การประเมินเชิงบูรณาการพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยข้อมูลจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

An Integrated Evaluation of Soil Salinity Potential Using Satellite Data and GIS

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Email: charat@kku.ac.th
Charat Mongkolsawat	Regional Center of Geo-Informatics and Space Technology, Northeast Thailand.
สถาพร ไพบูลย์ศักดิ์	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Email:sathaprn@kku.ac.th
Sathporn Paiboonsak	Regional Center of Geo-Informatics and Space Technology, Northeast Thailand.
อุราวรรณ จันทร์เกษ	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Email:eaon33@hotmail.com
Urawan Chanket	Regional Center of Geo-Informatics and Space Technology, Northeast Thailand.
สุพรรณี ปลัดศรีช่วย	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Email: birdbirth@hotmail.com
Supunnee Pludsrichuay	Regional Center of Geo-Informatics and Space Technology, Northeast Thailand.

ABSTRACT

The most extensive area of the Northeast Thailand is underlain by a thick sequence of Mesozoic rocks which contain considerable quantities of rock salts (Maha Sarakham Formation).The occurrence of this Formation leads to soil salinization scattered throughout the regions. The salinization has the profound effects on the crop production and consequently on the regional economy. The objectives of this study are to map soil salinity potential using the integrated data layers and to analyze salt crust occurrence using satellite data.

For the first objective, the study was based on sources and mechanisms of salinization causes. The soil salinization model in the Northeast is an integration of geology ground water quality and its yield, land cover, land from and irrigated areas. The establishment of GIS database for the five layers was then performed with defined criteria. These layers consist of a set of logically related geographic features and its associate attributes. The overlay operation was then undertaken with criteria that the severity of salinity, based on the salinity model applied to the resultant polygonal layer or salinity class. The salinity classes were randomly checked against the salt crust map performed by the Land Development Department. The areas of soil salinity potential cover 1.34, 9.46, 8.60 and 77.16% of the total area for high, moderate, low and none salinity respectively.

For the second objective, the composite image of PCA1(principal Component Analysis) , XS2 and NDVI was generated and analyzed to establish the relationship between signature set and salt crust areas. The result obtained indicates that the brightness of the area is related to the existing salt crust.

บทคัดย่อ

พื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือรองรับด้วยหินในยุค Mesozoic ซึ่งประกอบด้วย เกลือหิน หรือหน่วยหินมหาสารคาม การที่มีหน่วยหินมหาสารคามรองรับทำให้เกิดดินเค็มกระจายไปทั้งภูมิภาค ดินเค็มมีผลต่อผลิตผลการเกษตรและเศรษฐกิจโดยรวมของภูมิภาค ศักยภาพของพื้นที่ดินเค็ม หรือพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินเค็มเป็นสารสนเทศที่จำเป็นเพื่อการป้องกันการแพร่กระจายของดินเค็ม วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อทำแผนที่ศักยภาพของพื้นที่ดินเค็มและวิเคราะห์ครบเกลือด้วยข้อมูลจากภาพโดยดาวเทียม

สำหรับวัตถุประสงค์แรกนั้น การศึกษาอาศัยการวิเคราะห์ในเชิงบูรณาการปัจจัยที่เป็นสาเหตุดินเค็มและใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประมวลผลแผนที่ พบว่าชั้นข้อมูลที่เป็นสาเหตุดินเค็มได้แก่ ชั้นข้อมูลธรณีวิทยา ปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล สิ่งปกคลุมดิน ภูมิสัณฐาน และพื้นที่ชลประทาน ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขของการจำแนกเป็น เค็มมาก, ปานกลาง, ต่ำและไม่เค็ม และได้ทำการเปรียบเทียบผลกับแผนที่ดินเค็มที่มีอยู่ พบว่าพื้นที่ศักยภาพดินเค็มในภาคเป็นร้อยละ 1.34, 9.46, 8.60 และ 77.16 สำหรับพื้นที่เค็มมาก, ปานกลาง, น้อย และไม่เค็ม ตามลำดับ

สำหรับวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 นั้นได้สร้างภาพสีผสม (PCA1, XS2 และ NDVI) และวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง signature set ของภาพกับครบเกลือบนพื้นที่ ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าความสว่างของพื้นที่มีความสัมพันธ์กับครบเกลือ

1. หลักการและเหตุผล

ดินเค็ม เกิดจากกระบวนสะสมเกลือที่ผิวดิน ซึ่งได้สร้างความเสียหายต่อพืชที่ปลูก สิ่งปลูกสร้างหรือที่อยู่อาศัย หรือแหล่งน้ำ เป็นต้น สารละลายเกลือที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่มาจากชั้นเกลือหินที่รองรับอยู่ชั้นล่าง ชั้นเกลือหินเป็นชั้นประกอบหนึ่งของหมวดหินมหาสารคาม (Mitsuchi et al, 1986; สมศรี อรุณินท์, 2540) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 34.18 ของพื้นที่ภาค (กรมทรัพยากรธรณี, 2525) เกลือที่สะสมในดินส่วนใหญ่ในภูมิภาคนี้เป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีความเข้มข้นผันแปรไปตามพื้นที่และฤดูกาล (อรุณี ยูวะนิยม , 2540) การแพร่กระจายดินเค็มก็มีหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น การบุกรุกพื้นที่ป่าหรือสิ่งปกคลุมดิน เพื่อเปิดหน้าดินโล่ง โดยเฉพาะพื้นที่ราบต่ำหรือที่ลุ่ม การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็มหรือมีน้ำใต้ดินเค็ม การชลประทานที่ขาดการวางแผนในเรื่องผลกระทบของดินเค็มมักก่อให้เกิดปัญหาต่อพื้นที่ซึ่งใช้ประโยชน์จากระบบชลประทานนั้นๆ (Richards, 1954) การใช้ที่ดินผิดประเภท ชั้นเกลือหินอยู่ในระดับตื้นใกล้ผิวดิน เป็นต้น

