

แบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่สำหรับการคาดคะเนสมบัติพื้นฐานของดิน
ณ บ้านโป่งลึกบางกลอย อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี
The Spatial Statistical Models for Assessing the Soil
Properties at Ban Phong Luek Bang Kloy,
Kaeng Krachan District, Petchaburi Province

ณัฐพล จันทร์แก้ว* และอาภากร ทองวงสา

ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Nutthapol Junkaew* and Apakorn Tongvongsa

Department of Rural Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

แบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่สำหรับการคาดคะเนสมบัติพื้นฐานของดินบ้านโป่งลึกบางกลอย อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบใช้แบบจำลองทางสถิติและเปรียบเทียบแผนที่ด้วยทฤษฎีการประมาณค่าแบบ inverse distance weighted (IDW) และ radial basis function (RBF) วิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษาและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 (operational land imager, OLI) โดยเก็บตัวอย่างดิน 21 จุด มาตรฐานวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ข้อมูล 14 จุด ในการประมาณค่า และใช้ข้อมูล 7 จุด ในการประเมินและตรวจสอบความถูกต้อง ผลการศึกษาพบว่าทฤษฎีการประมาณค่าแบบ IDW เหมาะสำหรับการประมาณค่าไนโตรเจน (N) เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าทฤษฎีการประมาณค่าแบบ RBF ส่วนทฤษฎีการประมาณค่าแบบ RBF เหมาะสำหรับการประมาณค่า P, K และ pH เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าทฤษฎีการประมาณค่าแบบ IDW เมื่อนำผลจากการประมาณค่า N, P และ K ที่ได้จากทฤษฎีการประมาณค่าที่เหมาะสมมาวิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษา พบว่าแผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษาสามารถใช้ในการวางแผนปรับปรุงดิน เลือกชนิดพืช และการใส่ปุ๋ยได้ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรใช้ทรัพยากรที่ดินอย่างเกิดประโยชน์สูงสุดและช่วยลดต้นทุนในการทำเกษตรกรรมได้เป็นอย่างดี เมื่อนำผลจากการประมาณค่าธาตุอาหารหลัก N, P, K และ pH มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI โดยใช้ดัชนีต่าง ๆ คือ ดัชนีความเป็นดิน (bare soil index, BI) ดัชนีความเป็นออกไซด์เหล็ก (iron oxide index, IOI)

ดัชนีความเป็นดินเหนียว (clay minerals index, CMI) และดัชนีความชื้นในดิน (moisture stress index, MSI) พบว่าปริมาณ N, P, K และ pH ในดินมีความสัมพันธ์กับดัชนีต่าง ๆ ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI ซึ่งสามารถใช้ดัชนีต่าง ๆ นี้ ตรวจสอบหาปริมาณ N, P, K และ pH ในดินของพื้นที่ใกล้เคียงที่มีลักษณะภูมิประเทศคล้ายคลึงกันได้ โดยไม่จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์หาปริมาณ N, P, K และ pH ซึ่งช่วยลดระยะเวลาและประหยัดงบประมาณในการตรวจวิเคราะห์สมบัติของดิน

คำสำคัญ : แบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่; สมบัติพื้นฐานของดิน

Abstract

The spatial statistical models for assessing soil properties of Phong Luek Bang Kloy village, Kaeng Krachan district, Petchaburi province. The purposes are to test the spatial statistical models for studying and comparing the soil properties to Landsat-8 OLI and analyzing nutrient map by the theoretical estimation: inverse distance weighted (IDW) and radial basis function (RBF). Sampling 21 areas determine N, P, K and pH: 14 areas for estimation and 7 areas for verifications. The study show that IDW method is more accurate for the estimation of N than the RBF method but RBF method is more accurate for the estimation of P, K, and pH than IDW methods. The appropriate N, P, K and pH values could be used for creating the macronutrients map in the study areas which support agriculturists to plan and decide about plant type's selection and soil fertilization. This plan can maximize the agriculturist benefits and reduce the cost as well. Could N, P, K and pH values can be used for studying relationship between soil properties map and Landsat-8 OLI by using bare soil index (BI), iron oxide index (IOI), clay minerals index (CMI) and moisture stress index (MSI). The results showed that N, P, K and pH values were significantly related to various indexes from satellite images Landsat-8 OLI. These indexes could evaluate N, P, K and pH values in the similar topography without the soil sampling analysis to reducing time and budget.

Keywords: spatial statistical model; soil property

1. บทนำ

มูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ ดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 โดยมีพันธกิจที่สำคัญ คือ ให้ประชาชนสามารถเรียนรู้ และสร้างประสบการณ์ ตรงจากแนวพระราชดำริมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมการเรียนรู้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ยกกระดับฐานะ ความเป็นอยู่และส่งเสริมอาชีพประชาชน รวมทั้ง ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและกระตุ้นจิตสำนึกในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และ ศิลปวัฒนธรรมไทย ในเวลาต่อมาเพื่อให้การสืบสาน แนวพระราชดำริขยายผลสู่ชุมชนท้องถิ่นได้อย่าง

รวดเร็ว คณะรัฐมนตรีจึงมีมติจัดตั้ง “สถาบันส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ” เพื่อรับผิดชอบการจัดการความรู้ และส่งเสริมการพัฒนาตามแนวพระราชดำริอย่างเป็นระบบ [1] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักการทำงานของมูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ [1]

หลักปรัชญาและวิธีการทำงานของมูลนิธิปิดทองหลังพระสืบสานแนวพระราชดำริ โดยมูลนิธิได้ริเริ่มแปรแนวความคิดในการพัฒนาอย่างยั่งยืนตามแนวพระราชดำริมาสู่การปฏิบัติด้วยโครงการบูรณาการแก้ไขปัญหาและพัฒนาพื้นที่จังหวัดน่าน เมื่อเห็นผลความสำเร็จในระดับที่ชุมชนในพื้นที่อยู่รอดได้อย่างพอเพียงแล้ว มูลนิธิจึงขยายผลสู่พื้นที่ 12 จังหวัด หนึ่งในนั้น คือ บ้านโป่งลึกบางกลอย ตำบลห้วยแม่เพรียง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นต้นน้ำเพชรบุรี และยังเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการที่ป่าต้นน้ำกำลังเผชิญกับการบุกรุกเพื่อเป็นพื้นที่ทำกิน และเต็มไปด้วยตะกอนจากการชะล้างหน้าดิน มูลนิธิจึงส่งเสริมให้เกิดแผนพัฒนาชนบทเชิงพื้นที่ประยุกต์ตามพระราชดำริโดยเน้นการมีส่วนร่วมของหน่วยงานราชการและชาวบ้าน โดยใช้พื้นที่ที่ทางอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจัดสรรและอนุญาตให้ชาวบ้านทำกินนั้นมาปรับเปลี่ยนให้เป็นพื้นที่นาขั้นบันไดตามแผนอนุรักษ์ดินและน้ำของกรมพัฒนา

ที่ดิน หลังจากนั้นจึงเร่งแก้ไขปัญหาด้านน้ำ ดิน การเกษตร ตามลำดับ [1] ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 พื้นที่โครงการพัฒนาชนบทเชิงพื้นที่ประยุกต์ตามพระราชดำริบ้านโป่งลึกบางกลอย [2]

การปรับเปลี่ยนพื้นที่ทำกินให้เป็นนาขั้นบันไดนั้น จำเป็นต้องมีการตรวจสอบบัตินของดินก่อนทุกครั้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงดิน และการเลือกพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ในโครงการแผนพัฒนาชนบทเชิงพื้นที่ประยุกต์ตามพระราชดำริก็เช่นเดียวกันโดยการตรวจสอบบัตินี้เป็นหน้าที่ของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพื้นที่โครงการมีขนาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องใช้งบประมาณสูง และใช้เวลาในการตรวจสอบบัตินของดินค่อนข้างนาน ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของปัญหานี้ จึงได้นำเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหา โดยจะลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการตรวจสอบบัตินของดิน รวมทั้งสามารถนำเอาเทคโนโลยีนี้ไปขยายผลกับพื้นที่ใกล้เคียงที่มีลักษณะภูมิประเทศคล้ายคลึงกันได้ด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์คือ (1) ศึกษาและเปรียบเทียบแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินด้วยทฤษฎีการประมาณค่าโดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (2) วิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษา และ (3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 สมมุติฐานการวิจัย

การเก็บตัวอย่างดิน ณ ตำแหน่งเดียวกัน เพื่อตรวจวัดสมบัติพื้นฐานของดินทั้ง 4 อย่าง คือ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) น่าจะมีทฤษฎีการประมาณค่าเพียงอย่างเดียวที่ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด

2.2 ขอบเขตการศึกษา

2.2.1 ขอบเขตวิธีการศึกษา

(1) การศึกษาสมบัติพื้นฐานของดินจะเก็บตัวอย่างดินมาตรวจวัดปริมาณความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่านั้น

