0.40
		Exponential	$EC = 0.3585e^{-2.805NDII}$	0.05	0.36
		Logarithmic	-	-	-
		Power	-	-	-
ธันวาคม 2564	NDVI	Linear	EC = -1.4275NDVI + 0.9716	0.64	0.06
		Exponential	$EC = 1.6538e^{-3.836NDVI}$	0.65	0.05
		Logarithmic	EC = -0.559ln(NDVI) - 0.1313	0.64	0.06
		Power	$EC = 0.086NDVI^{-1.495}$	0.64	0.06
	GNDVI	Linear	EC = -1.8556x + 1.0084	0.72	0.03
		Exponential	$EC = 1.8088e^{-4.959x}$	0.73	0.03
		Logarithmic	EC = -0.567ln(x) - 0.2541	0.70	0.04
		Power	$EC = 0.0625x^{-1.508}$	0.70	0.04
	NDII	Linear	EC = -1.9799NDII + 0.6105	0.26	-
		Exponential	$EC = 0.6457e^{-5.565NDII}$	0.28	-
		Logarithmic	EC = -0.201ln(NDII) - 0.0687	0.18	-
		Power	$EC = 0.0957NDII^{-0.566}$	0.20	-

4.3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินจากข้อมูลภาพถ่ายทั้ง 2 เดือน (ตารางที่ 16) โดยข้อมูลภาพถ่ายในมีนาคม พบความสัมพันธ์ในระดับต่ำมากทั้ง 3 ดัชนี ขณะที่ข้อมูลภาพถ่ายในธันวาคม ดัชนี NDVI และ GNDVI พบความสัมพันธ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง โดย GNDVI โมเดลแบบ Logarithmic โดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.40 และ p-value เท่ากับ 0.18 ทั้งนี้จึงอาจเป็นไปได้ว่าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 มีศักยภาพในการใช้ทำแบบจำลองสำหรับประมาณปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ภาพที่ 10) โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี GNDVI เดือนธันวาคมกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์เชิงลบคือ พบว่าเมื่อค่า GNDVI สูงขึ้นปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มลดลง ซึ่งโดยทั่วไปค่าดัชนีพืชพรรณจะสามารถใช้จำแนกปริมาณของพืชและสุขภาพของพืชที่ปกคลุม โดยพืชที่มีขนาดใหญ่ มีมวลชีวภาพสูง จะมีค่าดัชนี NDVI ดัชนี GNDVI และ ดัชนี NDII ที่สูงกว่าบริเวณที่พืชปกคลุมอยู่น้อยและพืชเป็นโรคทั้งจากการขาดธาตุอาการและการเกิดโรคแมลง ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงแต่มีค่าดัชนีพืชพรรณต่ำกว่า ซึ่งเป็นพื้นที่นาข้าวจึงอาจเป็นไปได้ว่าการศึกษาโดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณเพื่อหาความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุในดินอาจต้องคำนึงถึงลักษณะของภูมิประเทศ ชุดดิน และชนิดของพืชที่ปกคลุม ซึ่งโดยทั่วไปนาข้าวจะอยู่ในบริเวณชุดดินที่เป็นดินเหนียวในที่ลุ่ม เป็นบริเวณที่มีการสะสมของอินทรียวัตถุสูงเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณพื้นที่ดอนซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดินร่วนหรือดินทรายในบริเวณที่ปลูกไม้ยืนต้นที่มีค่าดัชนีพืชพรรณสูง หน้าดินตื้น มีชั้นดินน้อย มีการชะล้างหน้าดินมาก ชั้นดินบนจะบาง หรืออาจจะไม่มีชั้นดินบนเลยก็ได้ ตรงกันข้ามกับดินที่เกิดในที่ราบลุ่ม ที่มักจะมีชั้นดินบนที่หนากว่าเนื่องจากเป็นแหล่งทับถมของตะกอน เนื้อดินละเอียดกว่า เพราะมีการเคลื่อนย้ายอนุภาคขนาดดินเหนียวจากดินชั้นบนลงไปสะสมอยู่ในดินล่าง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557ข)



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี GNDVI เดือนธันวาคมกับค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี GNDVI เดือนธันวาคมกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