แนวทางการลดปัญหาการแพร่กระจายดินเค็ม ก็คือการมีแผนและมาตราการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมและชัดเจน ข้อมูล ข้อสนเทศหรือแผนที่แสดงพื้นที่ดินเค็มจึงมีความจำเป็นและสำคัญมากต่อการนำมาสนับสนุนการจัดทำแผนการใช้ที่ดิน

การสร้างข้อสนเทศเชิงพื้นที่ เพื่อสนับสนุนการจัดทำแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีหลายแนวทาง เช่น การประมาณค่าจากข้อมูลที่ได้ตรวจวัดหรือวิเคราะห์จากภาคสนามโดยตรง(Coxwin et al., 1996; Douaoui et al., 2004; Garcia et al. 2006; Akramhanov et al., 2006) การแปลความหมายคาบเกลือจากภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือรูปถ่ายทางอากาศ(Khan et al. 2001.; Asif et al., 2006) หรือวิเคราะห์จากปัจจัยเชิงพื้นที่ต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดดินเค็ม (Mongkolsawat et al., 1990; Sah et al. 1995; Evans et al., 1995, Ahmed and Andrianalolo, 1997; Evans et al., 2006)

แนวทางสุดท้ายนี้ คาดว่าน่าจะมีความเหมาะสมและหยืดหยุ่นมากกว่า เนื่องจากได้วิเคราะห์และประมวลผลเชิงบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินเค็ม และมีความเหมาะสมต่อพื้นที่ขนาดใหญ่ที่ต้องการข้อสนเทศอย่างเร่งด่วน กอปรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้มีการพัฒนาสมรรถนะและประสิทธิภาพสูง สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์พื้นที่หรือสร้างแบบจำลองการเกิดปัญหาได้ดี นอกจากนี้ได้จัดเก็บข้อมูลเชิงที่ไว้เป็นระบบที่แยกจากกัน การเรียกใช้ หรือปรับปรุงข้อมูลในภายหลังได้ง่าย

เนื่องจากในการใช้ GIS เป็นการทำนายศักยภาพของพื้นที่ที่จะเกิดดินเค็ม ส่วนปรากฏการณ์ของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นจะมีส่วนเกี่ยวพันธ์กันสภาพพื้นผิวของพื้นที่ ซึ่งการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการแสดงความสว่างของภาพ (Brightness) น่าจะมีความสัมพันธ์กับสภาพพื้นผิวของดินเค็ม (Ahmed and Andrianalolo, 1997; Sethi et al., 2006)

ดังนั้นการศึกษาถึงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของศักยภาพดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ GIS และการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมนี้คาดว่าน่าจะให้ข้อสนเทศได้รวดเร็ว และพร้อมสนับสนุนการจัดทำแผนการใช้ที่ดินได้โดยตรง หรือเลือกเน้นเฉพาะบางบริเวณ ตามงบประมาณที่จำกัดได้สะดวก เพื่อให้พื้นที่เพาะปลูกที่มีอยู่อย่างจำกัด ไม่ให้เสื่อมโทรมหรือสูญเสียลงไปมากกว่านี้

2. วัตถุประสงค์

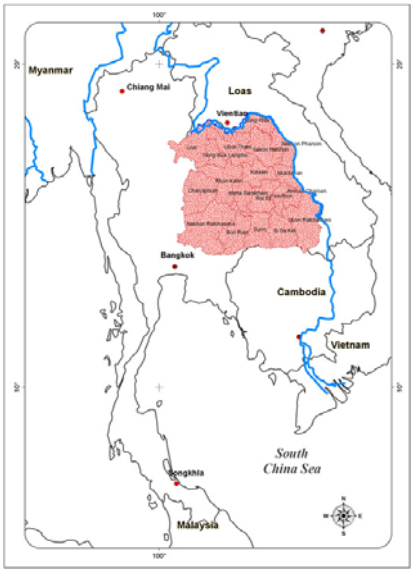
2.1 เพื่อแสดงการกระจายพื้นที่ศักยภาพความเค็มของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย โดยบูรณาการข้อมูลภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2 เพื่อใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อตรวจวัดความเป็นเกลือของดิน

3. พื้นที่ศึกษา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้เลือกเป็นพื้นที่ศึกษา มีเนื้อที่รวมประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร หรือหนึ่งในสามของประเทศ และตั้งอยู่ที่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14° 14′ ถึง 18° 27′ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 101° ถึง 105° 35′ ตะวันออก (ภาพที่ 1)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ โดยลาดเอียงไปทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ คล้ายแอ่งกระทะหงาย บริเวณขอบของภูมิภาคด้านทิศเหนือและตะวันออก เป็นแม่น้ำโขง ส่วนด้านตะวันตกและใต้ เป็นแนวของเทือกเขา ซึ่งเป็นต้นน้ำสายสำคัญของภูมิภาค ตอนกลางภาคมีแนวเทือกเขาผ่าน ซึ่งได้แบ่งภูมิภาคออกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะการรับน้ำ (Basin) ได้แก่ แอ่งสกลนคร ซึ่งอยู่ทางตอนบน และแอ่งโคราช ซึ่งอยู่ทางตอนล่าง สภาพพื้นที่ภายในแต่ละแอ่ง เป็นที่เนินสลับกับที่ราบ คล้ายลูกคลื่นลอนลาด



