

การตรวจวัดความอันตรายของดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม
ในกลุ่มน้ำย่อยของลำน้ำชี

**Detecting Soil Salinity Hazards Using Indices of
Satellite-Deriver Data in Chi Sub Basin**

นิติธร จันท์ชมภู^{1*} ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์¹

¹ สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Email: nitithorn.janchomphu@gmail.com, charat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การตรวจวัดดินเค็มในเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ต้องบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นสาเหตุของดินเค็ม ซึ่งมักจะมีอุปสรรคในการหาข้อมูลจำนวนมาก ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ซึ่งน่าจะมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่เกิดดินเค็ม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมวลผลการได้มาของดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์ และหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับพื้นที่คราบเกลือ ค่าความนำไฟฟ้า (*Electrical Conductivity; EC*) และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์สภาพพื้นผิวที่มีความอันตรายของดินเค็ม ในการศึกษาครั้งนี้ใช้พื้นที่ศึกษา ลำน้ำชี ส่วนที่ 3 ครอบคลุมเนื้อที่บางส่วนจังหวัดขอนแก่น และมหาสารคาม มีเนื้อที่ประมาณ 3,228 ตารางกิโลเมตร โดยวิเคราะห์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม *LANDSAT-5 TM* ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2549 ได้แก่ *Soil Index (SI)*, *Intensity (Int)*, *Tasseled Cap1 (TC1)*, องค์ประกอบหลักที่ 1 (*CPI*) และองค์ประกอบหลักที่ 2 (*CP2*) ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม *Soil Index* และ *Intensity* มีความสอดคล้องกับคราบเกลือในระดับมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคราบเกลือในระดับต่ำกว่านี้ ไม่มีความสอดคล้องกับดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับค่าความนำไฟฟ้า *EC* มีความสัมพันธ์กับดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์ของดาวเทียม *Soil Index*, *Intensity*, *TC1* และ *CPI* ในระดับพื้นผิวดิน ที่มีค่าระดับสีเทาตั้งแต่ปานกลางถึงสูง ส่วนดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม *CP2* ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า *EC* ในระดับพื้นผิวดิน และพบว่าความแตกต่างของสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า *EC* สูงแสดงว่ามีความเค็มในดิน พบในพื้นที่ที่รกร้างว่างเปล่ามีคราบเกลือปรากฏ พื้นที่รกร้างมีสิ่งปกคลุมดิน และพื้นที่นาข้าวที่ให้ผลผลิตต่ำ

* ผู้ติดต่อหลัก (Corresponding author)

Abstract

Spatial detection of soil salinity in a large area is usually based on the integrated information causing soil salinization. Traditionally it lacks of the available information to characterize and detects the spatial pattern of soil salinity. Satellite-derived indices offer an alternative to monitor a variety of dynamic land surface processes, including soil salinity. The objective of this study was analyze and determine the indices having strong relation to salt crust, soil electrical conductivity, Land use in support of soil salinity hazard. The study area, Chi basin part 3, covers a portion of Khon Kaen and Maha Sarakham provinces with an area of about 3,228 square kilometers and was characterized by gently undulating topography. LANDSAT 5-TM acquired in December 22nd, 2006 was analyzed to create Soil Index (SI), Intensity (Int), Tasseled Cap1 (TC1), Principal Component 1st (CP1) and Principal Component 2nd (CP2). The agreement between the satellite derived-indices and the salt crust of over 50% is high for the soil index and the intensity. The other indices show no significant relationship with any percentages of salt crust. The moderate to high digital numbers of the indices are moderate to high for the high soil conductivity at the ground surface. Different land cover/land use patterns were found for the areas of higher soil electrical conductivity. These included abandoned land with salt crust, abandoned land with mixed swidden and paddy land having relatively low yields.

Keywords: Soil Salinity, Electric conductivity, Geographic information system, Satellite-derived Data and Chi sub basin part 3.

บทนำ

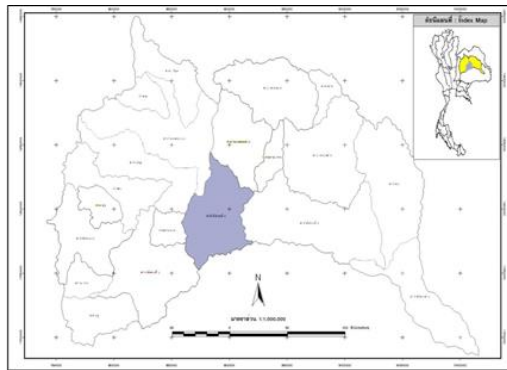
การตรวจวัดความอันตรายของดินเค็มในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ มีความยุ่งยากในการวิเคราะห์ผลและจัดทำแผนที่ ซึ่งไม่ทันต่อเหตุการณ์ มักจะมีปัญหาและอุปสรรคในการหาข้อมูลจำนวนมาก ในการนำเอาข้อมูลมาประกอบการทำแผนที่ และจากความหลากหลายนี้ ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ [10,11,12] ข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียม ได้แก่ ดัชนีอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI, Int, TC1, CP1 และ CP2 [4,5,6,7,8] อาจมีความสอดคล้องกับแผนที่ที่ทราบเกลือบนผิวดิน ค่าความนำไฟฟ้า EC และการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละพื้นที่ ระดับความเค็มของดินเค็มสามารถวัดได้ด้วยการวัดค่าความนำไฟฟ้า และมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ สาเหตุของการเกิดดินเค็มเกิดจาก 2 สาเหตุใหญ่ ๆ ได้แก่ เกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากมนุษย์ [2] ในการตรวจวัดความอันตรายของดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมนี้ เพื่อหาหรือทำแผนที่ดินเค็ม เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว โดยการวิเคราะห์จากหลายปัจจัยที่ทำให้ยาก หากความสัมพันธ์ของแผนที่ที่ทราบเกลือบนผิวดิน [1] ค่าความนำไฟฟ้า EC และการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความสัมพันธ์กับดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์ที่ได้กล่าวมา ก็จะสามารถจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถบูรณาการข้อมูลนี้ร่วมกับข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลภูมิสารสนเทศ ข้อมูลคุณภาพน้ำใต้ดิน เป็นต้น ตามกลไกการเกิดดินเค็มที่มีหน่วยชุดหินที่รองรับข้างล่าง [3] จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง รวดเร็ว ทันต่อเหตุการณ์ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม และสนับสนุนการวิเคราะห์สภาพพื้นผิวที่มีความอันตรายของดินเค็ม
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับแผนที่คราบเกลือบนผิวดิน รวมทั้งความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า EC ที่เกี่ยวข้อง