(2) ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติพื้นฐานของดิน คือ ทฤษฎี IDW (inverse distance weight) และ RBF (radial basis function) [3] เท่านั้น

(3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI เท่านั้น

2.2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พื้นที่โครงการพัฒนาชนบทเชิงพื้นที่ประยุกต์ตามพระราชดำริ ตำบลห้วยแม่เพรียง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ดังรูปที่ 2

2.3 ข้อยกเว้นของงานวิจัย

2.3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติธาตุอาหารพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI นั้นจำเป็นต้องทำแผนที่สมบัติธาตุอาหารพื้นฐานของดินให้มีขนาดความละเอียดเท่ากับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI คือ ขนาดพิกเซล (cell size) 30 เมตร ทั้งนี้สามารถทำแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินให้มีความละเอียดได้มากกว่านี้ หากมีภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงกว่าก็จะประมาณค่าแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินละเอียดกว่าได้

2.3.2 สภาพภูมิอากาศ ณ วันที่เก็บตัวอย่างดิน และวันที่มีการถ่ายภาพของดาวเทียมมีผลต่อการศึกษาวิจัย เช่น วันที่มีการเก็บตัวอย่างดินเกิดมีฝนตก อาจทำให้ผลการตรวจวัดสมบัติพื้นฐานของดินเปลี่ยนแปลงได้ หรือวันที่มีการถ่ายภาพพื้นที่ศึกษาของดาวเทียมมีเมฆปกคลุมพื้นที่ศึกษาภาพถ่ายนั้น อาจไม่สามารถใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียมได้

2.4 การรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้สร้างแบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่สำหรับการคาดคะเนสมบัติพื้นฐานของดินนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary) ในตารางที่ 1

2.5 อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีรายละเอียดในตารางที่ 2

2.6 วิธีการศึกษา

2.6.1 เก็บข้อมูลดินโดยใช้เครื่องระบุตำแหน่งพิกัดโลก (GPS) และตัวอย่างดินจำนวน 14 จุด นำไปวิเคราะห์สมบัติของดิน คือ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความเป็นกรด-ด่าง

2.6.2 แบ่งข้อมูลดินออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่า (interpolation) และชุดข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง (accuracy assessment)

2.6.3 นำชุดข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่ามาผ่านกระบวนการแบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่ (geostatistical wizard) โดยใช้ทฤษฎี IDW และ RBF จะได้แผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานของดิน

2.6.4 นำแผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานดินที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง โดยผ่านกระบวนการตรวจสอบความเชื่อมั่น (validation) จากชุดข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง

ตารางที่ 1 ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิที่นำมาใช้การศึกษาวิจัย

ข้อมูล	หน่วยงาน
1. ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data)	
1.1 เก็บตัวอย่างดินภาคสนาม [4]	มูลนิธิปิดทองหลังพระฯ
2. ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data)	
2.1 ผลการตรวจดิน (N , P , K และ pH)	สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบุรี กรมพัฒนาที่ดิน
2.2 ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI มาตราส่วน 1: 50,000	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ
2.3 ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ขอบเขตการปกครอง มาตราส่วน 1: 50,000 ขอบเขตแปลงที่ดินทำกิน มาตราส่วน 1: 50,000	กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ตารางที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์

ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	ยี่ห้อ/รุ่น	หน่วยงาน
1. คอมพิวเตอร์พกพา	Fujitsu/Lifebook S Series	ส่วนบุคคล
2. เครื่องพิมพ์	Canon/LBP5050	ส่วนบุคคล
3. เครื่อง GPS	Garmin/CSX60	มูลนิธิปิดทองหลังพระฯ
4. อุปกรณ์เก็บดิน		มูลนิธิปิดทองหลังพระฯ
ซอฟต์แวร์ (Software)	ยี่ห้อ/รุ่น	หน่วยงาน
1. ArcGIS	Version 9.3	ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท
2. Envi	Version 4.7	ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท
3. Microsoft Office	Version 2013	ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท

2.6.5 เลือกแผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานของดินที่ได้จากทฤษฎีการประมาณค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในแต่ละสมบัติ แล้วส่งออกเป็นข้อมูลราสเตอร์มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (1x1 เมตร) และ (30x30 เมตร) เพื่อใช้สำหรับดำเนินการในวัตถุประสงค์ที่ 2 และ 3 ต่อไป ตามลำดับ

2.6.6 นำข้อมูลกริดราสเตอร์ขนาดพิกเซล (1x1 เมตร) ที่ได้จากวัตถุประสงค์ที่ 1 มาทำการจัดกลุ่มข้อมูล (reclassify) ออกเป็น 5 ช่วง แล้วนำแผนที่

การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานของดินที่ผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลนั้นมาซ้อนทับกับขอบเขตพื้นที่ศึกษา

2.6.7 นำภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI พื้นที่ศึกษามาหาค่าดัชนีต่าง ๆ เพื่อใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานดินกับภาพถ่ายดาวเทียม แล้วจึงนำข้อมูลราสเตอร์ขนาดพิกเซล (30x30 เมตร) ที่ได้จากวัตถุประสงค์ที่ 1 มาซ้อนทับกัน และนำเอาค่าประจำพิกเซล (pixel) มาหาค่าความสัมพันธ์

3. ผลการศึกษา

3.1 การศึกษาและเปรียบเทียบแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินด้วยทฤษฎีการประมาณค่าด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

3.1.1 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษา การเก็บตัวอย่างดิน คือ การเก็บดินจากพื้นที่ดินแปลงหนึ่ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ว่าดินแปลงนั้นมีธาตุอาหารเพียงพอต่อการปลูกพืชหรือไม่ โดยตัวอย่างดินที่เก็บมา

นั้นจะต้องประกอบด้วยปริมาณ และชนิดของธาตุอาหารพืชตลอดจนสมบัติอื่น ๆ เหมือนดินในบริเวณที่เก็บมานั้นทุกประการ ดังนั้น การเก็บตัวอย่างดินจึงต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวัง และเป็นไปตามหลักเกณฑ์ทางวิชาการเพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนที่ดีและเพียงพอที่จะสะท้อนสภาวะที่แท้จริงของปริมาณธาตุอาหารพืชตลอดจนสมบัติอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนี้



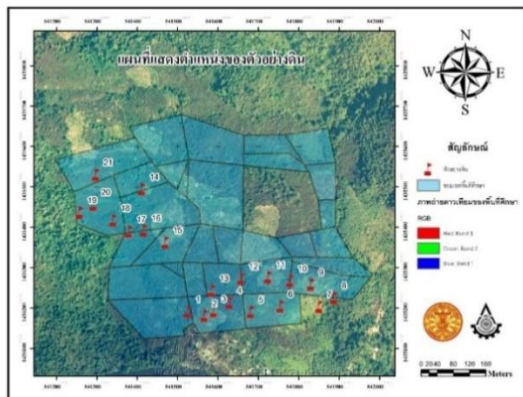
ขุดดินลึกประมาณ 15 ซม.

เก็บค่าพิกัดของตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งตรวจ

รูปที่ 3 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน

3.1.2 ตำแหน่งปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างดิน ดังรูปที่ 4 ดังนี้



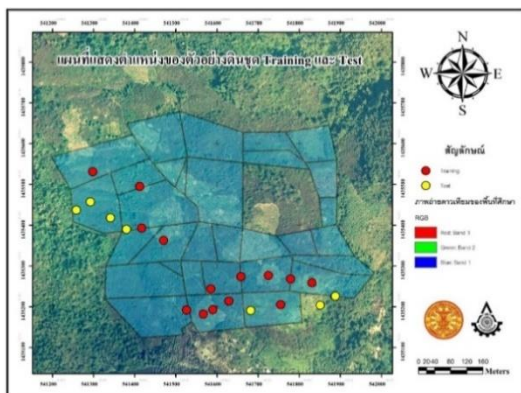
รูปที่ 4 แผนที่แสดงตำแหน่งของตัวอย่างดิน

จากรูปที่ 4 แผนที่แสดงตำแหน่งของตัวอย่างดินมีตัวอย่างดินทั้งหมด 21 จุด จากตำแหน่งเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 21 จุด ในบริเวณแปลงพื้นที่ทำกินหมู่บ้านบางกลอยจำนวน 31 แปลง รวมเนื้อที่ 166.6 ไร่ จากเนื้อที่ทั้งหมดของโครงการพัฒนาเชิงพื้นที่ประยุกต์พระราชดำริ (นาขั้นบันไดบ้านบางกลอย) จำนวน 356.5 ไร่ โดยนำข้อมูลสมบัติดินไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในพื้นที่กลุ่มตัวอย่างพบว่าค่ามากที่สุด คือ 0.22 % และค่าน้อยที่สุด คือ 0.12 % ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในพื้นที่กลุ่มตัวอย่างพบว่าค่ามากที่สุด คือ 27.1 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 6.7 ppm ผลการวิเคราะห์โพแทสเซียมในพื้นที่กลุ่มตัวอย่างค่ามากที่สุด คือ 155.7 ppm และ