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่เนินหรือที่ดอน ส่วนใหญ่ใช้เพาะปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น รองลงมาเป็นไม้ผล ยางพารา และป่าไม้ พื้นที่ป่าไม้ของภูมิภาคนี้ ส่วนใหญ่เป็นผืนป่าขนาดเล็ก และอยู่กระจัดกระจายทั่วไป สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่ราบหรือที่ราบลุ่ม ใช้เพาะปลูกข้าวเป็นหลัก

การกระจายตัวของฝนในภูมิภาคไม่แน่นอน ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่อยู่ในช่วง 900-3000 มิลลิเมตร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านตะวันตกมีปริมาณน้อยสุด และปริมาณจะเพิ่มมากขึ้นทางด้านตะวันออก

4. วิธีการศึกษา

4.1 การวิเคราะห์ศักยภาพของดินเค็มด้วย GIS การวิเคราะห์หรือประเมินพื้นที่ศักยภาพความเค็มของดินในภาคตะวันอออกเฉียงเหนือนี้ ได้ดัดแปลงวิธีการศึกษาของ Mongkolsawat et al (1990) ที่ได้ทำการศึกษาในพื้นที่เล็กๆ ขนาด 530 ตารางกิโลเมตร ด้วยการนำข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งมีผลต่อการเกิดดินเค็ม มาวิเคราะห์เชิงบูรณาการพร้อมกันภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Ahmed and

Andrianalolo (1997) และ Sethi et al (2006) ได้ใช้การบูรณาการข้อมูลทางด้านการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดินเค็มกับปัจจัยทางกายภาพที่ก่อให้เกิดผลกระทบดินเค็มในเขตชลประทาน แสดงวิธีการศึกษาดังภาพที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การคัดเลือกข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้เน้นข้อมูลทางกายภาพเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อหรือสนับสนุนให้เกิดดินเค็ม ที่นักวิจัยได้เสนอไว้มีดังนี้

1) ข้อมูลธรณีวิทยา ดินเค็มที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่สอดคล้องกับขอบเขตหน่วยหินมหาสารคาม (Mitsuchi et al, 1983; Kohyama et al, 1993)

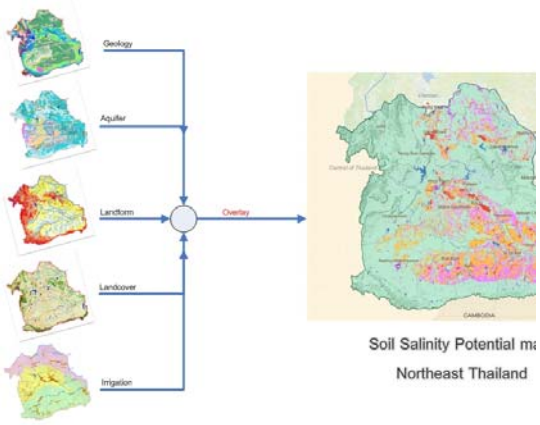
2) ข้อมูลน้ำใต้ดิน นเรศ สัตยารักษ์และคณะ (2530) พบว่าความเค็มของน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์ต่อการสะสมเกลือบนผิวดิน

3) ข้อมูลภูมิสัณฐาน ดินเค็มส่วนมากพบบริเวณที่ราบลุ่ม ส่วนที่ดอนไม่พบดินเค็ม (Kohyama et al, 1993)

4) ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน/การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ดินเค็มส่วนใหญ่เป็นที่โล่ง ที่ไม่มีพืชขึ้นเจริญเติบโต หรือมีแต่น้อย ส่วนใหญ่เป็นพืชทนเค็ม (THAI-Australia Tung Kula Ronghai Project, 1983 อ้างตาม Mongkolsawat et al, 1990)

5) ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ชลประทาน การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็มหรือมีน้ำใต้ดินเค็ม การชลประทานที่ขาดการวางแผนในเรื่องผลกระทบของดินเค็มมักก่อให้เกิดปัญหาต่อพื้นที่ซึ่งใช้ประโยชน์จากระบบชลประทานนั้นๆ (Richards, 1954; Ahmed and Andrianalolo, 1997; Sethi et al,2006)

4.1.2 การสร้าง Thematic layer และจัดกลุ่ม Attribute data ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ประกอบด้วยข้อมูลธรณีวิทยา น้ำใต้ดิน ภูมิสัณฐานและสิ่งปกคลุมดิน ขอบเขตพื้นที่ชลประทาน ได้รวบรวมข้อมูลเหล่านี้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่จัดเก็บข้อมูลไว้ในรูปแผนที่มาตราส่วนที่แตกต่างกัน ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ถูกนำมาสร้างและจัดเก็บไว้ในรูป Thematic layer ส่วน Attribute data ของข้อมูลเชิงพื้นที่แต่ละประเภทได้นำมาจัดกลุ่มให้ใหม่ พร้อมทั้งกำหนดเป็นสัญลักษณ์ให้กับกลุ่มข้อมูลเหล่านี้ ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 2 แบบจำลองเชิงพื้นที่การประเมินศักยภาพความเค็มของดิน

4.1.3 การวิเคราะห์และประมวลผล

1) การวิเคราะห์นี้เป็นการสร้างหน่วยแผนที่ขึ้นมาจากชั้นข้อมูล Thematic layer ด้วยการนำชั้นข้อมูลต่างๆมาซ้อนทับพร้อมกันซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นชั้นข้อมูลใหม่ และนำไปประมวลผลในขั้นตอนไป