พื้นที่ศึกษา

บริเวณลุ่มน้ำลำน้ำชีส่วนที่ 3 ตั้งอยู่ระหว่างพิกัดที่ 102 องศา 17 ลิปดาตะวันออก-102 องศา 57 ลิปดาตะวันออก และ 15 องศา 43 ลิปดาเหนือ-16 องศา 23 ลิปดาเหนือ มีพื้นที่ทั้งหมด 3,228.94 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

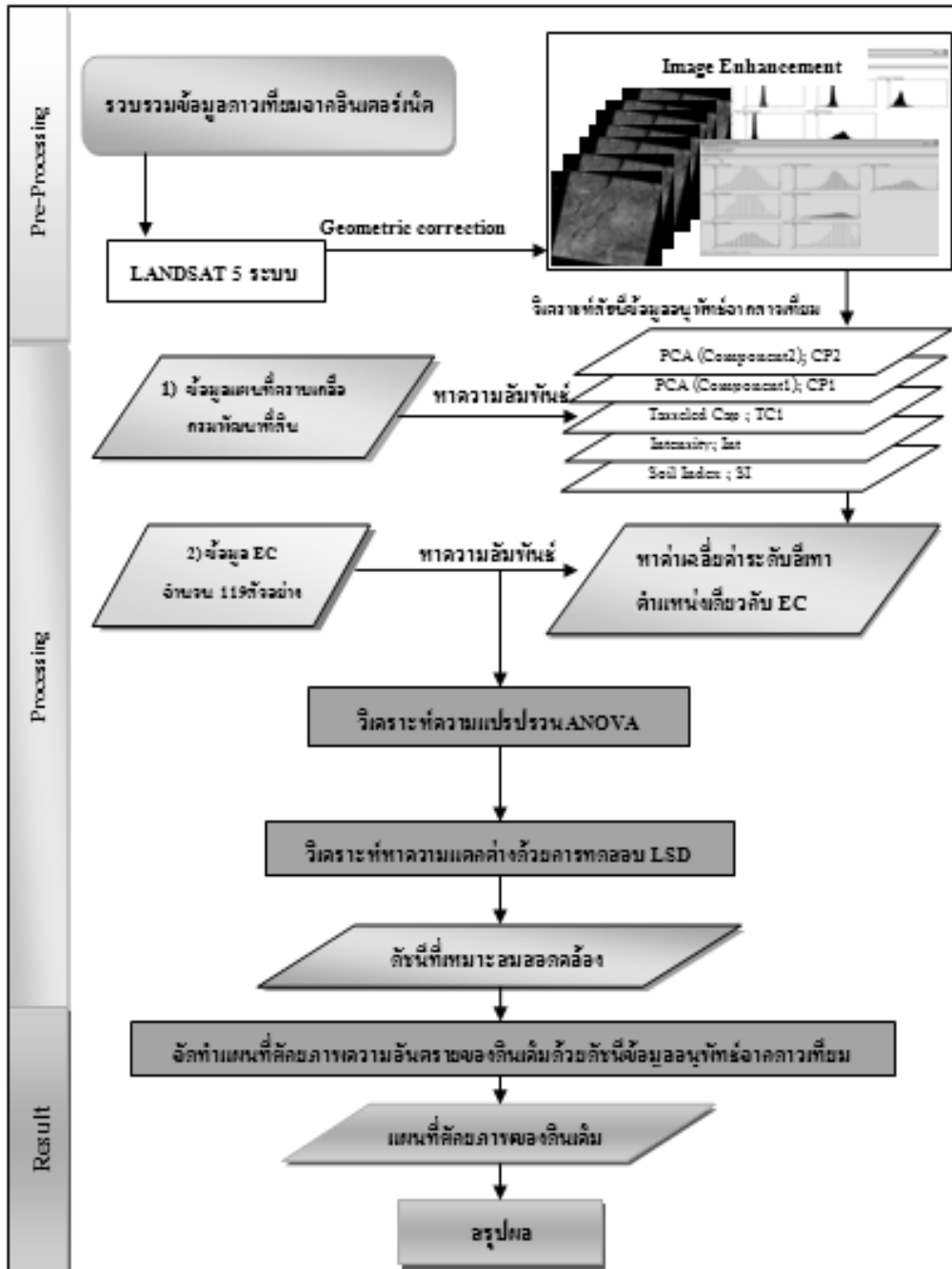
สภาพภูมิประเทศมีพื้นที่ทั้งหมดลาดเอียงจากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปทางทิศใต้ มีแนวเทือกเขาของภูมิงยอดเขาสูง 657 เมตร จากระดับน้ำทะเล วางเป็นแนวขวางและวกลงมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดและค่อนข้างราบ พื้นที่ราบลุ่ม มีความสูงประมาณ 140-230 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยประมาณ การระบายน้ำค่อนข้างดี โดยต้นน้ำมาจากแนวเขาทางทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกเฉียง เข้าเขตจังหวัดขอนแก่นผ่านเขตอำเภอเวียงน้อย อำเภอเวียงใหญ่ กิ่งอำเภอโคกโพธิ์ชัย อำเภอนบพอำเภอมัญจาคีรีอำเภอบ้านไผ่ อำเภอบ้านแฮด อำเภอพระยืน และอำเภอเมืองขอนแก่น แล้วไหลเข้าเขตอำเภอโกสุมพิสัยจังหวัดมหาสารคาม

การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าว คิดเป็นร้อยละ 78 ของพื้นที่ พืชไร่ พืชสวน คิดเป็นร้อยละ 6 ของพื้นที่ ป่าพลัดใบ, ป่าพลัดใบรอสภาพฟื้นฟู, สวนป่าสมบูรณ์, ไม้ยืนต้น และไม้ละเมาะ คิดเป็นร้อยละ 11 ของพื้นที่ การประกอบอาชีพส่วนใหญ่ทำนา [1]

วิธีการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมเปรียบเทียบกับแผนที่คราบเกลือ 2) หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับค่า