ค่าน้อยที่สุด คือ 96.3 ppm และผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างในพื้นที่กลุ่มตัวอย่างพบว่าค่ามากที่สุด คือ 7.7 และค่าน้อยที่สุด คือ 5.1

3.1.3 การแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดสำหรับใช้วิเคราะห์ และชุดประเมินความถูกต้องตรวจสอบ (test) ด้วยกระบวนการจัดสรรกลุ่มตัวอย่าง (create subset) ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนที่แสดงตำแหน่งของตัวอย่างดินชุดวิเคราะห์และชุดประเมินและตรวจสอบความถูกต้อง

ผลของการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ด้วยกระบวนการจัดสรรกลุ่มตัวอย่างได้ข้อมูลชุดวิเคราะห์ (training) จำนวน 14 ตัวอย่างดิน โดยคิดเป็น 70 % ของตัวอย่างดินทั้งหมด และได้ข้อมูลชุดประเมินและตรวจสอบความถูกต้อง จำนวน 7 ตัวอย่างดิน โดยคิดเป็น 30 % ของตัวอย่างดินทั้งหมด ซึ่งข้อมูลชุดวิเคราะห์ จำนวน 14 ตัวอย่างดิน มีข้อมูลทางสถิติของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างดิน

3.1.4 การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานดินด้วยแบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่

(1) การประมาณค่าไนโตรเจนด้วยทฤษฎี IDW และ RBF พบว่ามีค่าจากการประมาณค่า

ไนโตรเจนด้วยทฤษฎี IDW ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 0.219 % และค่าน้อยที่สุด คือ 0.120 % และมีค่าจากการประมาณค่าไนโตรเจนด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 0.224 % และค่าน้อยที่สุด คือ 0.119 %

(2) การประมาณค่าฟอสฟอรัสด้วยทฤษฎี IDW และ RBF พบว่ามีค่าจากการประมาณค่าฟอสฟอรัสด้วยทฤษฎี IDW ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 26.997 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 6.701 ppm และมีค่าจากการประมาณค่าฟอสฟอรัสด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 27.755 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 6.592 ppm

(3) การประมาณค่าโพแทสเซียมด้วยทฤษฎี IDW และ RBF พบว่ามีค่าจากการประมาณค่าโพแทสเซียมด้วยทฤษฎี IDW ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 154.695 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 98.302 ppm และมีค่าจากการประมาณค่าโพแทสเซียมด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 155.757 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 98.216 ppm

(4) การประมาณค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยทฤษฎี IDW และ RBF พบว่ามีค่าจากการประมาณค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยทฤษฎี IDW ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 7.698 และค่าน้อยที่สุด คือ 5.100 และมีค่าจากการประมาณค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 7.702 และค่าน้อยที่สุด คือ 5.098

3.1.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่สมบัติพื้นฐานดินด้วยกระบวนการประเมินและตรวจสอบความถูกต้อง

(1) การตรวจสอบความถูกต้องการประมาณค่าไนโตรเจนที่ได้จากทฤษฎีจาก IDW และ

RBF พบว่าค่าความคลาดเคลื่อน (error) ที่ได้จากทฤษฎี IDW คือ -0.004 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี RBF มีค่าเท่ากับ -0.008 ผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบปรากฏว่าทฤษฎี IDW ประมาณค่าไนโตรเจนได้ถูกต้องมากกว่าทฤษฎี RBF

(2) การตรวจสอบความถูกต้องการประมาณค่าฟอสฟอรัสที่ได้จากทฤษฎี IDW และ RBF พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี IDW คือ -1.541 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี RBF คือ -0.309 ผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบปรากฏว่าทฤษฎี RBF ประมาณค่าฟอสฟอรัสได้ถูกต้องมากกว่าทฤษฎี IDW

(3) การตรวจสอบความถูกต้องการประมาณค่าโพแทสเซียมที่ได้จากทฤษฎี IDW และ RBF พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี IDW คือ 1.947 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี RBF คือ 1.099 ผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบปรากฏว่าทฤษฎี RBF ประมาณค่าโพแทสเซียมได้ถูกต้องมากกว่าทฤษฎี IDW

(4) การตรวจสอบความถูกต้องการประมาณค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้จากทฤษฎี IDW และ RBF พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี IDW คือ -0.254 และความคลาดเคลื่อนที่ได้จากทฤษฎี RBF คือ -0.183 ผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบปรากฏว่า ทฤษฎี RBF ประมาณค่าโพแทสเซียมได้ถูกต้องมากกว่าทฤษฎี IDW

3.1.6 การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานดินที่ได้จากแบบจำลองสถิติเชิงพื้นที่ที่ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด ในแต่ละสมบัติพื้นฐานของดิน

(1) การประมาณค่าไนโตรเจนด้วยทฤษฎี IDW ที่มีค่าความคลาดเคลื่อน = -0.004 ดังรูปที่ 6

(2) การประมาณค่าฟอสฟอรัสด้วยทฤษฎี RBF ที่มีค่าความคลาดเคลื่อน = -0.309 ดังรูปที่ 7

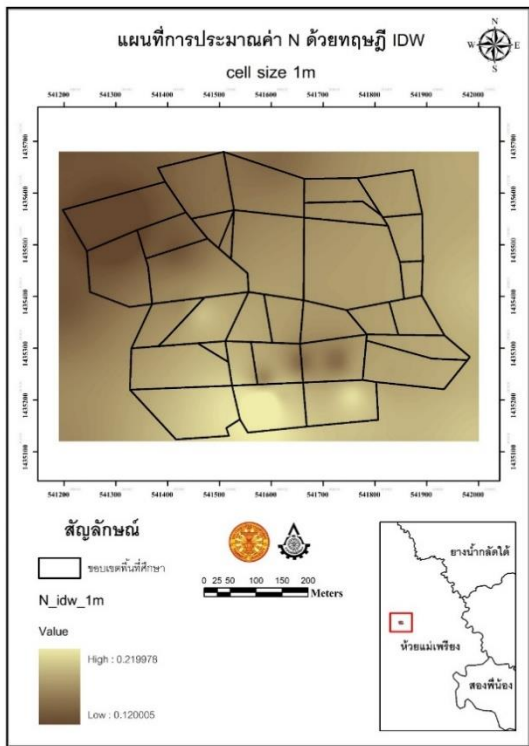
(3) การประมาณค่าโพแทสเซียมด้วยทฤษฎี RBF ที่มีค่าความคลาดเคลื่อน = 1.099 ดังรูปที่ 8

(4) การประมาณค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยทฤษฎี RBF ที่มีค่าความคลาดเคลื่อน = -0.183 ดังรูปที่ 9

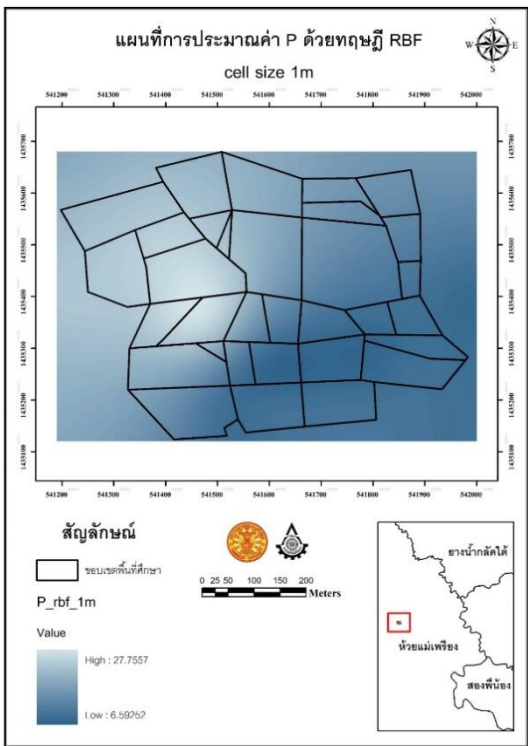
3.1.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลราสเตอร์ (1x1 เมตร) สำหรับใช้ในวัตถุประสงค์ที่ 2 และผลการวิเคราะห์ข้อมูลราสเตอร์ (30x30 เมตร) สำหรับใช้ในวัตถุประสงค์ ที่ 3