เดือน	ดัชนีพืชพรรณ	โมเดล	สมการ	r^2	p-value
มีนาคม 2564	NDVI	Linear	OM = 5.5705NDVI + 0.9344	0.04	0.70
		Exponential	$OM = 1.2743e^{2.3185\ NDVI}$	0.04	0.71
		Logarithmic	OM = 1.3642ln(NDVI) + 4.2228	0.05	0.68
		Power	$OM = 5.0075\ NDVI^{0.5677}$	0.05	0.70
	GNDVI	Linear	OM = -1.3025GNDVI + 2.6617	0.02	0.79
		Exponential	$OM = 2.5612e^{-0.478GNDVI}$	0.01	0.82
		Logarithmic	OM = -0.264ln(GNDVI) + 1.9388	0.01	0.87
		Power	$OM = 2.0042GNDVI^{-0.079}$	0.00	0.91
	NDII	Linear	OM = -1.4441 NDII + 2.2827	0.01	0.06
		Exponential	$OM = 2.2344e^{-0.612\ NDII}$	0.01	0.05
		Logarithmic	-	-	-
		Power	-	-	-
ธันวาคม 2564	NDVI	Linear	OM = -2.3304NDVI + 3.2195	0.27	0.29
		Exponential	$OM = 3.3023e^{-0.973NDVI}$	0.24	0.31
		Logarithmic	OM = -0.989ln(NDVI) + 1.3511	0.32	0.24
		Power	$OM = 1.5175NDVI^{-0.41}$	0.28	0.29
	GNDVI	Linear	OM = -3.1864GNDVI + 3.3337	0.34	0.22
		Exponential	$OM = 3.4796e^{-1.343GNDVI}$	0.30	0.26
		Logarithmic	OM = -1.061ln(GNDVI) + 1.0698	0.40	0.18
		Power	$OM = 1.3433GNDVI^{-0.445}$	0.35	0.21
	NDII	Linear	OM = -1.8212NDII + 2.4589	0.03	0.72
		Exponential	$OM = 2.4054e^{-0.764NDII}$	0.03	0.74
		Logarithmic	OM = -0.038ln(NDII) + 2.1559	0.00	0.95
		Power	$OM = 2.1645NDII^{-0.006}$	0.00	0.98

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในอำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก ซึ่งทั้ง 3 อำเภอ มีพื้นที่ดินที่มีศักยภาพต่ำ ได่แก่ พื้นที่ดินเค็มและพื้นที่ดินเปรี้ยว ขึ้นอยู่กับประเภทการใช้ที่ดิน และ ชุดดิน ได้แก่

1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง พื้นที่ปลูกพืชไร่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ พื้นที่ปลูกผัก ไม้ละเมาะ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และนาข้าว ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากพื้นที่ปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ชุดดินที่ปลูกมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง เช่น ขุดดินกำแพงแสน ขณะที่นาข้าวส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และอำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก ชุดดินในนาข้าวส่วนใหญ่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ

2) ค่าการนำไฟฟ้า พื้นที่ปลูกผักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ พื้นที่นาข้าว ไม้ผล พืชไร่ ไม้ยืนต้น และไม้ละเมาะ ตามลำดับ พื้นที่ปลูกผักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดเนื่องจากแปลงเก็บตัวอย่างดินส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินกำแพงแสน (Ks) ชุดดินบางเขน (Bn) และชุดดินเสนา (Se) ซึ่งเป็นดินที่วัตถุตนกำเนิดดิน เป็นตะกอนน้ำผสมกับตะกอนทะเล พัฒนาในสภาพน้ำกรอย

3) ค่าปริมาณอินทรียวัตถุ นาข้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ไม้ละเมาะ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และพืชไร่ ตามลำดับ นาข้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง เนื่องจากแปลงเก็บตัวอย่างดินส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินบางเขน (Bn) และ ชุดดินรังสิต (Rs) ซึ่งเป็นดินที่อยู่ในกลุมดินใหญ Dystraquerts ซึ่งเป็นกลุ่มดินที่มีมีความอุดมสมบูรณอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงสูงมากในดินบน ขณะที่พืชไร่มีปริมาณ OM เนื่องจากพื้นที่ปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินกำแพงแสนดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วน มีปริมาณอินทรียวัตถุในชั้นดินบนต่ำ