ความนำไฟฟ้าของดิน 3) ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับระดับความเค็ม EC และ 4) จัดทำแผนที่ศักยภาพความอันตรายจากดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ขั้นตอนการวิจัยมีทั้งหมด 8 ขั้นตอน คือ 1) การรวบรวมข้อมูล 2) วิเคราะห์ข้อมูลจากภาพดาวเทียม 3) วิเคราะห์ข้อมูลแผนที่คราบเกลือบนผิวดิน 4) วิเคราะห์ข้อมูลค่าความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) 5) หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับคราบเกลือ 6) หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับค่าความนำไฟฟ้า 7) หาความสัมพันธ์ของสภาพการใช้ที่ดินที่พบดินเค็มระดับต่าง ๆ และ 8) จัดทำแผนที่ศักยภาพความอันตรายจากดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ดังแสดงรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาวิจัย ดังรูปภาพที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1 การรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลภาพจากดาวเทียม

การตรวจวัดความอันตรายของดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกเอาภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM ถ่ายเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2549 ความแยกชัดเชิงพื้นที่ 30 เมตร ที่สามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจาก <http://edcsns17.cr.usgs.gov/NewEarthExplorer/> [9] ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมในกลุ่มน้ำย่อยของลำน้ำชี ส่วนที่ 3 และครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งบันทึกภาพในช่วงหน้าหนาว ที่ไม่มีฝนตก หรือการชะล้างปริมาณคราบเกลือบนผิวดิน ดังนั้นจึงได้เลือกดัชนีภาพที่ Path 128 Row 49 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ช่วงคลื่นที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 6 ช่วงคลื่น ได้แก่ TM1(น้ำเงิน) TM2(เขียว) TM3(แดง) TM4(อินฟราเรดใกล้) TM5(อินฟราเรดคลื่นสั้น) และ TM7(อินฟราเรดสะท้อน)

1.2 ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมในการวิเคราะห์

การศึกษานี้ใช้คัดเลือก ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ทั้งหมด 5 ดัชนี โดยได้คัดเลือกจากงานวิจัยที่นำมาใช้การศึกษาดินเค็ม ดังรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ที่ใช้ในการวิจัย

Remotely Sensed Index	Description
Intensity	$Int = \frac{TM2 + TM3}{2}$ TM2, TM3 : Reflectance in the green, red bands.
Soil index	$SI = \sqrt{TM2 \times TM3}$ TM2, TM3 : Reflectance in the green, red bands.
Tasseled cap-Brightness (TC)	$TC1 = 0.3037(TM1) + 0.2793(TM2) + 0.4343(TM3) + 0.5585(TM4) + 0.5082(TM5) + 0.1863(TM7)$
Principal Component Analysis	Component 1 and 2 (CP1, CP2)

1.3 ข้อมูลแผนที่คราบเกลือบนผิวดิน

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลแผนที่คราบเกลือบนผิวดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน [1] สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงพื้นที่และวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมในขั้นตอนต่อไป

1.4 ข้อมูลตำแหน่งตัวอย่างค่าความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) ของพื้นที่

การตรวจวัดระดับความเค็มของดิน จำเป็นต้องใช้ตำแหน่งค่าความนำไฟฟ้า 119 ตำแหน่ง จากกรมพัฒนาที่ดิน [1] โดยข้อมูลตำแหน่งภาคสนาม เป็นพื้นที่ที่เกิดคราบเกลือบนผิวดินและมีความเค็มเท่านั้น โดยมีการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ เนื่องจากเป็นช่วงที่ไม่มีปริมาณฝนตกในพื้นที่ศึกษา สำหรับเปรียบเทียบกับดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับค่าความนำไฟฟ้าของดิน

2. วิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียม

การวิเคราะห์ครั้งนี้ โดยใช้โปรแกรม PCI Geometrical ในการวิเคราะห์ค่าความสว่างทั้ง 5 ดัชนี ในการศึกษาความสัมพันธ์ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 ดัชนีวิเคราะห์ดินแบบ (Soil Index) ซึ่งเป็นการนำเอาข้อมูลช่วงคลื่นสีเขียวและช่วงคลื่นสีแดง เข้าสู่สมการ $SI = \sqrt{TM2 * TM3}$ เน้นข้อมูลภาพของทุกช่วงคลื่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งได้ทำการขยายฮิสโตแกรมของภาพถ่ายให้มีค่าของจุดภาพอยู่ระหว่าง 0-255 ก่อน ซึ่งจะทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น และทำการจัดเก็บตารางค้นหา (Look Up Table: LUT) ของภาพที่ขยายแล้ว

2.2 ดัชนีความเข้มของสว่างแบบ (Intensity) ซึ่งเป็นการนำเอาข้อมูลช่วงคลื่นสีเขียวและช่วงคลื่นสีแดงเข้าสู่สมการ $Int = ((TM2 * TM3) / 2)$ เน้นข้อมูลภาพของทุกช่วงคลื่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งได้ทำการขยายฮิสโตแกรมแล้ว ทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น และทำการจัดเก็บตารางค้นหา (Look Up Table: LUT) ของภาพที่ขยายแล้ว

2.3 ดัชนีความสว่างแบบ (Tasseled Cap transformation) เป็นการนำช่วงคลื่นที่ 1-5 และ 7 เป็นการนำข้อมูลหลาย ๆ แบนด์ มาจัดข้อมูลใหม่ การจัดข้อมูลใหม่ทำให้ได้แกนข้อมูลหลัก 3 แกนคือ ความสว่าง (Brightness) TC1 ให้น้ำหนักรวมของทุกแบนด์ แสดงทิศทางการแปรปรวนหลัก ในการสะท้อนจากดิน ความเขียว (Greenness) ตั้งฉากกับแกนความสว่าง เป็นความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็น แกนนี้สัมพันธ์กับปริมาณพืชสีเขียว ในภาพความชื้น (Wetness) สัมพันธ์กับทรงพุ่มของพืชและความชื้นของดิน ในการตรวจวัดความอันตรายจากการเกิดดินเค็มนั้นเลือกใช้ ค่าความสว่าง (Brightness) ให้น้ำหนักรวมของทุกแบนด์ แสดงทิศทางการแปรปรวนหลัก ในการสะท้อนจากดินเค็ม