(1) ข้อมูลราสเตอร์ (1x1 เมตร) สำหรับใช้ในวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่ามีค่าจากการประมาณค่าไนโตรเจนด้วยทฤษฎี IDW ครอบคลุมพื้นที่โดยมีค่ามากที่สุด คือ 0.219 % และค่าน้อยที่สุด คือ 0.120 % มีค่าจากการประมาณค่าฟอสฟอรัสด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่โดยมีค่ามากที่สุด คือ 27.755 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 6.592 ppm และมีค่าจากการประมาณค่าโพแทสเซียมด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่โดยมีค่ามากที่สุด คือ 155.757 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 98.216 ppm

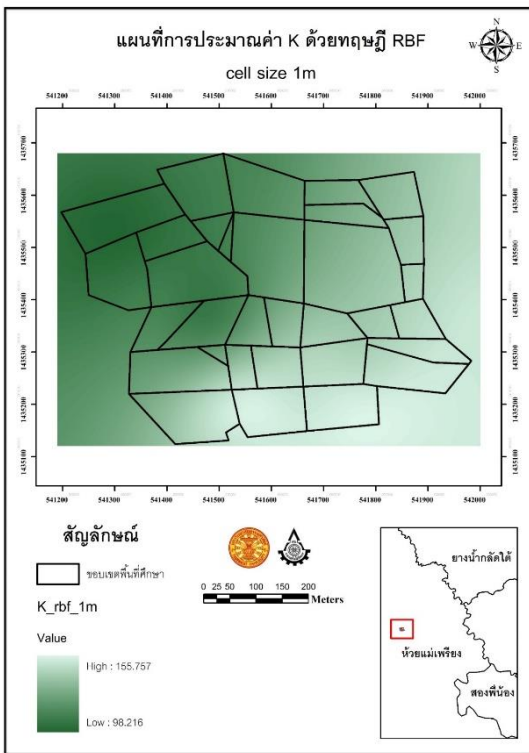
(2) ข้อมูลราสเตอร์ (30x30 เมตร) สำหรับใช้ในวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่ามีค่าจากการประมาณค่าไนโตรเจนด้วยทฤษฎี IDW ครอบคลุมพื้นที่โดยมีค่ามากที่สุด คือ 0.218 % และค่าน้อยที่สุด คือ 0.120 % มีค่าจากการประมาณค่าฟอสฟอรัสด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่โดยมีค่ามากที่สุด คือ 27.545 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 6.678 ppm มีค่าจากการประมาณค่าโพแทสเซียมด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่โดยมีค่ามากที่สุด คือ 155.687 ppm และค่าน้อยที่สุด คือ 98.362 ppm และมีค่าจากการประมาณค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยทฤษฎี RBF ครอบคลุมพื้นที่โดยมีค่ามากที่สุด คือ 7.459 และค่าน้อยที่สุด คือ 5.382



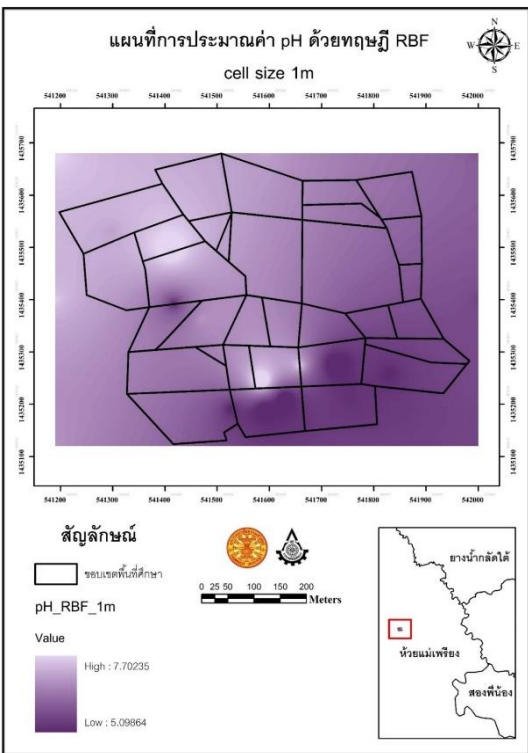
รูปที่ 6 การประมาณค่าไนโตรเจนด้วยทฤษฎี IDW



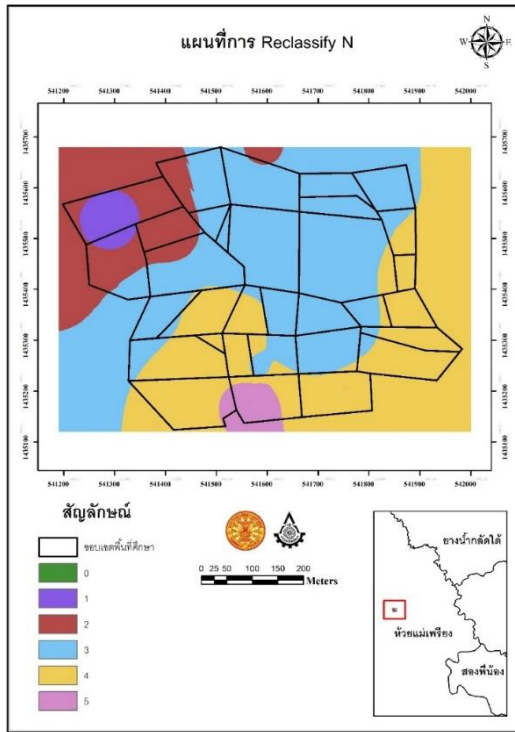
รูปที่ 7 การประมาณค่าฟอสฟอรัสด้วยทฤษฎี RBF



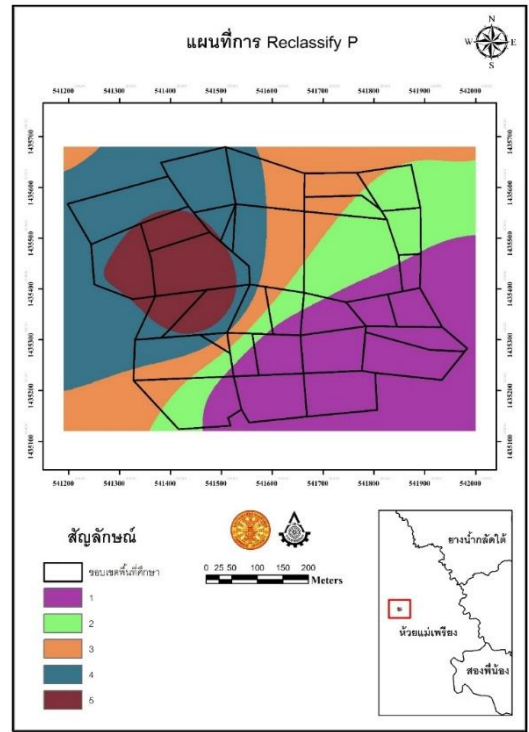
รูปที่ 8 การประมาณค่าโพแทสเซียมด้วยทฤษฎี RBF



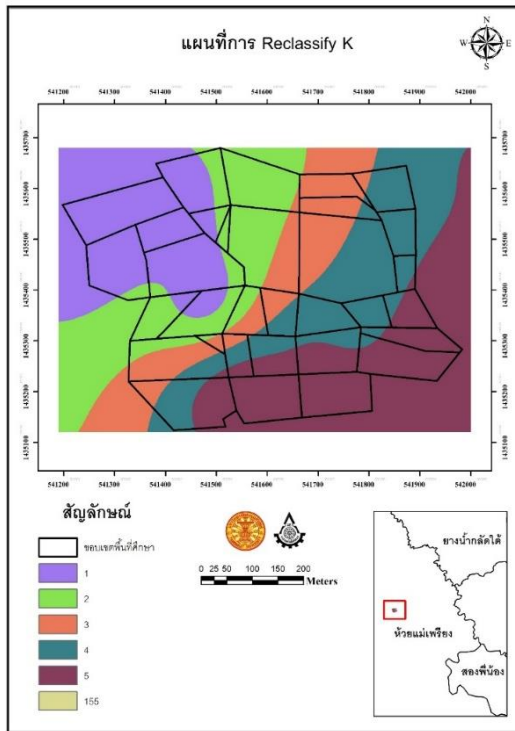
รูปที่ 9 การประมาณค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยทฤษฎี RBF



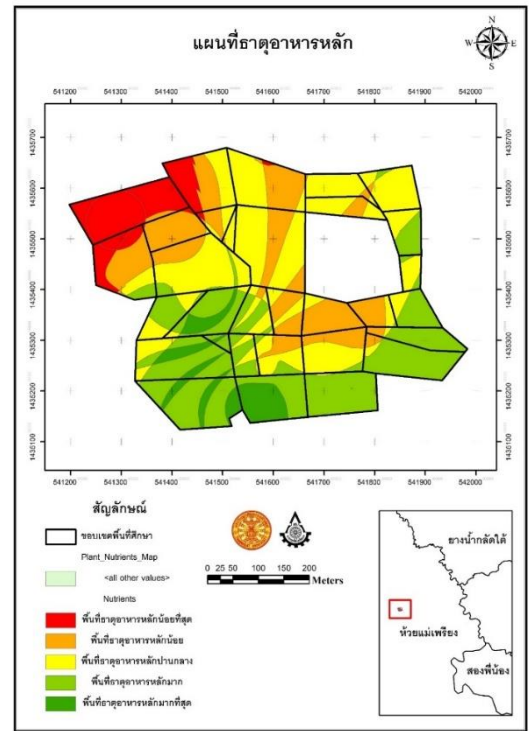
รูปที่ 10 การจัดกลุ่มธาตุไนโตรเจนออกเป็น 5 ช่วง