2) การประมวลผล เป็นการจัดชั้นศักยภาพดินเค็มให้กับหน่วยแผนที่ของชั้นข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ การจัดชั้นศักยภาพได้พิจารณาข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบของแต่ละหน่วยแผนที่ เช่นในหน่วยแผนที่ประกอบด้วยข้อมูล Ms(Geology) + W3(Aquifer) + T2(Landform) + L4(Landcover)+ AIR(Irrigation) จัดให้เป็นชั้นศักยภาพดินเค็มระดับสูง เงื่อนไขการจัดชั้นศักยภาพดินเค็มอื่นๆ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2

4.1.4 ตรวจสอบผล ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์และประมวลผล ได้ชั้นข้อมูลแสดงการกระจายตัวของดินที่มีศักยภาพการเกิดดินเค็มถูกนำมาพิมพ์เป็นแผนที่ฉบับร่างเพื่อใช้ตรวจสอบในภาคสนามหรือกับแผนที่ดินเค็มของหน่วยงานอื่นที่ได้มีการจัดทำไว้ก่อนแล้ว

4.2 การใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อตรวจวัดความเป็นเกลือของดิน

4.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5, KJ 266318 ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2549 ความละเอียดของภาพ 2.5 เมตร

4.2.2 การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม

1) การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)

การปรับแก้ภาพ (Geometric Correction)

-ปรับแก้พิกัดตำแหน่ง (Coordinate Transformation) ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตที่เกิดขึ้น ปรับพิกัดตำแหน่งของภาพให้ถูกต้องตามพิกัดแผนที่ภูมิประเทศ 1: 50,000 ชุด L7071 ของกรมแผนที่ทหาร โดยในการศึกษานี้ กำหนดระบบพิกัดตำแหน่ง เป็นแบบ UTM 48 (Universal Transverse Mercator) ให้กับข้อมูลเชิงตัวเลขของภาพถ่ายดาวเทียม ให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา และทำการประมาณค่าของจุดภาพด้วยวิธี Nearest Neighbor

2) การเน้นข้อมูลภาพ (Enhancement)

- การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Components Analysis-PCA) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้องค์ประกอบหลักและใช้องค์ประกอบหลักที่ 1 (PCA1)

- การวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI)

- ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT แบนด์ 2 (XS2) เป็นช่วงคลื่นสีแดง (0.61-0.68μm) สร้างภาพสีผสม NDVI, XS2 และPCA1 (R G B)

3) จำแนกภาพแบบ Supervised เลือกพื้นที่ตัวอย่างเฉพาะพื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงโดนกำหนดการแสดงผลภาพข้างต้น

4) หาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงกับแผนที่คราบเกลือ

เมื่อได้ผลการจำแนกภาพแล้วนำมาซ้อนทับกับแผนที่ดินเค็มของหน่วยงานอื่นที่ได้มีการจัดทำไว้ก่อนแล้วโดยพิจารณาเฉพาะบริเวณที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำ

5. ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

5.1 การวิเคราะห์ศักยภาพของดินเค็มด้วย GIS

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร สามารถจำแนกเป็นพื้นที่มีศักยภาพการเกิดดินเค็มและไม่เกิดดินเค็ม มีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 19.40 และ 77.16 ของเนื้อที่ภาค ตามลำดับ การกระจายตัวของพื้นที่ศักยภาพดินเค็ม ดังภาพที่ 3

พื้นที่มีศักยภาพการเกิดดินเค็ม แบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่บริเวณที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และต่ำ มีเนื้อที่คิดเป็นร้อยละ 1.34, 9.46 และ 8.60 ของเนื้อที่ภาค ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3) พื้นที่มีศักยภาพสูงพบน้อยสุดในกลุ่มของพื้นที่มีศักยภาพการเกิดดินเค็ม และพบกระจัดกระจายบริเวณตอนกลางภาคที่เป็นแอ่งโคราชและสกลนคร บริเวณอ่างเก็บน้ำลำปาวพบเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ที่สุดถึง 188.22 ตารางกิโลเมตร พื้นที่มีศักยภาพปานกลางพบมากสุด โดยพบในแอ่งโคราชมากกว่าแอ่งสกลนคร พื้นที่ใหญ่ที่สุดของชั้นปานกลางนี้มีขนาดเนื้อที่ถึง 1,855.70 ตารางกิโลเมตร ส่วนพื้นที่มีศักยภาพการเกิดดินเค็มในระดับต่ำ พบมากทางด้านตะวันออกของภาค ขนาดพื้นที่ใหญ่สุด มีเนื้อที่ประมาณ 1,266.63 ตารางกิโลเมตร

กรมพัฒนาที่ดิน ได้สำรวจคราบเกลือที่ปรากฏบนผิวดิน และจัดพิมพ์เป็นแผนที่การแพร่กระจายของดินเค็มขึ้นมาในปี 2532-2534 หน่วยแผนที่ได้แบ่งชั้นความเค็มของดินหรือปริมาณคราบเกลือไว้ 6 ชั้น และได้คัดเลือกเฉพาะหน่วยแผนที่ที่ 1, 2, 3, และ 4 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีคราบเกลือปรากฏมากกว่า 50%, 10-50%, 1-10%, <1% ของพื้นที่ ตามลำดับ หน่วยแผนที่ทั้ง 4 หน่วยได้สุ่มมาทั้งหมด 63 จุด เพื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าหน่วยแผนที่ทั้ง 4 สอดคล้องกับชั้นศักยภาพของดินไม่เค็ม ถึง 32 จุด รองลงมาสอดคล้องกับชั้นศักยภาพของดินเค็มระดับปานกลางถึง 17 จุด ส่วนหน่วยแผนที่อื่นสอดคล้องกับชั้นศักยภาพต่างๆ ดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 ส่วนใหญ่จุดสุ่มสำรวจได้สอดคล้องกับชั้นศักยภาพของดินไม่เค็ม เนื่องจากแผนที่ดินเค็มได้ทำการสำรวจในระดับค่อนข้างละเอียด (แผนที่มาตราส่วน 1:100,000) ในขณะเดียวกันการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลที่สำคัญในระดับค่อนข้างหยาบ (แผนที่มาตราส่วน 1:250,000) โดยเฉพาะแผนที่ธรณีวิทยา ซึ่งชั้นศักยภาพของดินเค็มในระดับต่างๆ ได้สอดคล้องกับขอบเขตหน่วยหินมหาสารคาม