5.1.2 ประเภทการใช้ที่ดิน การดูแลให้น้ำ และฤดูกาลมีผลต่อค่าดัชนีพืชพรรณที่คำนวณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยการเปลี่ยนแปลงของค่า NDVI และ GNDVI ลักษณะคล้ายกันทั้ง 2 เดือน คือ ค่า NDVI มีค่าสูงกว่า GNDVI โดยเดือนมีนาคมค่า NDVI และ GNDVI ของไม้ผลสูงกว่าของไม้ละเมาะ แต่ต่ำกว่าในเดือนธันวาคม พืชที่มีอายุสั้น เช่น ผัก ข้าว และ พืชไร่ มีค่าดัชนี NDVI และ GNDVI ต่ำกว่าไม้ยืนต้น ไม้ผล และ ไม้ละเมาะ ค่า NDII ในเดือนมีนาคม ของพืชไร่ นาข้าว ไม้ละเมาะ ผัก มีค่าต่ำ ขณะที่ในเดือนธันวาคม พืชไร่ ผัก นาข้าว ไม้ผล มีค่าต่ำ ทั้งนี้เกิดจากดัชนี NDII สามารถใช้ตรวจจับความเครียดในน้ำของพืชได้ ซึ่งเห็นได้ว่าค่า NDII ในเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงปลายฝนจะมีค่าสูงกว่าในเดือนมีนาคมฤดูแล้ง ซึ่งพื้นที่พืชไร่ นาข้าว ผัก เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพืชน้อย เป็นช่วงหลังเก็บเกี่ยว และไม้ละเมาะเป็นช่วงที่ต้นไม้ผลัดใบพื้นดินส่วนใหญ่แห้งเนื่องจากเป็นพืชที่ต้องอาศัยน้ำฝน แต่จะสูงกว่าในไม้ผลในเดือนธันวาคมเนื่องจากต้นไม้มีความหนาแน่นกว่า และมีใบที่ออกมาใหม่ยังไม่มีการร่วงสามารถเก็บความชื้นได้มากกว่า ไม้ผลซึ่งส่วนใหญ่ปลูกเป็น แถวมีพื้นที่ว่างเยอะกว่าความหนาแน่นของต้นพืชในพื้นที่น้อยกว่า

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

5.1.3 ค่าดัชนีพืชพรรณ 3 ชนิด ได้แก่ ดัชนี NDVI ดัชนี GNDVI และดัชนี NDII ซึ่งคำนวณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 มีศักยภาพในการนำมาประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินดัชนี NDII และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในเดือนมีนาคมให้ความสัมพันธ์สูงที่สุด ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณอินทรียวัตถุ ดัชนี GNDVI และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในเดือนธันวาคมให้ความสัมพันธ์สูงที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรจัดทำแบบจำลองการความอุดมสมบูรณ์ของดินแยกตามชนิดพืชเนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีช่วงการเจริญเติบโตและแสดงความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนแสงและสมบัติดินที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงของปี

5.2.2 การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน อาจจำเป็นต้องศึกษาและเก็บข้อมูลในช่วงเวลามีพืชปกคลุม เนื่องจากการใช้ข้อมูลรีโมทเซนซิงอาศัยหลักการการสะท้อนแสงของพืช โดยบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่น บริเวณที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำหรือค่าการนำไฟฟ้าของดินสูง จะมีการเจริญเติบโตของพืชต่ำ ส่งผลให้ค่าดัชนีพืชพรรณต่ำ ในทางตรงกันข้ามบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง การเจริญเติบโตของพืชสูง ส่งผลให้ค่าดัชนีพืชพรรณสูง เป็นต้น

5.2.3 ควรทดสอบแบบจำลอง กับพื้นที่ข้างเคียงเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ

5.2.4 เนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชมีความสัมพันธ์กับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี การสุ่มเก็บข้อมูลในแต่ละปีที่ศึกษาและจะทำให้โมเดลมีความแม่นยำขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. มปป. **ดินเค็ม**. องค์ความรู้เรื่องข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งมา: http://www.ricethailand.go.th/rkb3/Fertilizer_022.pdf, 20 มกราคม 2566.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี แก้ไขครั้งที่ 01 วันที่บังคับใช้ กันยายน 2553**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2557ก. **ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคกลาง.** กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งมา: http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum//, 20 มกราคม 2566.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2557ข. **ดินและการเกิดดิน**. กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แหล่งมา: https://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/survey_1/soils.htm, 20 มกราคม 2566.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2559. **ลักษณะและสมบัติดินตามกลุ่มชุดดิน 62 กลุ่ม**. กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งม: http://oss101.ldd.go.th/soilr/product.html, 20 มกราคม 2566.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2562. **คำอธิบายลักษณะและสมบัติของชุดดินจัดตั้งในประเทศไทย.** กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งมา: http://oss101.ldd.go.th/thaisoils%5Fmuseum/knownlg/series_all_pfdesc.html, 20 มกราคม 2566.