รูปที่ 11 การจัดกลุ่มธาตุฟอสฟอรัสออกเป็น 5 ช่วง



รูปที่ 12 การจัดกลุ่มธาตุโพแทสเซียมออกเป็น 5 ช่วง



รูปที่ 13 แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่

3.2 การวิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษา

3.2.1 การจัดกลุ่มธาตุอาหารหลัก

การจัดกลุ่มธาตุอาหารหลักด้วยการจัดช่วงธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยมีการแบ่งช่วงคะแนนตามค่าความหนาแน่นของธาตุอาหาร ดังรูปที่ 10 ถึง 12 จากนั้นนำแผนที่มาซ้อนทับกันด้วยกระบวนการ (overlay) และนำคะแนนการจัดกลุ่มธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมรวมเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นจึงจัดกลุ่มธาตุอาหารหลักของพื้นที่ต่อไป ดังรูปที่ 13

(1) การจัดกลุ่มธาตุไนโตรเจนออกเป็น 5 ช่วง แบบแบ่งเท่ากัน ดังรูปที่ 10

(2) การจัดกลุ่มธาตุฟอสฟอรัสออกเป็น 5 ช่วง แบบแบ่งเท่ากัน ดังรูปที่ 11

(3) การจัดกลุ่มธาตุโพแทสเซียมออกเป็น 5 ช่วง แบบแบ่งเท่ากัน ดังรูปที่ 12

3.2.2 แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่

เกิดจากการรวมแผนที่และคะแนนการจัดกลุ่มธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นทำการจัดกลุ่มธาตุอาหารหลักของพื้นที่ต่อไป ดังรูปที่ 13

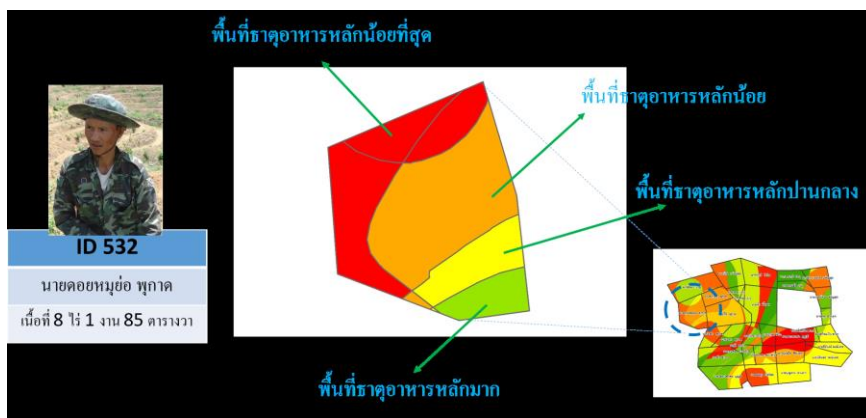
อภิปรายผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่ 2 การศึกษาและวิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาและวิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษา พบว่าธาตุอาหารหลักของพื้นที่มีความแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถคิดเป็นร้อยละของพื้นที่ทั้งหมดได้ดังตารางที่ 3 และจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าจะมีธาตุอาหารหลักของพื้นที่มากกว่าพื้นที่ที่อยู่สูงกว่า

ตารางที่ 3 พื้นที่ธาตุอาหารหลัก

ลักษณะของพื้นที่ศึกษา	ร้อยละของพื้นที่
พื้นที่ที่มีธาตุอาหารมากที่สุด	6.0
พื้นที่ที่มีธาตุอาหารมาก	30.7
พื้นที่ที่มีธาตุอาหารปานกลาง	32.9
พื้นที่ที่มีธาตุอาหารน้อย	20.9
พื้นที่ที่มีธาตุอาหารน้อยที่สุด	9.5

ผลการแสดงพื้นที่การเกษตรกรรมของเกษตรกร นายดอยหม่ย่ พุกาด มีเนื้อที่ 8 ไร่ 1 งาน 85 ตารางวา ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 แปลงที่ดินนายดอยหม่ย่ พุกาด

3.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติธาตุอาหารพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI

ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI พื้นที่ศึกษามาหาค่าดัชนีต่าง ๆ เพื่อใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานดินกับภาพถ่ายดาวเทียมแล้วจึงนำข้อมูลราสเตอร์ขนาดพิกเซล (30x30 เมตร) ที่ได้จากวัตถุประสงค์ที่ 1 มาซ้อนทับกัน และนำเอาค่าประจำพิกเซลมาหาค่าความสัมพันธ์ ซึ่งแสดงผลดังรูปที่ 15 ถึง 34

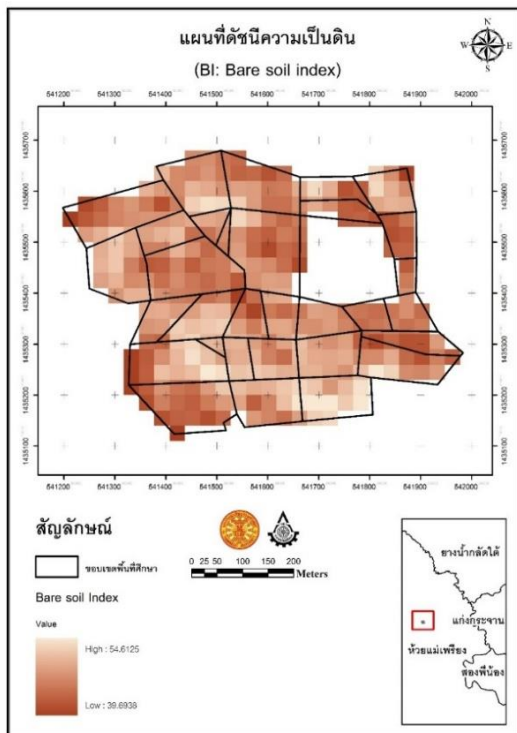
3.3.1 ดัชนีที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ของพื้นที่ศึกษา โดยนำภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละช่วงคลื่นหรือแบนด์ของภาพดาวเทียมมาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ตามสมการของการคำนวณ คือ ดัชนีความเป็นดิน ดัชนีความเป็นออกไซด์

เหล็ก ดัชนีความเป็นดินเหนียว และดัชนีความชื้นในดินมาใช้ในการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์

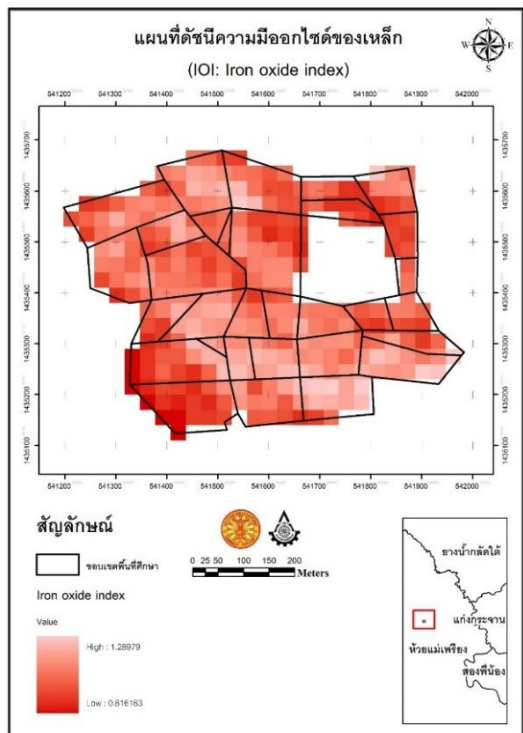
(1) ดัชนีความเป็นดิน (bare soil index, BI) ดังรูปที่ 15 พบว่ามีค่าจากการวิเคราะห์หา ดัชนีความเป็นดินครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 54.612 และค่าน้อยที่สุด คือ 33.693

(2) ดัชนีความเป็นออกไซด์เหล็ก (iron oxide index, IOI) ดังรูปที่ 16 พบว่ามีค่าจากการวิเคราะห์หาดัชนีความมีออกไซด์ของเหล็กครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 1.289 และค่าน้อยที่สุด คือ 0.816