5.2 การ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อตรวจวัดความเป็นเกลือของดิน

5.2.1 ผลการการประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing) จากการประมวลผลภาพเบื้องต้นได้ข้อมูลภาพที่มีพิกัดตำแหน่งอ้างอิงถูกต้องตามระบบพิกัดภูมิศาสตร์ที่กำหนด แสดงภาพถ่ายดาวเทียม SPOT บริเว ณพื้นที่ทดสอบดังภาพที่ 4

นอกจากนั้นยังได้ชั้นข้อมูลที่ปรับความคมชัดของภาพแล้วคือ NDVI, XS2 และ PCA1 ซึ่งมีการกระจายของข้อมูลดังกราฟ (ภาพที่ 5) และแสดงภาพการผสม 3 ชั้นข้อมูลดังภาพที่ 6

5.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงกับแผนที่คราบเกลือ

ได้ทำการสุ่มพื้นที่ตัวอย่างจำนวน 12 ตัวอย่างที่มีขนาด 25 กม^2 เพื่อทดสอบว่ามีพื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงตกอยู่ในแผนที่การแพร่กระจายของดินเค็ม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530) ปริมาณเท่าใด โดยคิดเฉพาะในพื้นที่ที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำเท่านั้น ดังตารางที่ 6 พบว่าตัวอย่างที่ 8 มีพื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงถึง 14.49% ของพื้นที่ตัวอย่าง ซึ่งพบคราบเกลือบนผิวดิน > 50% ของพื้นที่ รองลงมาคือ 12.25% ในตัวอย่างที่ 9 และพบว่าในพื้นที่ตัวอย่างส่วนใหญ่พื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงจะตกในกลุ่มของบริเวณพบคลาบเกลือบนผิวดิน < 1 % ของพื้นที่และบริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่าง

6. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของศักยภาพดินเค็มด้วยการบูรณาการข้อมูลภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ถือได้ว่า เป็นการประเมินศักยภาพดินเค็มที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง ในสถานการณ์ที่ต้องการข้อมูลอย่างเร่งด่วน เนื่องจากใช้ข้อมูลวิเคราะห์จำนวนน้อย แต่เป็นข้อมูลที่มีผลต่อการเกิดหรือส่งเสริมให้เกิดดินเค็มโดยตรง ได้แก่ข้อมูลธรณีวิทยา ปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำใต้ดิน ภูมิสัณฐาน สิ่งปกคลุมดิน และขอบเขตพื้นที่ชลประทาน นอกจากนี้ต้องจัดเตรียมและตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ ผลการศึกษาได้ข้อสนเทศเชิงพื้นที่แสดงศักยภาพของดินเค็มระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถแสดงข้อสนเทศได้ทั้งรูปแบบการกระจายตัวหรือแผนที่ และเนื้อที่ของแต่ละระดับได้ง่าย ข้อมูลธรณีโดยเฉพาะหน่วยหินมหาสารคาม เป็นตัวกำหนดการแสดงการกระจายตัวของพื้นที่ศักยภาพดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ก็จะช่วยให้การจัดเก็บ และจัดการเรียกใช้ข้อมูล รวมทั้งสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่แทนการประเมินศักยภาพดินเค็มได้สะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผลการศึกษา มีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดิน แต่ควรเป็นแผนการใช้ที่ดินในระดับภาค ด้วยเหตุที่ข้อจำกัดหรือความละเอียดข้อมูลต่ำเกินกว่าที่จะนำมาใช้กับการวางแผนระดับฟาร์ม โดยเฉพาะข้อมูลธรณีวิทยา(1:250,000)

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงกับแผนที่คราบเกลือมีแนวโน้มค่อนข้างสูงในบริเวณที่โล่งและไม่มีพืชพรรณปกคลุม แต่บริเวณที่มีคราบเกลือปรากฏมีคุณสมบัติการสะท้อนของข้อมูลเหมือนกับพื้นที่โล่งและพื้นที่หลังการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ถ่ายภาพในช่วงที่ยังมีน้ำขังและอยู่ในฤดูเก็บเกี่ยว ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมของข้อมูลควรอยู่ในช่วงฤดูแล้งที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2532-2534. **แผนที่ดินเค็มรายจังหวัด มาตราส่วน 1:100,000.** กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมทรัพยากรธรณี. 2525. **แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000**.

สมศรี อรุณินท์. 2540. **การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก.** ในเอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2540

อรุณี ยูวะนิยม. 2540. **ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ในเอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2540

นเรศ สัตยารักษ์. 2530. **อิทธิพลของชั้นเกลือหินที่มีต่อน้ำใต้ดินในภาคอีสาน.** เอกสารประกอบคำบรรยายในการประชุมวิชาประจำปี 2530

สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย เรื่อง “ธรณีวิทยากับการพัฒนาอีสานเขียว” ณ ห้องเพลินจิตโรงแรมอิมพิเรียล ถนนวิทยุ กรุงเทพฯ.

Ahmed, I., Andrianasolo, H.H. 1997. **Comparative assessment of multisensor data for suitability in study of the soil salinity using remote sensing and GIS in the Fordwah irrigation division, Pakistan**. IEEE International, (4), 1627 – 1629.