2.4 วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เป็นการแปลงข้อมูลเดิมจากหลายแบนด์ ลดข้อมูลในแบนด์ที่คล้ายคลึงกัน และให้ความหมายของแบนด์ใหม่ ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ที่กำหนดในแบนด์เดิม นำเอาช่วงคลื่นที่ 1-5 และ 7 มาใช้ในการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม PCI Geometrical วิเคราะห์เช่นเดียวกับ Tasseled Cap แต่ในการวิเคราะห์จะมีเวกเตอร์เจาะจง (Eigen vector) ทั้งหมด 6 แกน และมีค่าเวกเตอร์เจาะจง (Eigen Value) 6 ค่า นำมาสร้างเป็นสมการขององค์ประกอบ แล้วทำการตรวจสอบความแปรปรวนของแต่ละองค์ประกอบ ข้อมูลที่มีรายละเอียดของข้อมูลสูงส่วนใหญ่อยู่ในองค์ประกอบแรก ๆ และมีเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนสูง โดยการวิจัยครั้งนี้ได้เลือก 2 Component ได้แก่ Component ที่ 1 (CP1) ค่าความสว่าง (Brightness) ในการสะท้อนจากดิน และ Component ที่ 2 (CP2) ค่าสะท้อน (Greenness)

2.5 สร้างหน้าฉากเพื่อกำหนดให้คำนวณสมการของแต่ละดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ภายใต้น้ำฉากด้วยโปรแกรม PCI Geometrical และทำการคำนวณตามสมการของแต่ละดัชนี ข้อมูลที่ได้จะเป็นค่าของดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์ของดาวเทียมบริเวณพื้นที่ศึกษา

2.6 วิเคราะห์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์ทั้ง 5 ดัชนี โดยการตรวจสอบค่าดัชนีให้มีค่าตรงกับค่ามาตรฐานของแต่ละดัชนี จากนั้นนำข้อมูลแผนที่แสดงตำแหน่งพิกัดตัวอย่างค่าความนำไฟฟ้า กรมพัฒนาที่ดิน เพื่อหาค่าเฉลี่ยของจุดภาพตำแหน่งตัวอย่าง ทั้งหมด 119 ตำแหน่ง นำค่าเฉลี่ย จะได้จากการวิเคราะห์ไปวิเคราะห์

และเปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูล ได้แก่ ความสัมพันธ์กับแผนที่คราบเกลือ และความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า โดยทำการทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติต่อไป

3. วิเคราะห์ข้อมูลแผนที่คราบเกลือบนผิวดิน

วิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่คราบเกลือบนผิวดิน ที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่พบคราบเกลือบนผิวดินกับค่าการสะท้อนระดับสีเทาที่ได้จากการวิเคราะห์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม

4. วิเคราะห์ข้อมูลค่าความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC)

วิเคราะห์ข้อมูลค่าความนำไฟฟ้าที่ได้จาก กรมพัฒนาที่ดิน ตรวจสอบความถูกต้องของพิกัดทั้ง 119 ตำแหน่ง นำเข้าโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงภาพที่ 2 โดยแยกระดับความลึก 3 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับ 0-20 เซนติเมตร 2) ระดับ 21-50 เซนติเมตร และ 3) ระดับ 51-100 เซนติเมตร

5. หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับคราบเกลือ

หาความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ย้อนทับด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เปรียบเทียบเชิงพื้นที่ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมทั้ง 5 ดัชนีดาวเทียม กับแผนที่คราบเกลือบนผิวดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งสัดส่วนของค่าระดับสีเทาแบ่งออกเป็น 5 ช่วงความสว่าง 0-255 ได้แก่ 0-51, 52-102, 103-153, 154-204 และ 205-255 ตามลำดับ เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่เกิดคราบเกลือบนผิวดินที่ได้จากการวิเคราะห์แผนที่คราบเกลือบนผิวดิน กรมพัฒนาที่ดิน ด้วยวิธีการทดสอบ (Least Significant Difference; LSD) เพื่อหาความแปรปรวนและหาดัชนีดาวเทียมที่สามารถนำมาทำแผนที่ศึกษาความอันตรายจากดินเค็มด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมได้

6. หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับค่าความนำไฟฟ้า

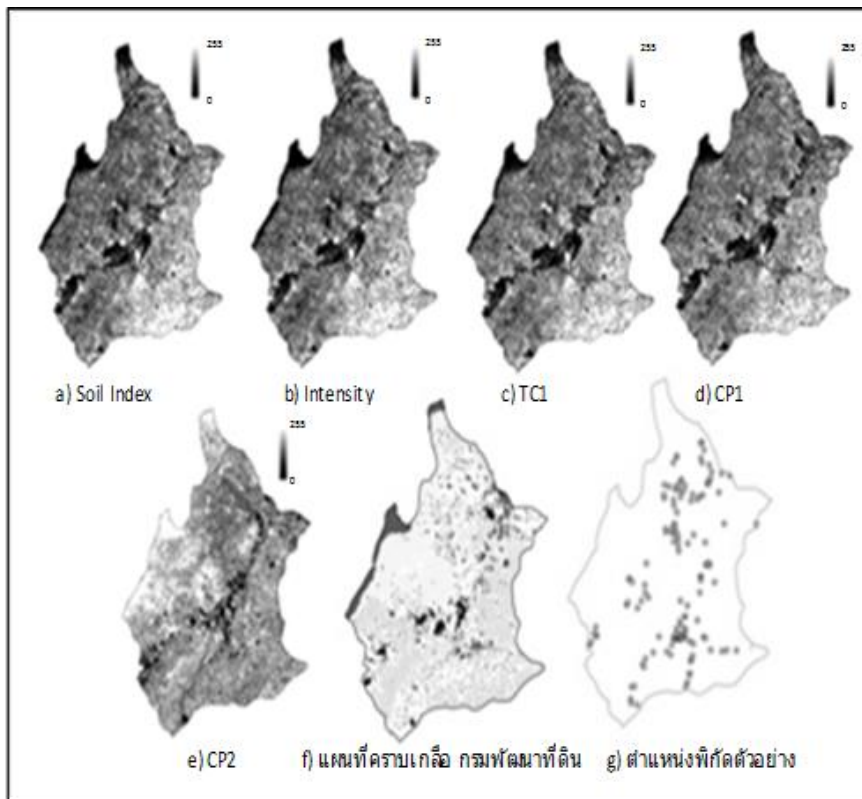
หาความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ย้อนทับข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ระหว่างข้อมูลตำแหน่งตัวอย่างค่าความนำไฟฟ้าทั้งหมด กับค่าระดับสีเทาที่ได้จากการวิเคราะห์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมทั้ง 5 ดัชนีดาวเทียม จากการหาค่าเฉลี่ยรอบตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งค่าความนำไฟฟ้าและค่าความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า 3 ระดับความลึก ได้แก่ ที่ระดับความลึกที่ 0-20 เซนติเมตร 21-50 เซนติเมตรและ 51-100 เซนติเมตร