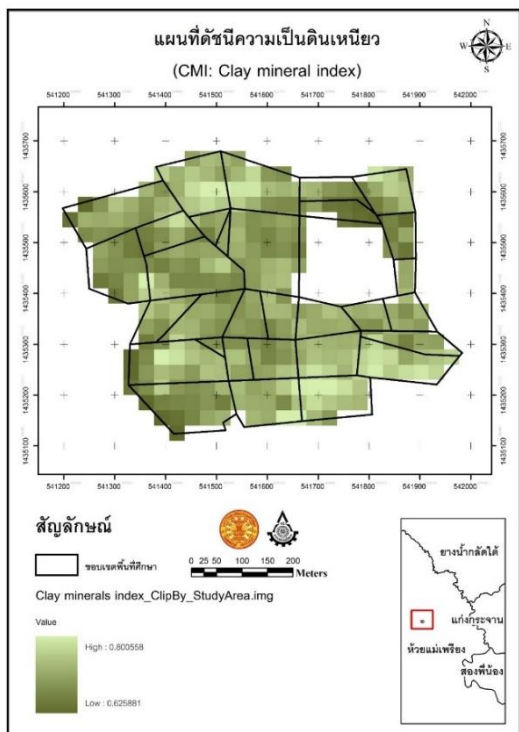
(3) ดัชนีความเป็นดินเหนียว (clay minerals index, CMI) ดังรูปที่ 17 พบว่ามีค่าจากการวิเคราะห์หาดัชนีความเป็นดินเหนียว ครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 0.800 และค่าน้อยที่สุด คือ 0.625



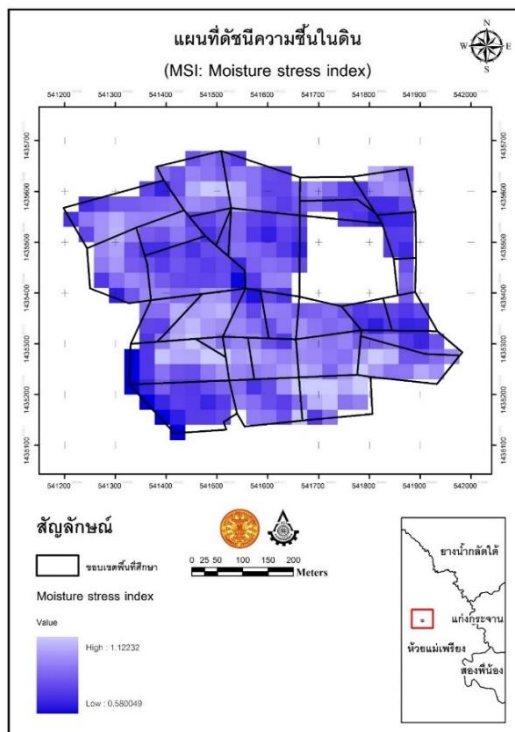
รูปที่ 15 แผนที่ดัชนีความเป็นดิน



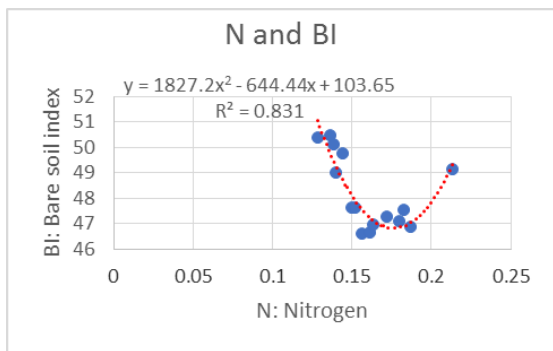
รูปที่ 16 แผนที่ดัชนีความเป็นออกไซด์เหล็ก



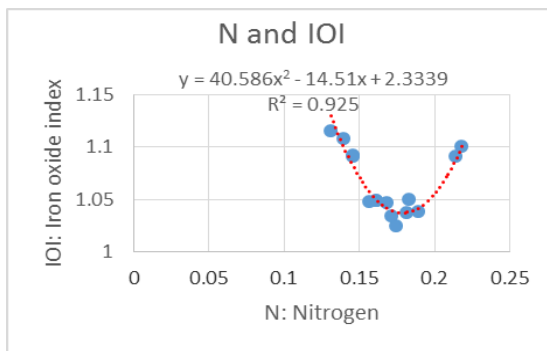
รูปที่ 17 แผนที่ดัชนีความเป็นดินเหนียว



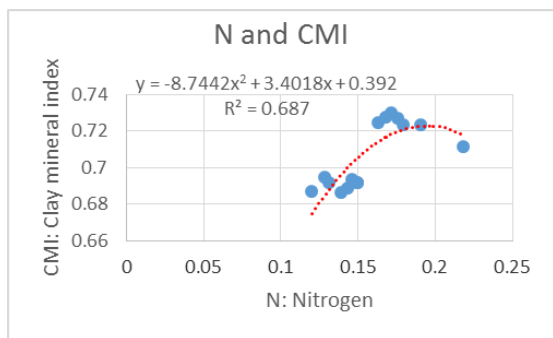
รูปที่ 18 แผนที่ดัชนีความชื้นในดิน



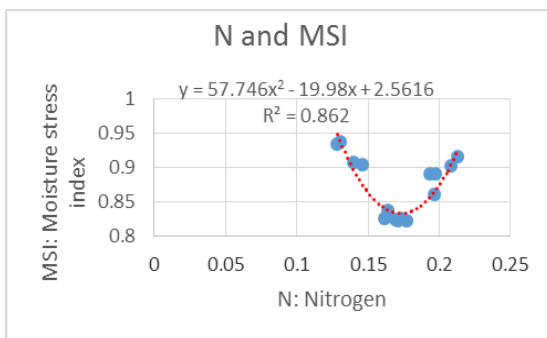
รูปที่ 19 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ BI



รูปที่ 20 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ IOI



รูปที่ 21 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ CMI



รูปที่ 22 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ MSI

(4) ดัชนีความชื้นในดิน (moisture stress index, MSI) ดังรูปที่ 18 พบว่ามีค่าจากการวิเคราะห์หาดัชนีความชื้นในดินครอบคลุมพื้นที่ โดยมีค่ามากที่สุด คือ 1.122 และค่าน้อยที่สุด คือ 0.580

3.3.2 กราฟและสมการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนกับดัชนีต่าง ๆ (BI, IOI, CMI และ MSI)

(1) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนกับดัชนีความเป็นดิน ดังรูปที่ 19

(2) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนกับดัชนีความเป็นออกไซด์เหล็ก ดังรูปที่ 20

(3) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนกับดัชนีความเป็นดินเหนียว แสดงดังรูปที่ 21

(4) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนกับดัชนีความชื้นในดิน ดังรูปที่ 22

ผลการหาค่าความสัมพันธ์ พบว่าธาตุไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับ IOI, MSI, BI และ CMI ดังค่าความสัมพันธ์ (R^2) 0.925, 0.862, 0.831 และ 0.687 ตามลำดับ

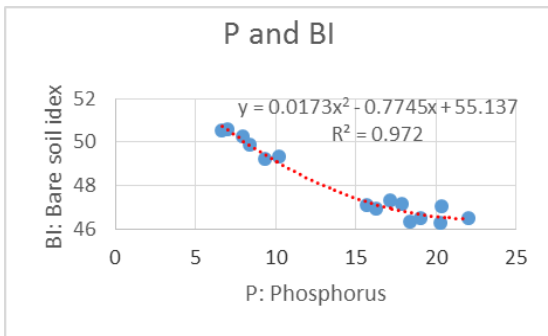
3.3.3 กราฟและสมการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสกับดัชนีต่าง ๆ (BI, IOI, CMI และ MSI)

(1) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสกับดัชนีความเป็นดิน ดังรูปที่ 23

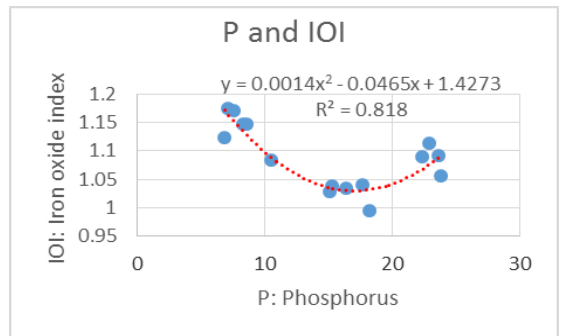
(2) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสกับดัชนีความเป็นออกไซด์เหล็ก ดังรูปที่ 24

(3) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสกับดัชนีความเป็นดินเหนียว ดังรูปที่ 25

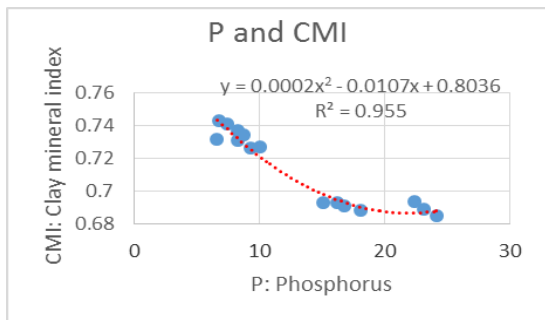
(4) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสกับดัชนีความชื้นในดิน ดังรูปที่ 26