Akramhanov A., C.Martius, and P.L.G. Vlek. 2006. **The Spatial Distribution of Soil Salinity: Detection and Prediction.** http://crops.confex.com/crops/wc2006/techprogram/p13544.htm

Asif S., and M.D. Ahmad. 2006. **Using State-of-Art RS and GIS for Monitoring Waterlogging and Salinity.** www.fao.org/docrep/005/y3690e/y3690e0a.htm.

Coxwin, D.L., J.D. Rhoades, and P.J. Vaughan. 1996. **GIS Application to the Basin-Scale Assessment of Soil Salinity and Salt Loading to Groundwater.** In Application of GIS to the Modeling of Non-Point Source Pollutants in the Vadose Zone, SSSA Special Publication 48, USA.

Dennis L. Coxwin, James D. Rhoades, and Peter J. Vaughan. 1996. **GIS Applications to the Basin-Scale Assessment of Soil Salinity and Salt Loading to Groundwater.**

Douaoui A.E.K., H.Nicolas and C.Walter. 2004. **Detecting Salinity Hazards within a Semiarid Context by Means of Combining Soil and Remote-Sensing Data.** www.sciencedirect. com.

Evans F.H. and P.A. Caccetta. 2006. Salinity Risk Prediction Using Landsat TM and DEM-Derived Data. www.cmis.csiro.au/Fiona.Evans/papers/pdf/arsc2000.pdf

Evans F.H., P.A. Caccetta, R.Ferowsian. H.T.Kiiveri and N.A. Campbell. 1995. **Prediction Salinity in the Upper Kent River Catchment.** www.cmis.csiro.au/rsm/research/pdf/kent.pdf

Garcia L. A. Eldeiry and A. Elhaddad. 2006. **Estimating Soil Salinity Using Remote Sensing Data.** www.oznet.ksu.edu/Irrigate/OOW/P05/Garcia.pdf

Khan N.M., V.V. Rastoskuev, E.V. Shalina and Y.Sato. 2001. **Mapping Salt-affected Soils Using Remote Sensing Indicators: A Simple Approach with the Use of GIS Idrisi.** Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore.

Kohyama K., and T.Subhasaram. 1993. **Salt-affected Soils in Northeast Thailand: Their Salinization and Amelioration.** Technical Paper No.12. Agricultural Development Research Center in Northeast, Khon Kaen Province, Thailand.

Mitsuchi M., P.Wichaidit and S.Jeungnijnirund. 1986. **Outline of Soils of the Northeast Plateau, Thailand: Their Characteristics and Constraints.** Technical Paper No.1. Agricultural Development Research Center in Northeast, Khon Kaen Province, Thailand.

Mongkolsawat C., and P.Thirangoon. 1990. A **Practical Application of Remote Sensing and GIS for Soil Salinity Potential Mapping in Korat Basin, Northeast Thailand.** Khon Kaen University.

Richard, L.A., ed. 1954. **Diagnosis and Im provement of Saline and Alkali Soils.** Agricul ture Handbook No.60. USDA. Washington, DC.

Sah A.K., A.Eiumnoh, S.Murai and P.Parkpian. 1995. **Mapping of Salt-Affected Soils using Remote Sensing and Geograp Information Systems: A Case Study of Nakhon Ratchasima, Thailand.**www.gisdevelopment.net/aars/acrs1995/ts7/ts7003pf.htm

ตารางที่ 1 รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการประเมินศักยภาพความเค็มของดิน

Spatial Data			**Attribute Data**				
ข้อมูล	**ชื่อ Layer**	**แหล่งที่มา**	**สัญลักษณ์**	**ข้อมูล**			
ธรณีวิทยา	Geology	Geology Map(1:250,000) / Dep. of Mineral Resource(1982)	Qa = Ms = Any =	Quaternary Maha Sarakham Formation Other Formations			
น้ำบาดาล	Aquifer	Aquifer Map (1:100,000) / DMR; Center of Geoinformatics for the Development of Northeast Thailand, KKU (2000)	TDS (mg/l of cl)	Yield (m3/hr)			
				< 2	2-10	10-20	>20
			< 750	W1	W1	W2	W2
			750-1500	W2	W2	W2	W3
			>1500	W2	W2	W3	W3
ภูมิสัณฐาน	Landform	Terrain Map (1:50,000) / Center of Geoinformatics for the Development of Northeast Thailand, KKU (1992)	T1 = T2 =	Upper Terrace Lower Terrace			
สิ่งปกคลุมดิน	Landcover	Landuse Map (1:100,000) / Center of Geoinformatics for the Development of Northeast Thailand, KKU (2001)	Vegetation cover L4 = Slight L3 = Sparse L2 = Moderate L1 = Any	Landform type Lower Terrace Lower Terrace Lower Terrace Upper Terrace			
ชลประทาน	Irrigation	Irrigation Map (1:50,000) / Center of Geoinformatics for the Development of Northeast Thailand, KKU (2000)	IR = Irrigation Areas NIR = Non Irrigation Areas				

ที่มา: ดัดแปลงจาก Mongkolsawat et al.(1990)

ตารางที่ 2 เงื่อนไขการจัดชั้นศักยภาพดินเค็ม

เงื่อนไข	ชั้นความเค็ม
Ms + W1 + T2 + L1 (L2, L3 or L4)	Low Salinity Potential (LS)
Ms + W1 + T2 + L1 (or L2)	
Ms + W3 + T2 + L1	
Ms + W1 + T2 + L1 (L2, L3 or L4) + IR	Moderate Salinity Potential (MS)
Ms + W1 + T2 + L1 (or L2) + IR	
Ms + W3 + T2 + L1 + IR	
Ms + W2 + T2 + L3 (or L4)	
Ms + W3 + T2 + L2	
Ms + W2 + T2 + L3 (or L4) + IR	High Salinity Potential (HS)
Ms + W3 + T2 + L2 + IR	
Ms + W3 + T2 + L3 (or L4)	
Qa (or T1)	Non Saline (NS)