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. มปป. **ข้อมูลการจัดการดิน**. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงบำรุงดิน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งมา: https://www.ldd.go.th/Web_Soil/Page_02.htm, 20 มีนาคม 2565

กองสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. มปป. **ความรู้เรื่องดินสำหรับเยาวชน**. กองสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://osl101.ldd.go.th/easysoils/, 20 มกราคม 2565

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 10**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 547 หน้า.

เครือวัลย์ บุญเงิน นิทัศน์ กาญจนภา สมบัติ ตงเต๊า และทอม เตียะเพชร. มปป. **การพัฒนาการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในเขตพื้นที่โครงการหมู่บ้านวิชาการเกษตร อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม**. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.

ปิยพร ศรีสม, จินดา ศิริตา, ปิยดา ยศสุนทร, วลีพรรณ รกิติกุล และ สุภาวดี แก้วพามา. มปป. **การประเมินคุณภาพดินเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่หมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย**. วารสารการวิจัยกาสะลองคำ. หน้า 61-68.

ประคัลภ์ กรุดเจริญ วรางคณา สงวนพงษ์ และ ศรชัย คุมสุข. 2557. **การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการจัดการและการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่. 10 หน้า.

ประชาชาติธุรกิจ. 2564. **เศรษฐกิจในประเทศ**. ประชาชาติธุรกิจ ออนไลน์ วันที่ 19 พฤศจิกายน 2564. แหล่งมา: https://www.prachachat.net/economy/news-805635, 20 มกราคม 2565

ลาวรรณ์ พร้อมสุข, เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ และ เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2556. **การประเมินคุณภาพดินเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนที่ 2 จังหวัดเพชรบูรณ์**. แก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 2 : 137-146.

สถิระ อุดมศรี. 2544. **ลักษณะสำคัญและศักยภาพของกลุมดินใหญ Dystraquerts ในที่ราบภาคกลางของประเทศไทย**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร ครั้งที่ 39 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานจังหวัดนครนายก. มปป. **ข้อมูลทั่วไปอำเภอปากพลี**. แหล่งมา: https://ww2.nakhonnayok.go.th/amphur_content/cate/3, 20 มีนาคม 2565

สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอกำแพงแสน. มปป. **ประวัติความเป็นมา**. แหล่งที่มา: https://district.cdd.go.th/kamphaengsaen/, 19 มีนาคม 2565

สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอบางเลน. 2559. **ประวัติความเป็นมา.** แหล่งที่มา: https://district.cdd.go.th/banglen/, 19 มีนาคม 2565

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1. 2564. **แผนการใช้ที่ดินตำบลดอนพุทรา อ.ดอนตูม จ.นครปฐม**. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1. 2555. **เขตการใช้ที่ดินตำบลบางหลวง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม**. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า.** สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 184 หน้า.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครนายก. มปป. **ลักษณะที่ตั้ง**. แหล่งที่มา: http://khonyok.go.th/public/location/data/index/menu/24, 20 มีนาคม 2565

องค์การบริหารส่วนตำบลปากพลี. มปป. **ข้อมูลสภาพทั่วไป**. แหล่งที่มา: http://pakplee.go.th/public/location/data/index/menu/24, 19 มีนาคม 2565

อรุณี ยูวะนิยม. มปป. **คู่มือ การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม.** กลุมวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ.

Azizan, F. A., I. S. Astuti, M. I. Aditya, T. R. Febbiyanti, A. Williams, A. Young, and A. A. Aziz. 2021. Using Multi-Temporal Satellite Data to Analyse Phenological Responses of Rubber (Hevea brasiliensis) to Climatic Variations in South Sumatra, Indonesia. **Remote Sensing**. [Online]. Available https://www.mdpi.com/2 0 7 2 - 4292/13/15/2932 (April 10, 2022)

Cilek, A. and S. Berberoglu. 2018. Object-Based Crop Mapping Using Multi-Temporal Landsat 8 Imagery. Int. **Journal of Engineering Research and Application**. Vol. 8, Issue 4, (Part -II) April 2018, pp.34-37.

Dhayalan, V., M. M. Selvam, M. Ramaraj. 2016. **Mapping and Analysis of Soil Fertility Using Remote Sensing and GIS; A Case Study of Tharangambadi Taluk, Nagappatinam District**. International Journal Of Engineering Research and General Science 4(3): 218.

Elhag, M. and J. A. Bahrawi. 2016. **Soil Salinity Mapping and Hydrological Drought Indices Assessment in Arid Environments Based on Remote Sensing Techniques**. Geosci. Instrum. Method. Data Syst. Discuss. 31p.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Gitelson, A.A., Y.J. Kaufman and M.N. Merzlyak.1996. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment** 58(3): 289-298.