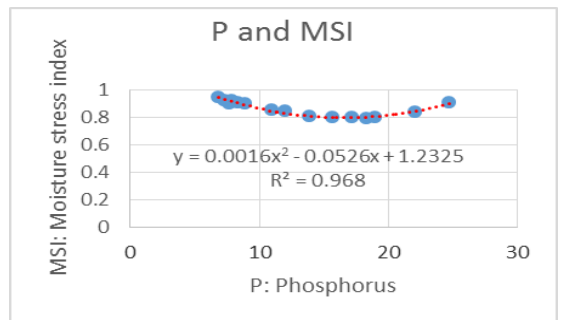
รูปที่ 23 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ BI



รูปที่ 24 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ IOI



รูปที่ 25 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ CMI



รูปที่ 26 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง P กับ MSI

ผลการหาค่าความสัมพันธ์ พบว่าธาตุโพสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับ BI, MSI, CMI และ IOI ดังค่าความสัมพันธ์ (R^2) 0.972, 0.968, 0.955 และ 0.818 ตามลำดับ

3.3.4 กราฟและสมการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมกับดัชนีต่าง ๆ (BI, IOI, CMI และ MSI)

(1) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมกับดัชนีความเป็นดิน ดังรูปที่ 27

(2) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมกับดัชนีความเป็นออกไซด์เหล็กดังรูปที่ 28

(3) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมกับดัชนีความเป็นดินเหนียว ดังรูปที่ 29

(4) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมกับดัชนีความชื้นในดิน ดังรูปที่ 30

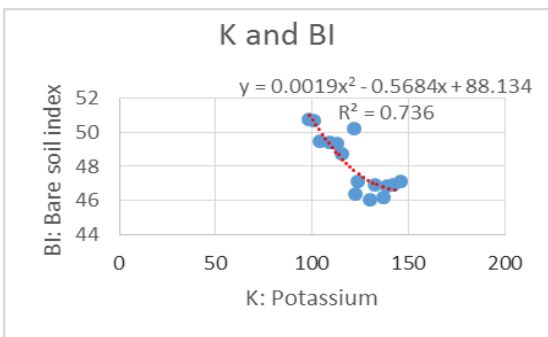
ผลการหาค่าความสัมพันธ์ พบว่าธาตุโพแทสเซียมมีความสัมพันธ์กับ MSI, IOI, BI และ CMI ดังค่าความสัมพันธ์ (R^2) 0.889, 0.803, 0.736 และ 0.726 ตามลำดับ

3.3.5 กราฟและสมการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับดัชนีต่าง ๆ (BI, IOI, CMI และ MSI)

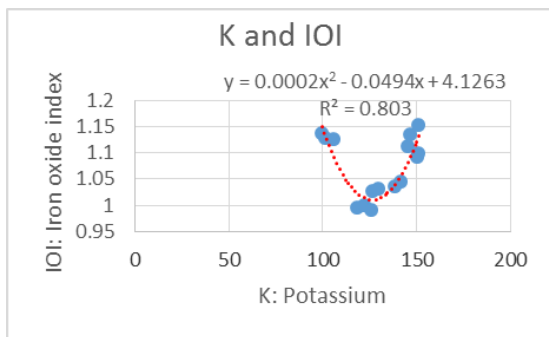
(1) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-เบสกับดัชนีความเป็นดิน ดังรูปที่ 31

(2) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-เบสกับดัชนีความเป็นออกไซด์เหล็ก ดังรูปที่ 32

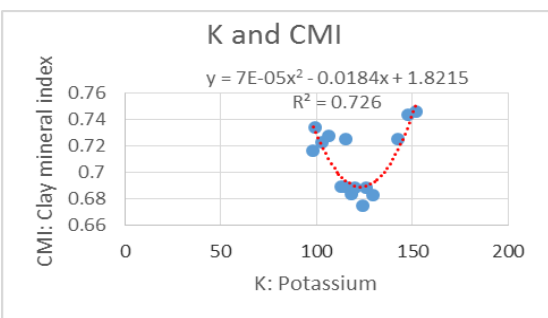
(3) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-เบสกับดัชนีความเป็นดินเหนียว ดังรูปที่ 33



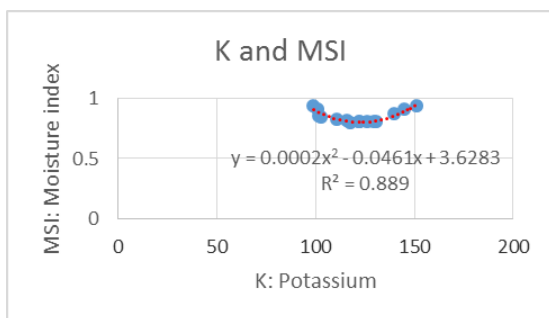
รูปที่ 27 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง K กับ BI



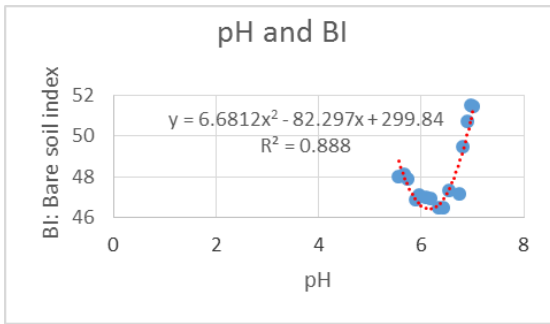
รูปที่ 28 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ IOI



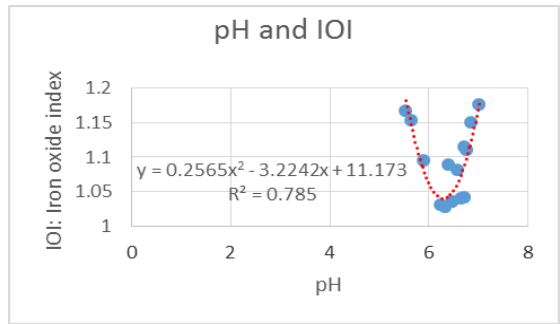
รูปที่ 29 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง K กับ CMI



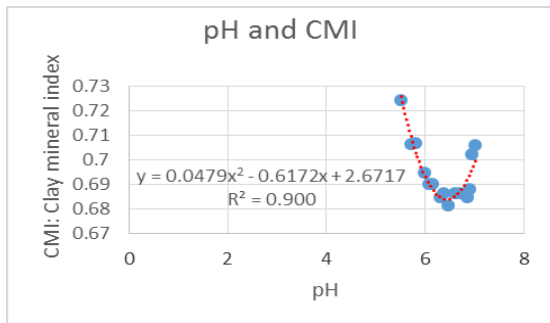
รูปที่ 30 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง P กับ MSI



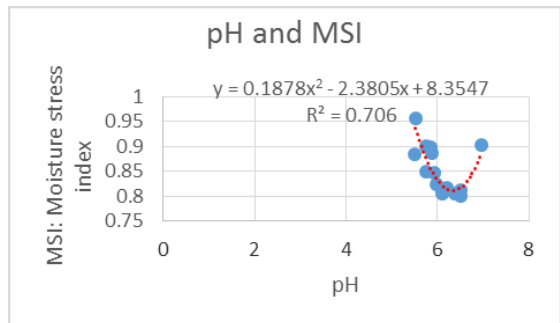
รูปที่ 31 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ BI



รูปที่ 32 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ IOI



รูปที่ 33 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ CMI



รูปที่ 34 กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ MSI

(4) กราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-เบสกับดัชนีความชื้นในดิน ดังรูปที่ 34

ผลการหาค่าความสัมพันธ์ พบว่าความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์กับ CMI, BI, IOI และ MSI ดังค่าความสัมพันธ์ (R^2) 0.900, 0.888, 0.785 และ 0.706 ตามลำดับ

4. อภิปรายผลและวิจารณ์

4.1 การศึกษาและเปรียบเทียบแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินด้วยทฤษฎีการประมาณค่าด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

พบว่าทฤษฎีการประมาณค่าแบบ IDW เหมาะสำหรับการใช้ประมาณค่าไนโตรเจน เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าทฤษฎีการประมาณค่าแบบ RBF ส่วนทฤษฎีการประมาณค่าแบบ RBF เหมาะสำหรับการใช้ประมาณค่าฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ

ความเป็นกรด-ด่าง เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าทฤษฎีการประมาณค่าแบบ IDW ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า

ธาตุ	IDW	RBF
ไนโตรเจน (N)	-0.004	-0.008
ฟอสฟอรัส (P)	-1.541	-0.309
โพแทสเซียม (K)	1.947	1.099
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-0.254	-0.183