7. หาความสัมพันธ์ของสภาพการใช้ที่ดินที่พบดินเค็มระดับต่าง ๆ

ย้อนทับข้อมูลตำแหน่งเดียวกับค่าความนำไฟฟ้าทั้งหมด 119 ตัวอย่าง โดยตรวจสอบจากสภาพการใช้ที่ดินที่พบดินเค็มในบริเวณสภาพแวดล้อมของตำแหน่งตัวอย่าง ที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพการใช้ที่ดิน

8. จัดทำแผนที่ศึกษาสภาพความอันตรายจากดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์และวิเคราะห์ความแตกต่างที่ได้จากดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมทั้ง 5 ดัชนี นำมาใช้ในการจัดทำแผนที่ตรวจวัดความอันตรายของดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมในกลุ่มน้ำย่อยของลำน้ำชี ส่วนที่ 3



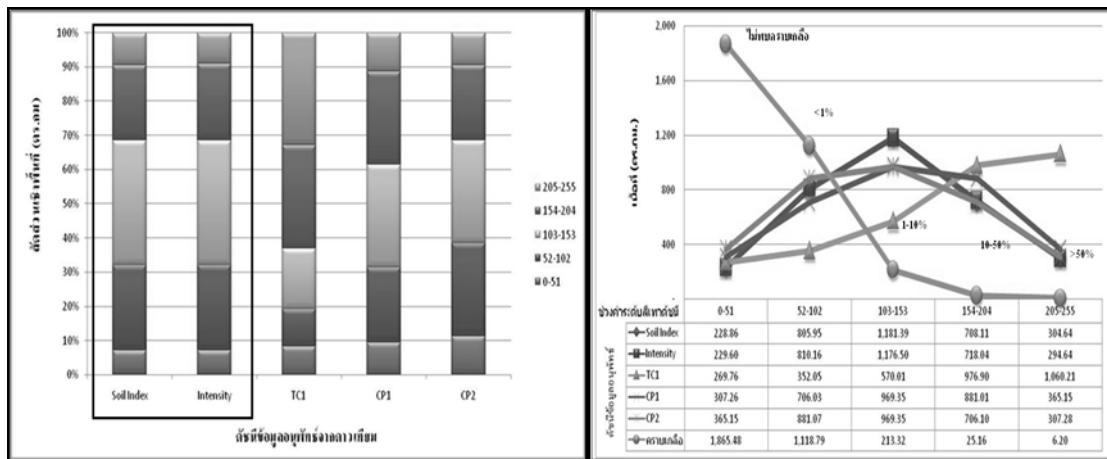
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์กับแผนที่คราบเกลือ

ผลการศึกษา

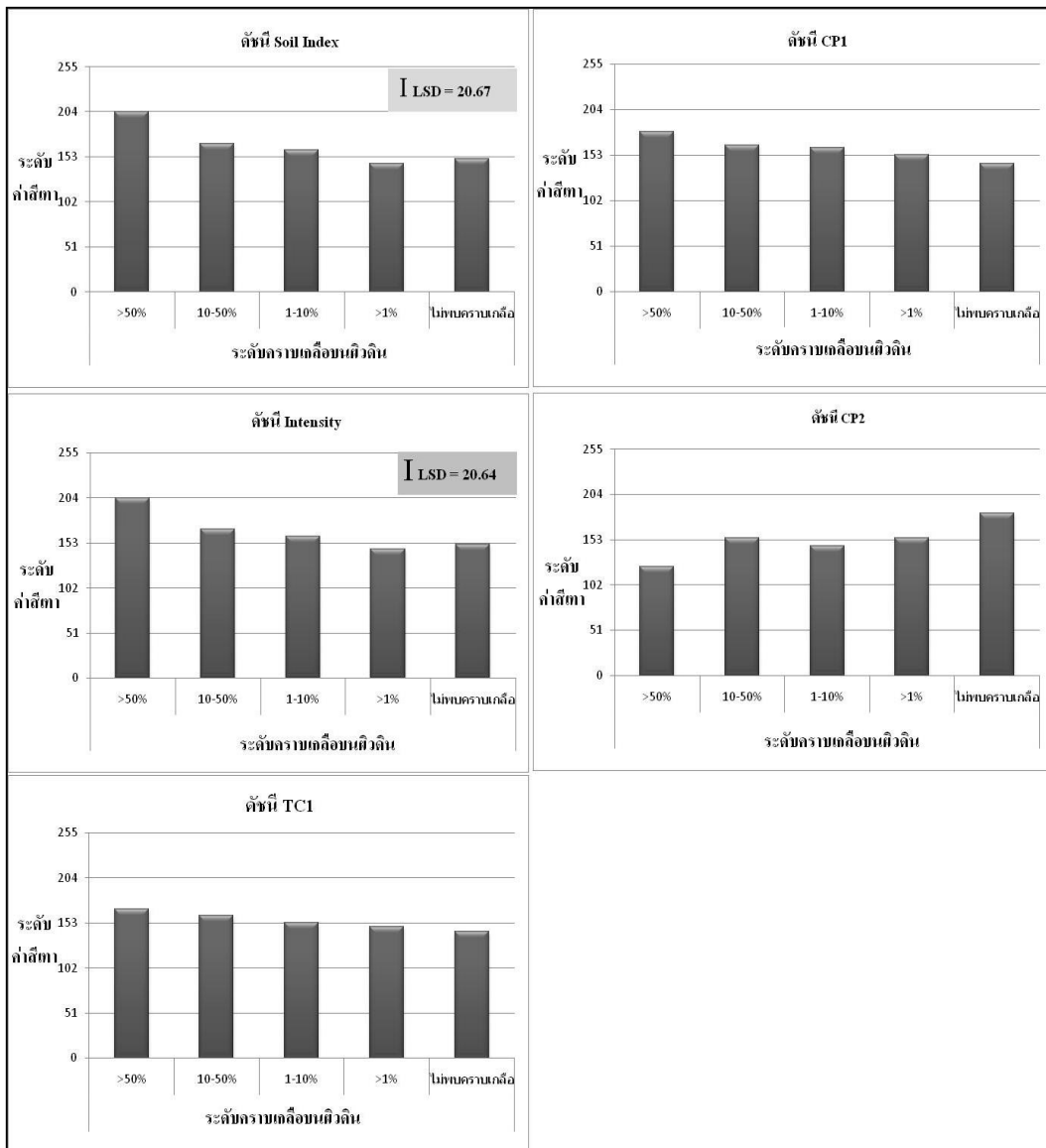
1. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์กับแผนที่คราบเกลือบนผิวดิน