Ghazali, M.F., K. Wikantika, A.B. Harto, A. Kondoh. 2020. **Generating soil salinity, soil moisture, soil pH from satellite imagery and its analysis**. Information Processing in Agriculture (7): 294–306.

Gholizadeha A., D. Žižalaa, M. Saberioonc, L. Boruvkaa. 2018. **Soil organic carbon and texture retrieving and mapping using proximal, airborne and Sentinel-2 spectral imaging**. Remote Sensing of Environment 218: 89–103.

Glowienka, E., K. Michalowska, A. Pekala, B. Hejmanowska. 2016. **Application of GIS and Remote Sensing Techniques in Multitemporal Analyses of Soil Properties in the Foreland of the Carpathians**. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science44 (2016) 052044. Available Source :https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/44/5/052044/pdf, March 18, 2021.

JI, L., L. ZHANG, B. K. WYLIE, and J. ROVER. 2011. On the terminology of the spectral vegetation index (NIR – SWIR)/(NIR + SWIR). **International Journal of Remote Sensing** Vol. 32 (21) p. 6901–6909.

Land Development Department. 2014a. **Characteristics and properties of soil series in Central Thailand**. Soil Resources Survey and Research Division, Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [Online]. Available http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum// (January 20, 2023) [in Thai]

Land Development Department. 2014b. **Soil and Soil Formation**. Soil Resources Survey and Research Division, Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [Online]. Available https://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/survey_1/soils.htm (January 20, 2023) [in Thai]

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Land Development Department. 2016. **Characteristics and properties of 62 soil groups**. Soil Resources Survey and Research Division, Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [Online]. Available http://oss101.ldd.go.th/soilr/product.html (January 20, 2023) [in Thai]

Meng, X, Y. Bao, Q. Ye, H. Liu, X. Zhang, H. Tang, and X. Zhang. 2021. **Soil Organic Matter Prediction Model with Satellite Hyperspectral Image Based on Optimized Denoising Method**. Remote Sens. 2021, 13, 2273.

Molin, J. P. and T. R. Tavares. 2019. **Sensor Systems for Mapping Soil Fertility Attributes: Challenges, Advances, and Perspectives in Brazilian Tropical Soils**. Eng. Agríc. Available Source: https://www.scielo.br/j/eagri/a/QnZPHfvRYqjVfpRH8y3J7VH/?lang=en, March 18, 2021.

Mustafa Mustafa T., Hassoon Khalid I., Hassan Modher and Abd Modher H. 2017. **Using water indices (NDWI, MNDWI, NDMI, WRI and AWEI) to detect physical and chemical parameters by apply remote sensing and GIS techniques**. International Journal of Research - Granthaalayah 5, no. 10: 117-128.

Ochoa, C. G., F. Villarreal-Guerrero , J. A. Prieto-Amparán, H. R. Garduño, F. Huang, and C. Ortega-Ochoa. Precipitation, Vegetation, and Groundwater Relationships in a Rangeland Ecosystem in the Chihuahuan Desert, Northern Mexico. **Hydrology** 10 (2), 41 [Online]. Available https://doi.org/1 0 .3 3 9 0 / hydrology1 0 0 2 0 0 4 1 (December 21, 2022)

Pereira, O. J. R. Pereira, E. R. Merino, C. R. Montes, L. Barbiero, A. T. Rezende-Filho, Y. Lucas, and A. J. Melfi. 2020. **Estimating Water pH Using Cloud-Based Landsat Images for a New Classification of the Nhecolândia Lakes (Brazilian Pantanal)**. Remote Sens. 2020, 12, 1090: 21 p.

Prachachat Turakit. 2021. **Thailand Economic**. Prachachat Turakit online November 19, 2021. [Online]. Available https://www.prachachat.net/economy/news-805635 (January 20, 2023) [in Thai]

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Research and Development for Land Management Division. n.d. **Soil Management**. Research and Development for Land Management Division Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [Online]. Available https://www.ldd.go.th/Web_Soil/Page_02.htm (January 20, 2023) [in Thai]

Rice Department. n.d. Saline soil. **Rice Knowledge**. Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [Online]. Available http://www.ricethailand.go.th/rkb3/Fertilizer_022.pdf (January 20, 2023) [in Thai]

Rouse, J.W., R.H. Haas, J.A. Schell, and D.W. Deering.1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, In: **S.C. Freden, E.P. Mercanti, and M. Becker (eds) Third Earth Resources Technology Satellite–1 Syposium. Volume I: Technical Presentations**, NASA SP-351, NASA, Washington, D.C., pp. 309-317.