สาเหตุที่ผลการศึกษาและเปรียบเทียบแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินด้วยทฤษฎีการประมาณค่าด้วยระบบภูมิสารสนเทศเป็นเช่นนี้ เนื่องจากทฤษฎีการประมาณค่าแบบ RBF นั้นเหมาะสำหรับการใช้ในการประมาณค่าสารที่อยู่ในดิน ซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนที่

แบบแพร่กระจาย เช่น ความชื้น ธาตุอาหารของพืช เป็นต้น จึงทำให้ทฤษฎีการประมาณค่าแบบ RBF มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าทฤษฎีการประมาณค่าแบบ IDW

4.2 การวิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษา

สาเหตุที่ผลการศึกษาและวิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษาเป็นเช่นนี้ เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันและลักษณะชุดดินที่แตกต่างกันไป กล่าวคือ ตัวอย่างดินที่อยู่ในชุดดินเดียวกันนั้น บางตัวอย่างอยู่ในที่สูงกว่าตัวอย่างอื่นหรือมีความลาดชันมากกว่า ซึ่งจะมีธาตุอาหารหลักของพืชน้อยกว่า เพราะเกิดการชะล้างมากกว่าจึงทำให้ธาตุอาหารหลักของพืชลงไปอยู่ในพื้นที่ที่ต่ำกว่า ซึ่งตัวอย่างดินที่เก็บในพื้นที่อยู่ในชุดดิน 2 ชุดดิน คือ ชุดดินมวกเหล็ก และชุดดินวังไธ

4.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติธาตุอาหารพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI

การศึกษาคือความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติธาตุอาหารพื้นฐานของดิน (N, P, K และ pH) กับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI พบว่าในช่วงแรกสมบัติพื้นฐานของดินแปรผกผันกับดัชนีต่าง ๆ (BI, IOI, CMI และ MSI) กล่าวคือ เมื่อค่าสมบัติพื้นฐานของดินเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีต่าง ๆ จะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่ง จากนั้นค่าสมบัติพื้นฐานของดินจึงจะแปรผันตรงกับค่าดัชนีต่าง ๆ โดยเมื่อค่าสมบัติพื้นฐานของดินเพิ่มขึ้นค่าดัชนีต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ยกเว้นกรณีค่าไนโตรเจนกับค่าดัชนีความเป็นดินเหนียวในช่วงแรกค่าไนโตรเจนแปรผันตรงกับค่าดัชนีความเป็นดินเหนียวจนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่ง ค่าไนโตรเจนจึงจะแปรผกผันกับค่าดัชนีความเป็นดินเหนียว ดังนั้นสมบัติพื้นฐานของดินจึงมีความสัมพันธ์

กับดัชนีต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI ไปใช้ได้ โดยการนำเอาภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ขยายผลของโครงการ ซึ่งควรมีลักษณะภูมิประเทศใกล้เคียงกัน หรือเป็นพื้นที่บริเวณเดียวกันมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีต่าง ๆ แล้วนำมาเทียบเคียงกับปริมาณสมบัติพื้นฐานของดิน จึงทำให้ทราบปริมาณสมบัติพื้นฐานของดินโดยไม่ต้องเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสมบัติพื้นฐานของดิน เป็นการช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่างดินได้

นอกจากนี้ยังได้นำขอบเขตพื้นที่ทำกินของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษามาช่วยในการศึกษาวิเคราะห์แผนที่ธาตุอาหารหลักอีกด้วย และผลการศึกษาแสดงให้เห็นทราบว่าเกษตรกรเจ้าของแปลงที่ทำกินนั้น ๆ ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยตามสูตรที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด แต่สามารถที่จะเลือกใช้ปุ๋ยสั่งตัดหรือปุ๋ยอินทรีย์ ตามแต่ความต้องการธาตุอาหารหลักและประเภทของพืชที่ปลูกในพื้นที่ทำกิน โดยเปรียบเทียบได้จากแผนที่ธาตุอาหารหลัก ซึ่งผลการศึกษานี้จะเป็นตัวช่วยในการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรและนำไปสู่ความยั่งยืนในอนาคตตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง

5. สรุปผลการศึกษา

การประมาณค่าไนโตรเจนควรใช้ทฤษฎี IDW จึงให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อย คือ -0.004 ส่วนการประมาณค่าฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความเป็นกรด-ด่างควรใช้ทฤษฎี RBF จึงให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อย คือ -0.309, 1.099, -0.183 ตามลำดับ จากค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากกระบวนการประเมินความถูกต้อง/ตรวจสอบทำให้ทราบว่าทฤษฎีใดที่เหมาะสมในแต่ละสมบัติพื้นฐานของดิน ซึ่งทำให้สามารถเลือกแผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานของดินไปใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ที่ 2 และ 3 อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยสมบัติพื้นฐานของดินทั้ง 4 อย่าง คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความเป็นกรด-ด่างไม่ได้มีเพียงทฤษฎีการประมาณค่าเพียงอย่างเดียวที่ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด จากวัตถุประสงค์ที่ 1 ได้แผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานของดินจำนวน 3 ชุด จึงนำเอาแผนที่มาจำแนกพื้นที่ศึกษาออกเป็น 5 ส่วน โดยใช้ปริมาณธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษาเป็นเกณฑ์การแบ่ง แล้วนำแผนที่นี้มาทำการซ้อนทับกันทั้ง 3 ชุด ได้เป็นแผนที่ธาตุอาหารหลักของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ที่มีธาตุอาหารมากที่สุด 6.0 % พื้นที่ที่มีธาตุอาหารมาก 30.7 % พื้นที่ที่มีธาตุอาหารปานกลาง 32.9 % พื้นที่ที่มีธาตุอาหารน้อย 20.9 % พื้นที่ที่มีธาตุอาหารน้อยที่สุด 9.5 % และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่คุณสมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI หลังจากนำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI ตัดตามขอบเขตพื้นที่ศึกษาและหาค่าดัชนีต่าง ๆ จะได้แผนที่ดัชนีทั้ง 4 ดัชนี ตามขอบเขตพื้นที่ศึกษา คือ BI, IOI, CMI และ MSI และจากวัตถุประสงค์ที่ 1 ได้แผนที่การประมาณค่าสมบัติพื้นฐานของดินจำนวน 4 ชุด จึงนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กัน ซึ่งมีความสัมพันธ์ทั้งหมด 16 ชุด โดยมีค่า R-square เป็นตัวชี้วัดความสัมพันธ์โดยมีความสัมพันธ์ คือ ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับดัชนีความมีออกไซด์ของเหล็ก โดยมีค่า R-square = 0.925 ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับดัชนีความเป็นดิน โดยมีค่า R-square = 0.972 โพแทสเซียมมีความสัมพันธ์กับดัชนีความชื้นในดิน โดยมีค่า R-square = 0.889 และความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์กับดัชนีความเป็นดินเหนียว โดยมีค่า R-square = 0.900 ตามลำดับ

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรจัดทำคู่มือหรือตารางเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยหรือคู่มือแนะนำการทำปุ๋ยสั่งตัด เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและเข้าถึงของเกษตรกร รวมทั้งสะดวกต่อการใช้ประโยชน์จากการศึกษาแผนที่ธาตุอาหารหลัก

6.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเชิงพื้นที่เพื่อการประยุกต์ด้านการจัดการที่ดินภาคเกษตรกรรมสามารถนำไปประยุกต์กับการปรับปรุงบำรุงธาตุอาหารในดินกับพื้นที่ภาคการเกษตรได้

6.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่สมบัติพื้นฐานของดินกับภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI ควรใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเวลาที่ไม่มีเมฆปกคลุม เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 OLI ที่ใช้ในการศึกษาเป็นระบบเฉื่อย (passive) ซึ่งไม่สามารถถ่ายภาพทะลุชั้นบรรยากาศได้และต้องอาศัยค่าการสะท้อนจากสิ่งปกคลุมดิน

7. รายการอ้างอิง

- [1] มูลนิธิปิดทองหลังพระ, 2551, คลังความรู้ 6 มิติ, แหล่งที่มา : <http://www.pidthong.org>, 10 มิถุนายน 2556.
- [2] มูลนิธิปิดทองหลังพระ, 2556, หลักการดำเนินงาน, แหล่งที่มา : <http://www.pidthong.org>, 10 มิถุนายน 2556.
- [3] ศูนย์ความรู้กลาง, กรมชลประทาน, การแทรก (Interpolation) คืออะไร ?, แหล่งที่มา : <http://kmcenter.rid.go.th>, 11 กรกฎาคม 2556.
- [4] สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม, 2553, คู่มือการเก็บตัวอย่างดิน, แหล่งที่มา : <http://www.alro.go.th>, 15 มิถุนายน 2556.