จากการศึกษา ดังรูปที่ 3 พบว่าความสัมพันธ์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ให้ค่าสะท้อนของค่าระดับสีเทา โดยค่าที่เกิดจากการวิเคราะห์ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมเหล่านี้ มีค่าตั้งแต่ 0-255 ยังพบอีกว่าดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ทั้ง 4 ดัชนี ได้แก่ SI, Int, TC1 และ CP1 มีความสัมพันธ์ในการแยกขีดค่าระดับสีเทาที่สูง ซึ่งสามารถใช้ในการจำแนกพื้นผิวดิน ส่วน CP2 มีลักษณะตรงกันข้ามกับดัชนีอื่น ๆ พบว่ามีค่าที่สะท้อนในระดับสีเทาที่สูงจะปรากฏพื้นที่พืชพรรณ

จากรูปที่ 4 พบว่าดัชนี SI และ Int มีลักษณะ คล้ายคลึงกัน ส่วนดัชนี TC1, CP1 และ CP2 ไม่มีความคล้ายคลึงกันเชิงพื้นที่ และจากการศึกษาความสัมพันธ์ใด ๆ เชิงพื้นที่กับแผนที่คราบเกลือ และจากรูปที่ 5 โดยการทดสอบความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธีการทดสอบ LSD (Least Significant Difference) พบว่า ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI และ Int มีความแตกต่างจากดัชนีอื่น ๆ อย่างมีระดับนัยสำคัญ ส่วนดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม TC1, CP1 และ CP2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับแผนที่ความชื้น



รูปที่ 5 ค่าความแตกต่างจากการทดสอบความแปรปรวน

2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับค่าความนำไฟฟ้า EC

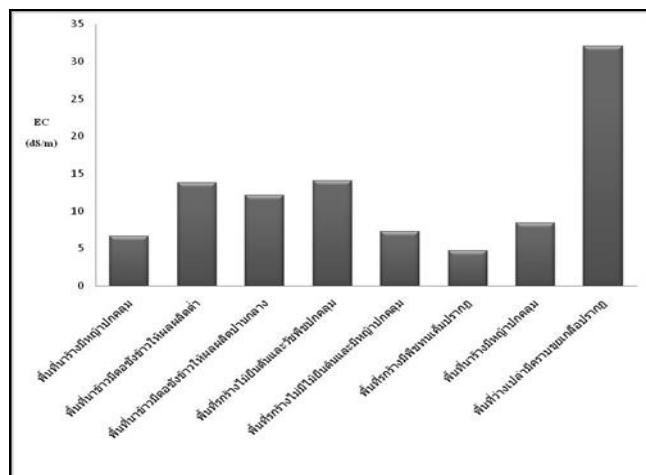
จากการศึกษา ดังรูปที่ 7 พบว่า ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมกับค่าความนำไฟฟ้า EC ไม่มีความสัมพันธ์กันและยังพบอีกว่า ตำแหน่งตัวอย่างจากกรรมพัฒนาที่ดินทั้งหมด 119 ตำแหน่ง มีการกระจายตัวอยู่ในขอบเขตของหมวดหินมหาสารคาม เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเค็มจากค่าความนำไฟฟ้าของผิวดิน พบว่า ตำแหน่งส่วนใหญ่มีระดับค่าความนำไฟฟ้า EC อยู่ที่ 4-16 dS/m ซึ่งมีความเค็มปานกลางถึงเค็มมาก เป็นส่วนใหญ่ และยังพบว่ามีความแปรปรวน ไม่ว่าจะเป็ค่าความนำไฟฟ้าที่มากหรือน้อย จากการศึกษทั้งในระดับความลึกที่ 0-20 เซนติเมตร ระดับความลึกที่ 21-50 เซนติเมตรและระดับความลึกที่ 51-100 เซนติเมตร พบว่าดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI, Int, TC1 และ CP1 พบว่าค่าความนำไฟฟ้า EC จำนวนมาก ตั้งแต่ >16 dS/m จะมีค่าระดับสีเทาส่วนใหญ่ ตั้งแต่ 102-204 ส่วนได้ผิวดินที่ลึกกว่า 0-20 เซนติเมตรค่าความนำไฟฟ้าจะลดลง และพบว่า ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม CP2 มีความแตกต่างกันมากที่สุด พบว่ามีค่าความนำไฟฟ้า EC มีความสัมพันธ์กับระดับความเค็มจากค่าความนำไฟฟ้าในระดับความลึกที่ 51-100 เซนติเมตร สรุปได้ว่าค่าความนำไฟฟ้าที่สูง มีความสัมพันธ์กับดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI, Int, TC1 และ CP1 ดังรูปที่ 3 แสดงว่าค่าความนำไฟฟ้า EC ลดลงจะอยู่ดินข้างล่าง ยกเว้นดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม CP2 พบในระดับความลึกที่ 51-100 เซนติเมตรมีความแตกต่างกับดินบน

ตารางที่ 2 การวัดระดับความเค็มโดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าของดินปริมาณเกลือในดินและอิทธิพลของเกลือต่อพืช [3]

EC (dS/m) ที่ 25°C	ระดับความเค็มของดิน	อิทธิพลต่อพืช
0-2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช
2-4	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชที่ไม่ทนเค็ม
4-8	เค็มปานกลาง	มีผลต่อพืชหลายชนิด
8-16	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี
>16	เค็มจัด	พืชทนเค็มน้อยชนิดหรือพืชของเกลือที่เจริญเติบโตได้ดี