Sentinel Hub. 2017a. **NDII (Normalized difference 819/ 1600)** . Available souse: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/ndii/#, December 1, 2021.

Sentinel Hub. 2017b. **Normalized Difference Moisture Index (NDMI)**. Available souse: https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/ndmi/, December 1, 2021.

Simms, É. L. and H. Ward. 2013. Multisensor NDVI-Based Monitoring of the Tundra-Taiga Interface (Mealy Mountains, Labrador, Canada. **Remote Sensing**. [Online]. Available www.mdpi.com/journal/remotesensing (December 21, 2022)

Singh, G., B. Kumar, and Shashikant. 2018. **Soil Fertility Mapping Using Remote Sensing and GIS in NSP Farms of ND University of Agriculture and Technology, Kumarganj, Faizabad, Uttar Pradesh, India**. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2018) Special Issue-7: 1394-1402.

The European Space Agency. 2021. **Sentinel-2**. The European Space Agency. Available Source: https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2, March 18, 2021.

Udomsri, Satira. 2001. Major characteristics and potential of Dystraquerts in the central plain of Thailand. **Proceedings of the 39th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Agricultural Extension and Communication**. [in Thai]

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Vaudour, E., C. Gomez, Y. Fouad, P. Lagacherie. 2019. **Sentinel-2 image capacities to predict common topsoil properties of temperate and Mediterranean agroecosystems**. Remote Sensing of Environment, 223: 21–33.

.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาคผนวก

สมบัติดินที่พบในพื้นที่ศึกษา (กรมพัฒนาที่ดิน. 2557ก.; กรมพัฒนาที่ดิน. 2559; กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

1. ชุดดินกบินทร์บุรี (Kb)	กลุ่มชุดดินที่ 46
การจำแนกดิน (USDA)	Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiustults
วัตถุต้นกำเนิด	ตะกอนน้ำพาพัดมาทับถมบนพื้นที่เหลือค้างจากการกัดกร่อนของหิน ตะกอนเนื้อละเอียดหรือหินในกลุ่ม
สภาพพื้นที่	ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด ความลาดชัน 1-12 %
การระบายน้ำ	ดี
การซึมผ่านได้ของน้ำ	ปานกลาง
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน	เร็ว
ลักษณะสมบัติของดิน	เป็นดินตื้นถึงชั้นลูกรังหนาแน่น ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนลูกรัง สีน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.5-7.0) ดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินเหนียวและมีลูกรังหนาแน่น สีน้ำตาลปนแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5)
2. ชุดดินกำแพงแสน (Ks)	กลุ่มชุดดินที่ 33
การจำแนกดิน (USDA)	Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustalfs
วัตถุต้นกำเนิด	เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมอยู่บนเนินตะกอนรูปพัด สันดินริมน้ำ
สภาพพื้นที่	ราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย
การระบายน้ำ	ดี
การซึมผ่านได้ของน้ำ	ปานกลาง
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน	ปานกลางถึงช้า
ลักษณะสมบัติของดิน	เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วน สีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นด่างอ่อน (pH 8.0) ดินบนตอนล่างเป็นดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งหรือดินร่วน สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างอ่อน (pH 7.0-8.0)

	ดินล่างตอนล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม พบเกล็ดแร่ไมกาตลอดหน้าตัดของดินและมวลสารพวกปูนสะสมปะปนอยู่ในดินชั้นล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างอ่อน (pH 7.0-8.0)
3. ชุดดินแกลง (Kl)	กลุ่มชุดดินที่ 6
การจำแนกดิน (USDA)	Very-fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Plinthaquults
วัตถุต้นกำเนิด	เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมอยู่บนพื้นที่ราบตะกอนลำน้ำ (ตะพักลำน้ำเก่า)
สภาพพื้นที่	ราบเรียบ (level) ถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-2 %
การระบายน้ำ	เลว
การซึมผ่านได้ของน้ำ	ช้า ในฤดูฝนจะมีน้ำแช่ขัง
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน	ช้า
ลักษณะสมบัติของดิน	ดินเหนียวละเอียดลึกมาก ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีสีน้ำตาลปนเหลือง สีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีสีเทา และในดินบนมีจุดประสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ส่วนในดินล่างจะมีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีแดงปนเหลืองและมีศิลาแลงอ่อน (plinthite) มากกว่า 50 % โดยปริมาตรหรือพบต่อเนื่องกันภายในความลึก 150 ซม. จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5)
4. ชุดดินตรัง (Tng)	กลุ่มชุดดินที่ 53
การจำแนกดิน (USDA)	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiudults
วัตถุต้นกำเนิด	เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือ เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ
สภาพพื้นที่	ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-12 %