ตารางที่ 3 จำนวนเนื้อที่ของชั้นศักยภาพความเค็มของดิน

ชั้นศักยภาพความเค็มของดิน	จำนวนเนื้อที่ (ร้อยละของพื้นที่ภาค)	ขนาดพื้นที่ใหญ่สุด (ตารางกิโลเมตร)
สูง	1.34	188.22
ปานกลาง	9.46	1,855.70
ต่ำ	8.60	1,266.63
ไม่เค็ม	77.16	93,437.49

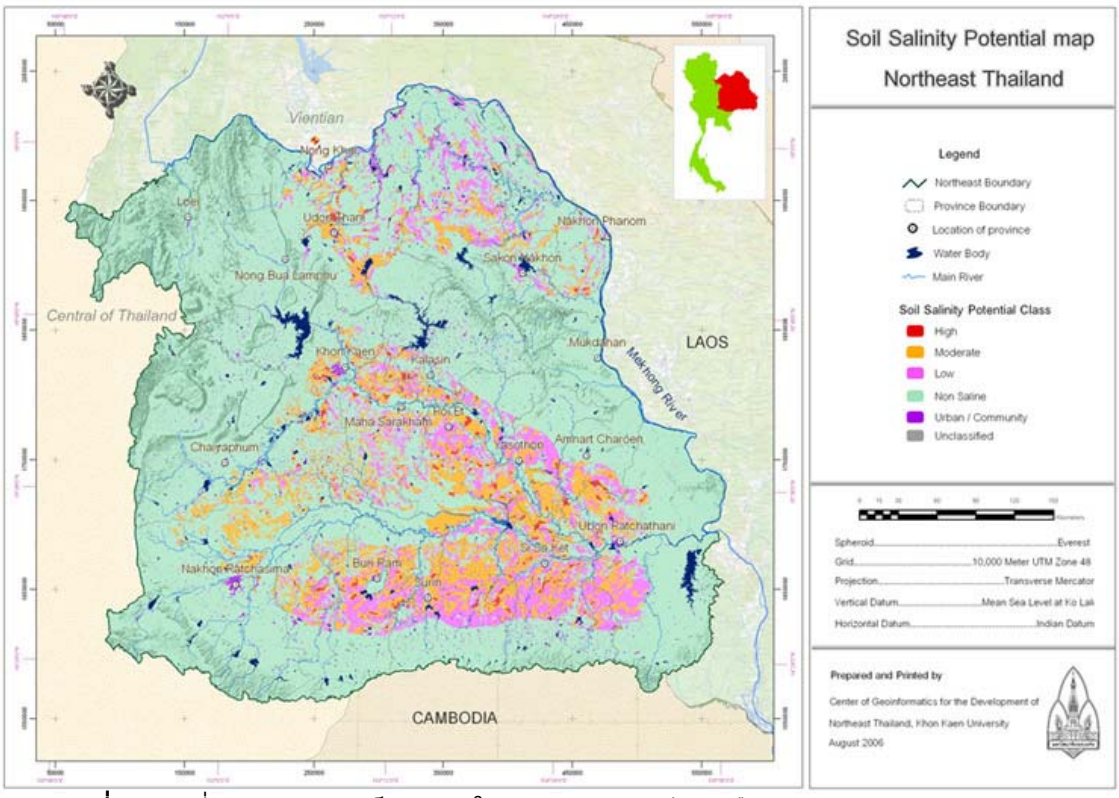
ตารางที่ 4 จำนวนจุดแต่ละชั้นที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างแผนที่ดินเค็ม และชั้นศักยภาพของดินเค็ม

เปอร์เซ็นต์คราบเกลือ (แผนที่ดินเค็มของกรมพัฒนาที่ดิน)	ชั้นศักยภาพของดินเค็ม			
	HS	**MS**	**LS**	**NS**
>50%	1	3	-	6
10-50%	1	3	-	7
1-10%	5	4	-	8
<1%	1	7	6	11
รวม	8	17	6	32

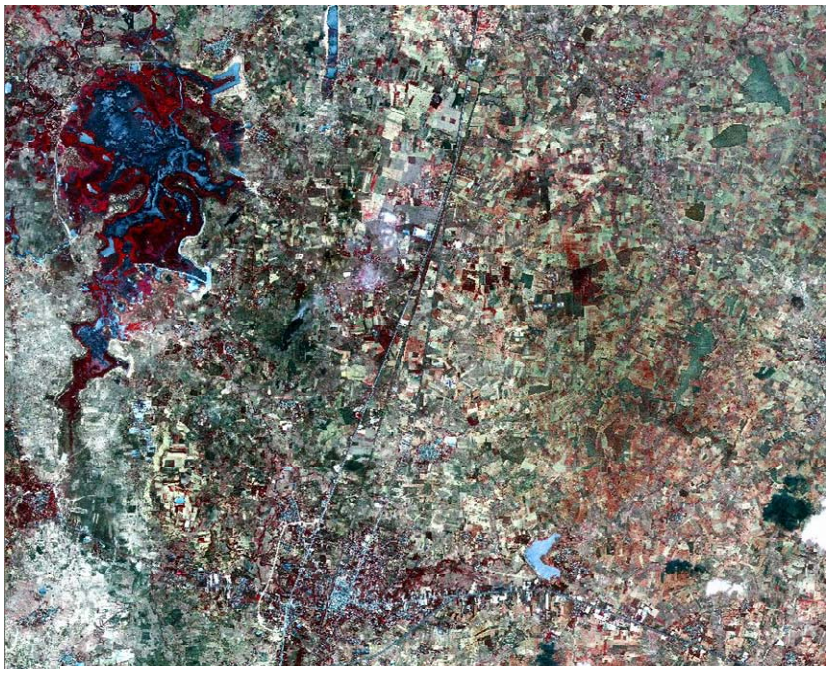
ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีค่าความสว่างสูงกับแผนที่คราบเกลือ