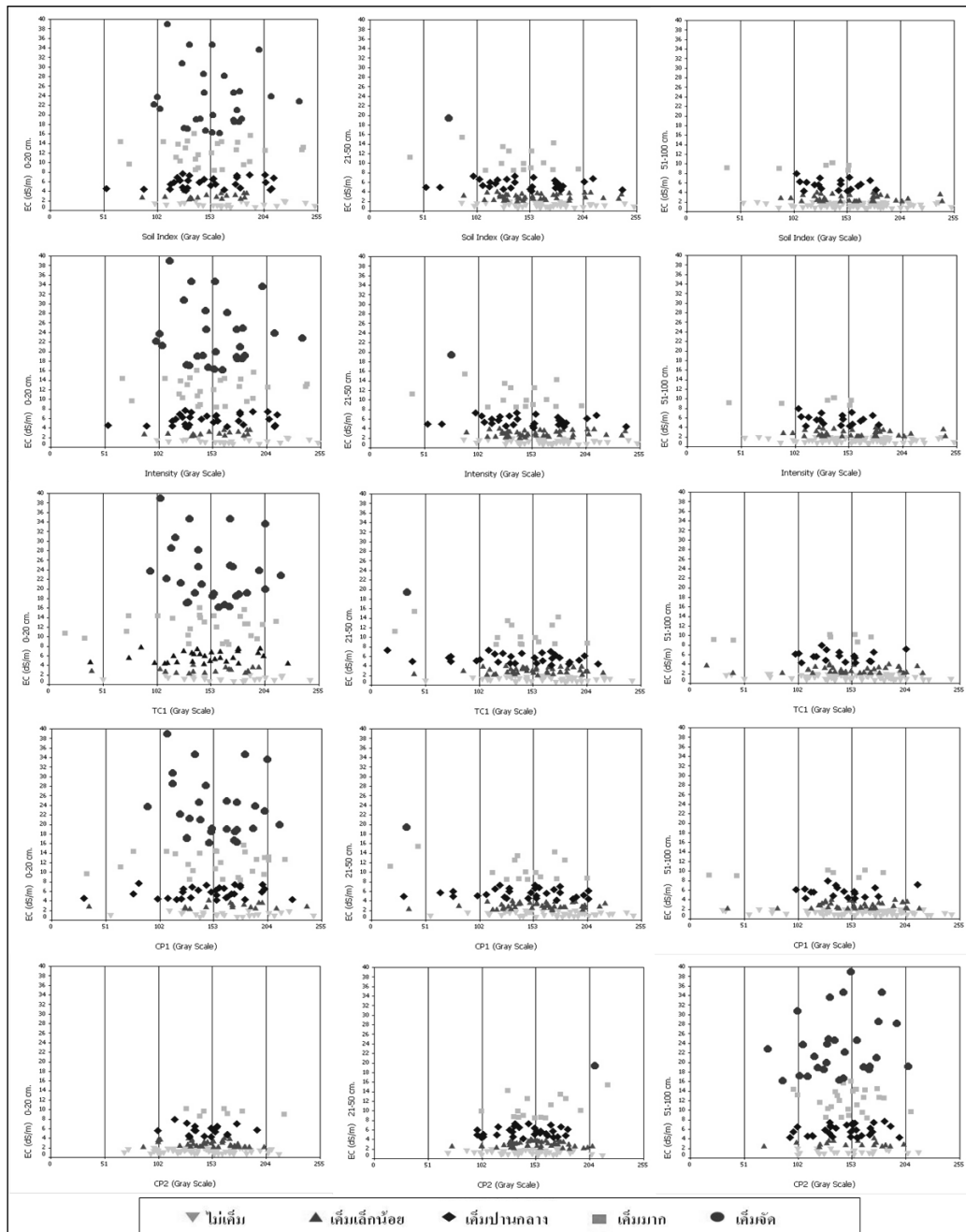
3 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับระดับความเค็ม EC

จากตารางที่ 2 การวัดระดับความเค็มโดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าของดินปริมาณเกลือในดินและอิทธิพลของเกลือต่อพืช ในการจำแนกระดับความเค็มของดินในกาหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้รับจากกรรมพัฒนาที่ดิน จากรูปภาพที่ 6 พบว่าระดับความเค็มจัด มีค่าเฉลี่ยของค่าความนำไฟฟ้า >16 dS/m มีความสัมพันธ์กับสภาพพื้นที่ว่างเปล่ามีคราบขุยเกลือปรากฏ



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับระดับความเค็ม EC

ซึ่งแสดงว่าบริเวณพื้นที่ที่มีความเค็มจัด ระดับความเค็มมาก มีค่าเฉลี่ยของค่าความนำไฟฟ้า 8-16 dS/m มีความสัมพันธ์กับบริเวณพื้นที่นาร้างมีหญ้าปกคลุม พื้นที่ทำนาข้าวที่ให้ผลผลิตต่ำผลผลิตปานกลาง และบริเวณพื้นที่รกร้างว่างเปล่ามีต้นไม้อินดินและมีวัชพืชปกคลุม ระดับความเค็มปานกลางมีค่าเฉลี่ยของค่าความนำไฟฟ้า 2-8 dS/m มีความสัมพันธ์กับบริเวณพื้นที่นาร้างมีหญ้าปกคลุม พื้นที่รกร้างไม่มีไม้อินดินและมีหญ้าปกคลุม และพื้นที่รกร้างมีพืชทนเค็มปรากฏ และพื้นที่ไม่พบคราบเกลือบนผิวดิน มีค่าเฉลี่ยของค่าความนำไฟฟ้า $EC < 2$ dS/m มีความสัมพันธ์กับสภาพพื้นที่ไม่พบคราบเกลือบนผิวดิน แสดงว่าพื้นที่นั้นไม่พบดินเค็ม



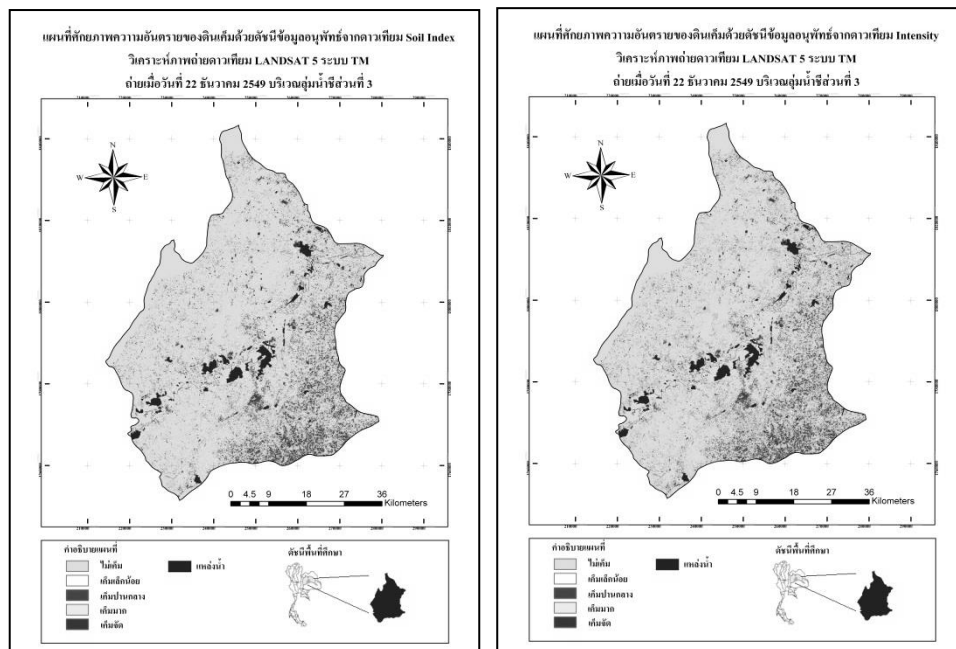
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับสีเทาดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมทั้ง 5 ดัชนี กับค่าความนำไฟฟ้า ที่ระดับความลึก ได้แก่ 0-20 cm., 21-50 cm. และ 51-100 cm.