การระบายน้ำ	ดี
การซึมผ่านได้ของน้ำ	ปานกลาง
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน	เร็ว
ลักษณะสมบัติของดิน	เป็นดินลึก ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีแดงหรือสีแดงปนเหลือง และดินล่างลึกกว่า 80 ซม. ลงไป จะพบลูกรังปะปนกับเศษหินดินดานในเนื้อดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.5-5.5)
5. ชุดดินนครปฐม (Np)	กลุ่มชุดดินที่ 7
การจำแนกดิน (USDA)	Fine, mixed, active, isohyperthermic Aeric Endoaqualfs
วัตถุต้นกำเนิด	ตะกอนน้ำพา
สภาพพื้นที่	ราบเรียบถึงคอนขางราบเรียบ มีความลาดชัน 0-2 %
การระบายน้ำ	ค่อนข้างเลว
การซึมผ่านได้ของน้ำ	ช้า
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน	ช้า
ลักษณะสมบัติของดิน	เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินร่วนปนดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทาหรือน้ำตาลเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) ดินล่างตอนบนเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลปนเทาเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0) ในตอนล่าง จะพบมวลก้อนกลมของเหล็กและแมงกานีส รวมทั้งมวลก้อนกลมของปูน ที่ระดับความลึกมากกวา 80 ซม. พบจุดประสีน้ำตาลแก่หรือน้ำตาลปนเหลืองตลอดชั้นดิน
6. ชุดดินบางเขน (Bn)	กลุ่มชุดดินที่ 3
การจำแนกดิน (USDA)	Fine, mixed, active, acid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts
วัตถุต้นกำเนิด	ตะกอนน้ำผสมกับตะกอนทะเล พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ เลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินเหนียว สีดำ เทาเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเปนกลาง (pH 5.5-7.0) ดินลางตอนบนเป็นดินเหนียวสีเทาถึงสีเทาปนน้ำตาลออนจุดประสีน้ำตาลแก่ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีสีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทา มีจุดประสีเหลืองปนน้ำตาลและสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเปนด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0) จะพบรอยถูไถลและผลึกยิปซัม

7. ชุดดินบางปะอิน (Bin) กลุ่มชุดดินที่ 4

การจำแนกดิน (USDA) Fine, mixed, active, acid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนน้ำพา

สภาพพื้นที่ ที่ราบน้ำทวมถึง

การระบายน้ำ เลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินเหนียว สีเข้มของสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่และสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) ดินลางเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปน ทรายแป้ง มีพื้นเป็นสีเข้มของสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาล น้ำตาลแก่ สีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเปนกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินชั้นล่างนี้อาจพบผลึกของยิปซัม หรือสารประกอบจาโรไซต์

8. ชุดดินบางเลน (Bl) กลุ่มชุดดินที่ 3

การจำแนกดิน (USDA) Fine, smectitic, isohyperthermic Vertic Endoaquolls

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนน้ำผสมกับตะกอนทะเล พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ เลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีดำหรือสีเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างเล็กน้อย (pH 6.0-7.5) ดินล่างตอนบนเป็นดินเหนียว สีเทาปนน้ำตาลออนสีเทาหรือสีเทาปนเขียวมะกอก มีจุดประสีน้ำตาลปนเขียวและสีน้ำตาลปนเหลือง ดินล่างเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทาปนน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเปนกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) มักจะพบรอยถูไถลและผลึกยิปซัม ในดินล่างลึกลงไปจะพบดินเลนสีน้ำเงินมีปริมาณกำมะถันต่ำ

9. ชุดดินมหาโพธิ์ (Ma) กลุ่มชุดดินที่ 2

การจำแนกดิน (USDA) Very-fine, mixed, active, acid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนน้ำผสมกับตะกอนทะเล พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1%

การระบายน้ำ เลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินเหนียวมีสีดำหรือสีเทาเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลแก่ ปฏิกิริยาดินเป็นดินกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินล่างเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีแดงและสีเหลืองปนน้ำตาล จะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวในดินล่างลึกกว่า 1 เมตร พบหน้าอัดมันและรอยไถลและหน้าดินจะแตกระแหงเมื่อดินแห้ง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) และเป็นดินเลนเหนียวสีเทาเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0) ในตอนล่างสุด