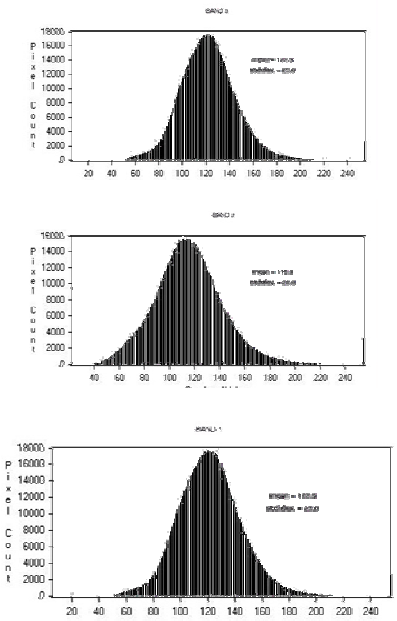
Sample ID	Brightness Area	% Salt Crust in Brightness Area					
	($km^{2)}$	1	2	3	4	5	Unclassified
1	1.00	-	-	2.08	64.94	30.79	2.18
2	8.83	-	0.26	2.58	34.41	62.63	0.13
3	4.74	-	-	-	47.97	52.03	-
4	2.30	-	-	-	51.47	48.53	-
5	6.14	-	-	-	45.80	54.20	-
6	2.15	-	-	-	47.77	52.23	-
7	5.46	-	-	1.94	67.36	30.70	-
8	11.50	14.49	1.03	35.11	37.10	11.83	0.44
9	14.05	12.25	20.56	61.00	2.43	3.77	-
10	7.38	-	-	15.88	67.49	15.11	1.62
11	3.73	-	-	-	46.24	53.76	-
12	1.76	-	-	-	43.24	56.76	-

หมายเหตุ 1 = บริเวณที่มีผลกระทบจากเกลือมากที่สุด พบคราบเกลือบนผิวดิน > 50% ของพื้นที่, 2 = บริเวณที่มีผลกระทบจากเกลือมาก พบคลาบเกลือบนผิวดิน 10 - 50% ของพื้นที่, 3 = บริเวณที่มีผลกระทบจากเกลือปานกลาง พบคลาบเกลือบนผิวดิน 1 - 10% ของพื้นที่, 4 = บริเวณที่มีผลกระทบจากเล็กน้อย พบคลาบเกลือบนผิวดิน < 1 % ของพื้นที่, 5 = บริเวณที่สูงที่มีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่างเกลือ

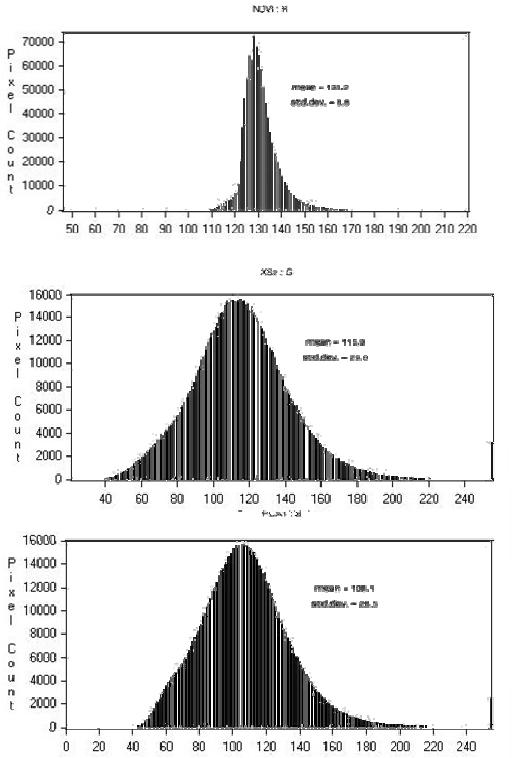


ภาพที่ 3 แผนที่ศักยภาพความเค็มของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

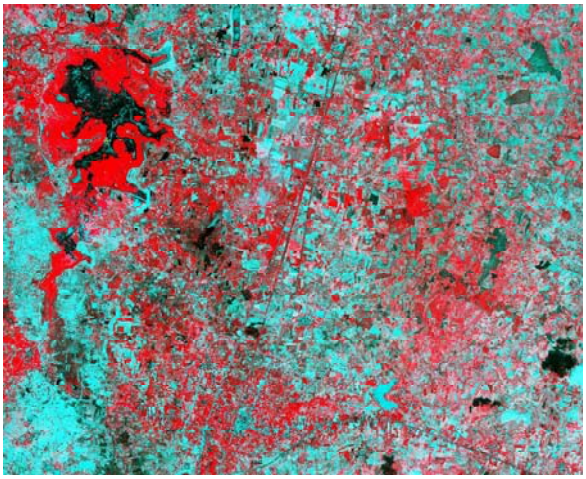




ภาพที่ 4 ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 และแผนภูมิแท่ง บริเวณพื้นที่ทดสอบ (3 2 1)



ภาพที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงการกระจายของข้อมูล NDVI, XS2



ภาพที่ 6 ภาพสีผสม NDVI, XS2, PCA1 แสดงบริเวณที่มีค่าความสว่างสูง