4 จัดทำแผนที่ศักยภาพความอันตรายจากดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม

จากการศึกษาพบว่าดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI และ Int สามารถนำมาจัดทำแผนที่ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับแผนที่คราบเกลือ กรมพัฒนาที่ดิน ค่าความนำไฟฟ้า EC และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งได้แบ่งระดับค่าสีเทา ดังตารางที่ 3 และได้แสดงแผนที่ศักยภาพของดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ดังแสดงในรูปที่ 8

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยช่วงค่าระดับสีเทาจากการวิเคราะห์กับระดับความเค็มของดิน

ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์ที่เหมาะสม	ช่วงค่าระดับสีเทา	ระดับความเค็มของดิน
Soil Index	0.00-145.00	ไม่เค็ม
	145.01-160.00	เค็มเล็กน้อย
	160.01-168.00	เค็มปานกลาง
	168.01-204.00	เค็มมาก
	204.01-255.00	เค็มจัด
Intensity	0.00-145.66	ไม่เค็ม
	145.67-160.79	เค็มเล็กน้อย
	160.80-168.25	เค็มปานกลาง
	168.26-204.28	เค็มมาก
	204.29-255.00	เค็มจัด



รูปที่ 8 แผนที่ศักยภาพความอันตรายของดินเค็มด้วยดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI และ Int

สรุปผลการศึกษา

1. ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI และ Int มีความสอดคล้องกับคราบเกลือในระดับมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคราบเกลือในระดับต่ำกว่านี้ ไม่มีความสอดคล้องกับดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมค่าความนำไฟฟ้า EC ที่สูง
2. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI และ Int กับระดับความเค็มของดินมีความสัมพันธ์กับค่าระดับสีเทา ตั้งแต่ปานกลางถึงสูง
3. ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม ได้แก่ SI, Int, TC1 และ CP1 มีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้าที่สูงในระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ส่วนระดับที่ลึกลงไป ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า EC ในระดับความลึก 21-50 เซนติเมตร และ 51-100 เซนติเมตร ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม CP2 มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับดัชนีอื่น ๆ คือ มีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้าที่สูง ในระดับความลึก 51-100 เซนติเมตร ส่วนระดับพื้นผิวดิน ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า EC ใด ๆ
4. ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียม SI และ Int มีความสัมพันธ์กับสภาพการใช้ที่ดิน ที่มีค่าความนำไฟฟ้าที่สูง และมีความแตกต่างของสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน
5. ค่าความนำไฟฟ้า EC ที่สูง มีความสัมพันธ์กับพื้นที่รกร้างว่างเปล่ามีคราบเกลือปรากฏ พื้นที่รกร้างมีสิ่งปกคลุมดิน และพื้นที่นาข้าวที่ให้ผลผลิตต่ำ
6. ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมนี้ สามารถใช้ในการทำแผนที่ศักยภาพของดินเค็มได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากดินเค็มเกิดจากหลายสาเหตุ ดัชนีข้อมูลอนุพัทธ์จากดาวเทียมเป็นชั้นข้อมูลหนึ่งที่สนับสนุนการทำแผนที่ดินเค็มหากเป็นไปได้ควรใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ วิเคราะห์บูรณาการ กับชั้นข้อมูลที่เป็นสาเหตุแห่งดินเค็ม ซึ่งจะต้องใช้เวลาศึกษาความเค็มของดินเชิงพื้นที่ก่อน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาที่ดิน, “ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การสำรวจและทำแผนที่จากคราบเกลือ”, กรุงเทพฯ: ส่วนมาตรฐานการสำรวจดินและที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2550.
- [2] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, “ศักยภาพเชิงพื้นที่เพื่อการพัฒนา”, ขอนแก่น: โรงพิมพ์ขอนแก่นการพิมพ์, 2549.
- [3] สมศรี อรุณินท์, “ดินเค็มในประเทศไทย”, กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน, 2539.
- [4] Crist, E.P. & Cicone, R.C., “Application of the tasseled Cap Concept to Simulated Thematic Mapper Data”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1984, pp. 343-352.
- [5] Douaoui, A.E.K., Nicolas, H. & Walter, C., “Detecting Salinity Hazards within a Semiarid Context by Means of Combining Soil and Remote-Sensing Data”, Journal of Remote Sensing of Environment, 134, 2006, pp. 217-230.
- [6] Dwivedi, R.S., “Monitoring of Salt-Affected Soils of The Indo-Gangetic Alluvial Plains Using Principal Component analysis”, Journal of Remote Sensing of Environment, 17(10), 1996, pp. 1907-1914.

- [7] Kauth, R. J. & Thomas, G. S., "The tasseled cap -- a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen in Landsat", LARS Symposia, 159, 1976, pp. 41-51.
- [8] Metternicht, G. & Zinck, J.A., "Remote Sensing of Soil Salinity: Potentials and Constraints", Journal of Remote Sensing of Environment, 85, 2002, pp. 1-20.
- [9] U.S. Geological Survey, "Earth Explorer [Online]", 2011, Available <http://edcsns17.cr.usgs.gov/NewEarthExplorer/>
- [10] Verna, K.S., Sexena, R.K., Barthwal, A.K. & Deshmukh, S.N., "Remote Sensing Technique for Mapping Salt Affected Soil", International Journal of Remote Sensing, 15(9), 1994, pp. 1901-1914.
- [11] Vincent, B., Frejefond, E., Vidal, A. & Baqri, A., "Drainage performance assessment using remote sensing in the Gharb plain", Rome: FAO, 1995, pp. 155-164.
- [12] Wu, J., Vincent, B., Yang, J., Bouarfa, S. & Vidal, A., "Remote Sensing Monitoring of Changes in Soil Salinity", International Journal of Sensors, 8, 2008, pp. 7035-7049.