10. ชุดดินรังสิต (Rs) กลุ่มชุดดินที่ 11

การจำแนกดิน (USDA) Very-fine, mixed, semiactive, acid, isohyperthermic Sulfic Endoaquepts

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนภาคพื้นสมุทรผสมกับตะกอนลำน้ำ

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ ค่อนข้างเลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินเหนียว สีดำหรือสีเทาเข้ม มีจุดประสี น้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.0-5.0) มักมีรอยแตกระแหงที่ผิวหน้าดินในฤดูแล้ง ดินบนตอนล่างสีน้ำตาลปนเทา หรือน้ำตาลปนเทาเข้ม มีจุดประสีแดง หรือสีแดงปนเหลือง ที่ระดับความลึกประมาณ 50-100 ซม. พบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารจาโรไซต์ ดินล่างตอนล่างเป็นดินเหนียว พบรอยไถและผิวหน้าอัดมัน ส่วนที่ระดับลึกกว่า 100-150 ซม. ลงไปมีลักษณะเป็นดินเลน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH <4.0)

11. ชุดดินสระบุรี (Sb) กลุ่มชุดดินที่ 4

การจำแนกดิน (USDA) Very-fine, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Vertic (Aeric) Endoaquepts

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนน้ำพา

สภาพพื้นที่ ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ ค่อนข้างเลวถึงเลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินเหนียวสีเทาเข้ม หรือน้ำตาลปนเทาเข้ม มีจุดประสีน้ำตาแก่และน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง(pH 6.0-7.0) ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปน ทรายแป้ง สีน้ำตาล น้ำตาลปนเทามีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือ สีน้ำตาลเข้มปฏิกิริยาเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) พบรอยไถลผิวหน้าอัดมัน และพบการสะสมก้อนเหล็กและแมงกานีส หรือก้อนปูนสีขาว ในฤดูแล้งหน้าดินจะแตกระแหง

12. ชุดดินสิงห์บุรี (Sin) กลุ่มชุดดินที่ 4

การจำแนกดิน (USDA) Very-fine, mixed, semiactive, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนน้ำพา

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ เลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินเหนียวลึก ดินบน เป็นดินเหนียว สีเทาเข้มหรือน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่และสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดิน เป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0-7.0) ดินลางตอนบนเป็นดินเหนียวสีเทาเข้มและเทามีจุดประสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลเข้ม พบรอยไถลและหน้าอัดมัน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0) ส่วนตอนล่างเป็นดินเลนเหนียวสีเขียวมะกอก เทาถึงเทาปนเขียวเข้ม ปฏิกิริยา

ดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) ในฤดูแล้งหน้าดินจะแตกระแหง

13. ชุดดินเสนา (Se) กลุ่มชุดดินที่ 11

การจำแนกดิน (USDA) Very-fine, mixed, active, acid, isohyperthermic Sulfic Endoaquepts

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนน้ำผสมกับตะกอนทะเล พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ เลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินเหนียว สีดำ หรือสีเทาเข้ม ถัดลงไปเป็นสีน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาลและเป็นดินเลนสีเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินล่างตอนบน เป็นดินเหนียวสีน้ำตาล ปนเทา ช้าพบจุดประสีน้ำตาลแก่หรือแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัดมาก (pH 4.0-4.5) ดินล่างเป็นดินเลนเหนียว สีเทาเข้มหรือสีเทา จุดประสีเหลืองปนน้ำตาล จะพบจุดประสีเหลือง ฟางข้าวของสารประกอบกำมะถันในระดับความลึกตั้งแต่ 50-100 ซม. และพบรอยไถล ผิวหน้าอัดมัน และผลึกยิปซัม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 4.5-6.0)

14. ชุดดินอยุธยา (Ay) กลุ่มชุดดินที่ 2

การจำแนกดิน (USDA) Very-fine, mixed, active, acid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts

วัตถุต้นกำเนิด ตะกอนน้ำผสมกับตะกอนทะเล พัฒนาในสภาพน้ำกร่อย

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ เลว

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินเหนียว สีเทาเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) ดินล่างตอนบนเป็นดินเหนียวมีสีเทา สีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาน้ำตาลมีจุดประสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.5) และพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวที่ความลึก 100-150 ซม. พบผลึกของแร่ยิปซัมและรอยไถลระหว่างชั้นดินบนและดินล่างดินมีกำมะถันสูงและปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน