تهيه نقشه خاک هاي تحت تاثير شوري و قليائيت با استفاده از داده‌هاي سنجنده ASTER در بخشي از دشت قزوين

مارال خدادادي*[١]، فريدون سرمديان[٢]، محمدصادق عسكري[٣]، حسينقلي رفاهي[٤]، علي‌اكبر نوروزي[٥] و احمد حيدري[٢]
[١] دانشجوي كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران، ايران
[٢] استاديار دانشگاه تهران، ايران
[٣] دانشجوي كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران، ايران
[٤] استاد دانشگاه تهران، ايران
[٥] عضو هيات علمي مركز تحقيقات حفاظت خاک و آبخيزداري، ايران
(تاريخ دريافت: ٨۶/١/١٨، تاريخ تصويب: ٨۶/٩/٢٨)

چكيده

شور و قليايي شدن خاک‌ها دو فرايند غالب تخريب خاک در مناطق خشک و نيمه خشک مي‌باشد. اين پژوهش به منظور ارزيابي قابليت داده‌هاي ماهواره ASTER در شناسايي و جداكردن خاک‌هاي شور و قليايي با استفاده از بررسي‌هاي صحرايي و نتايج آزمايشگاهي خاک‌ها، در دشت قزوين صورت گرفت. در اين پژوهش ابتدا كلاس‌هاي طيفي منطقه مورد بررسي در تصوير استخراج و سپس با كمک اطلاعات جانبي و بررسي‌هاي صحرايي به كلاس‌هاي شوري و قليائيت تبديل و در نهايت نقشه‌هاي EC و SAR بدست آمدند. نمونه‌برداري صحرايي با روش نمونه‌برداري طبقه‌بندي شده تصادفي انجام گرفت. با استفاده از نقشه خاک موجود، در هر واحد نقشه خاک دست‌كم يک پروفيل به منظور بررسي تغييرات عمقي شوري و قليائيت مورد بررسي قرار گرفت. شاخص‌هاي هدايت الكتريكي، pH، Na^{+}، Mg^{2+}، Ca^{2+} و بافت در نمونه‌هاي خاك اندازه‌گيري شد. از اطلاعات كمكي مانند نقشه مدل رقومي‌ارتفاع و شيب براي افزايش دقت طبقه‌بندي استفاده شد. NDVI، SRVI، PVI، SAVI، SI، BI و NDSI بررسي شدند. مولفه‌هاي اصلي تجزيه و تحليل شد. نتايج نشان داد تلفيق مدل رقومي‌ارتفاع و همه باندهاي سنجنده داراي بالاترين درستي بود. از طرفي مشاهده شد باندهاي گرمايي دقت طبقه‌بندي را افزايش داد كه تاييد كننده نقش موثر اين باندها در طبقه‌بندي خاک‌هاي شور و سديمي‌است. در بين روش‌هاي پردازش تصاوير بررسي شده PCA داراي درستي بالايي بود. شاخص‌ها داراي درستي پاييني در جداسازي خاک‌هاي شور بودند. شاخص مطلوب داراي درستي كلي كمي‌بود، به نظر مي‌رسد استفاده از همه اطلاعات طيفي و مكاني عامل مهم‌تري نسبت به استفاده از شاخص مطلوب براي گزينش بهترين تركيب باندي در منطقه موردبررسي باشد. دقت طبقه‌بندي نقشه قليائيت كمتر از نقشه شوري بود و در نقشه قليائيت دقت طبقه‌بندي كلاس‌ها با قليائيت متوسط كمتر از كلاس‌هاي با قليائيت كم و زياد بود.

واژه‌هاي كليدي: خاک‌هاي شور و سديمي، ASTER، شوري، مدل رقومي‌ارتفاع، پردازش رقومي، سنجش از دور، GIS

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠٩٣٥-۴۴٩٧۶٨۴ فاكس: ٠٢۶١-٢۵٨٩٠٣۴ Email: khodadadi_maral@yahoo.com

مقدمه

شور و قليايي شدن خاک‌ها دو فرايند غالب تخريب خاک در مناطق خشک و نيمه خشک مي‌باشد که موجب جلوگيري از رشد بسياري از گياهان، کاهش ميزان عملکرد فرآورده‌هاي زراعي، افزايش فرسايش، تشديد بيابانزايي مي‌شود. استفاده ازروش‌هاي سنجش از دور جاي خود را در فرايند تهيه نقشه و بررسي توزيع مکاني خاک‌هاي تحت تاثير نمک گشوده است. جدا پذيري خاک‌هاي شور با سنجش از دور به ويژگي‌هاي بازتاب طيفي اين خاک‌ها برمي‌گردد. بررسي‌هاي صحرايي و اندازه‌گيريهاي راديومتري با دستگاه راديو اسپکترومتر نشان مي‌دهد که در بيشتر موارد خاک‌هاي شور قليايي نسبت به خاک‌هاي غير شور بازتاب طيفي بيشتري در ناحيه مرئي و مادون قرمز طيف دارند. ناحيه مادون قرمز گرمايي اغلب براي تعيين رطوبت و شوري به کار مي‌رود. علوي پناه و همکاران (١٩٩٨) در بررسي‌هاي خود به نقش کليدي باند گرمايي لندست (TM6) در تشخيص خاک‌هاي شور از گچي اشاره نمودند. عامل‌هاي موثر بر بازتاب شامل مقدار و مينرالوژي نمک، ميزان رطوبت، رنگ و زبري سطح مي‌باشد (موگنت[١] و همکاران ،١٩٩٣). سطوح شور با ديگر پديده‌هاي سطحي ممکن است داراي اختلاط طيفي باشد، پديده‌هاي به‌طورکامل متفاوت از نظر ويژگي‌ها مي‌توانند انعکاس بالايي را به‌وجود آورند. به عنوان مثال پوسته‌هاي سخت سطحي[٢] لايه‌هاي نازکي هستند که در سطوح خاک بعد از بارندگي يا آبياري به‌وجود مي‌آيند و به‌طور معني داري روي رنگ خاک تاثير مي‌گذارند (قاسمي[٣]، ١٩٩٥). مترنيچت[٤] (١٩٩٩) دريافت تداخل طيفي بين سطوح شور و سيلت روشن در ناحيه‌هاي آبي و سبز طيف الکترو مغناطيسي (nm ۴۵۰ تا۵۵۰) اتفاق مي‌افتد. به‌طور کلي بازتاب طيفي در پوسته‌هاي غير شور کمتر است و اندکي شکل منحني طيفي آنها از پوسته‌هاي شور متفاوت است. پوشش گياهي در بازتاب طيفي خاک‌هاي شور تاثير زيادي مي‌گذارد. در محدوده طيفي ٠/۶٨ تا ١/٣ ميکرومتر خاک‌ها تحت تأثير پوشش گياهي سبز قرار مي‌گيرند، بقاياي گياهي خشک بر اين محدوده تاثيري ندارند در حالي‌که در محدوده طيفي مادون قرمز موج کوتاه، بقاياي پوشش گياهي اثرات معني داري بر بازتاب دارد که به علت وجود سلولز، ليگنين و آب است. مترنيچت و زينک[٥] (١٩٩۶) دريافتند که گياهان هالوفيت شاخص خوبي براي جدا کردن ناحيه‌هاي شور و قليا از منطقه‌هاي غير شور، مي‌باشند. اما موجب اختلاط بازتاب طيفي کلاس‌هاي شور و قليا مي‌شود. که اين به علت تغيير در ساختار دروني و خارجي برگ در اراضي شور بازتاب اين گياهان متفاوت از گياهان سالم خواهد بود (ونگ[٦] و همکاران،٢٠٠٢). پاسخ گياه به شوري ارزيابي بهتري از شوري ارائه مي‌دهد زيرا ريشه گياه به عمق پروفيل خاک نفوذ مي‌کند و اندازه‌گيري ويژگي‌هاي رشدي (تاج گياه) در زمان مشخص تاثير تجمعي شوري را مشخص مي‌کند (الخير،٢٠٠٣). در اين ارتباط, ونگ و همکاران (٢٠٠٢) تاثير شوري را بر بازتاب تاج سويا با استفاده از راديومتر در بخش مرئي و مادون قرمز نزديک طيف بررسي و ارتباط ويژگي‌هاي بازتابي گياهان تحت تاثير سطوح مختلف شوري با کلروفيل برگ، توده ويژه برگ و بيومس مورد بررسي قرار دادند. بازتاب در NIR در تيمارهاي شوري به طور معني داري کاهش مي‌يافت (به علت افزايش توده ويژه برگ) که مي‌تواند با شاخص SRVI تعيين شود. اما بازتاب در بخش VIS تاثير شوري را نشان نداد و ارتباطي با تغييرات کلروفيل برگ ناشي از تنش شوري نداشت.

موساد[٧] و همکاران(٢٠٠۶) با استفاده از تغييرات پوشش گياهي از سال ١٩٨٧ تا ٢٠٠٣ شور شدن اراضي منطقه خشک را مورد بررسي قرار دادند. براي اين منظور از تصوير TM سال ١٩٨٧ و تصاوير ETM سالهاي ٢٠٠٠ و ٢٠٠٣

١- Mougenot.

٢- Seal.

٣- Ghassemi

۴- Metternicht

۵- Zinck.

۶- Wang.

٧- Masoud.

استفاده نمودند. آنها با استفاده از شاخص مطلوب (OIF)، PCA_1، باند پانكروماتيک، مدل رقومي‌ارتفاع، شيب، گياهي و تبديل تسلدكپ تغييرات را مورد بررسي قرار دادند. از بين اين تبديل‌ها PCA_1، تسلدكپ، باند پانكروماتيک و مدل رقومي‌ارتفاع بهتر توانستند تغييرات پوشش گياهي را در اثر شوري نشان دهند.

فريفته و فرشاد[1] (٢٠٠٢)، ماهواره‌هاي لندست و ASTER مناسب ترين ماهواره‌هاي منابع زميني براي بررسي ويژگي‌هاي خاک، پديده‌هاي تخريب خاک (مانند شور شدن) و تعيين رطوبت خاک دانستند. داشتن تعداد باندهاي زياد، محدوده طيفي گسترده از محدوده مرئي تا مادون قرمز گرمايي (١۴ تا ٠/۴ ميكرومتر) و قدرت تفكيک مكاني بالاي سنجنده ASTER در محدوده مرئي و مادون قرمز نزديک، را دلايل اين امر بيان نمودند. الخير[2] (٢٠٠٣) به امكان جدا شدن خاک‌هاي شور با استفاده از باندهاي ۴ و ۵ ماهواره ASTER اشاره مي‌كند.

امواج دريافت شده توسط سنجنده‌هاي ماهواره اي بازتاب سطح رويي پديده‌هاي مختلف مي‌باشد. به عبارت ديگر امواج منعكس شده، بيانگر ويژگي‌هاي سطحي پديده‌هاست تا ويژگي‌هاي عمقي و دروني آنها. لذا مناسب‌تر است نمونه‌هاي خاک مورد نظر به صورت سطحي برداشت شوند. مترنيچت و زينک (١٩٩٧) نمونه‌هاي سطحي خود را براي طبقه‌بندي از عمق ۵-٠ سانتي متر برداشت كردند. پس از طبقه‌بندي درستي كلي ۶۴% بدست آمد و درستي كاربر بويژه در كلاس‌هاي غير شور و غير قلمايي وكلاس‌هاي با قلمائيت متوسط بسيار پايين بود.

بهترين زمان تشخيص خاک‌هاي شور با كمک تصاوير ماهواره در پايان فصل گرم و خشک مي‌باشد زيرا بازتاب طيفي اين خاک‌ها به گونه قابل ملاحظه اي به رطوبت خاک وابسته است بنابراين هرچه خاک خشک تر مي‌شود تبلور نمكها و رسوب آنها در سطوح ذرات خاک افزايش يافته كه اين امر موجب افزايش بازتاب سطحي مي‌شود (خان[3] و همكاران, ٢٠٠١). شوري و قلمائيت خاک‌ها تحت تاثير پديده‌هاي توپوگرافيكي و ژئومورفولوژيكي مي‌باشند. به عنوان مثال خاک‌هاي شور سديمي‌در مناطق مرتفع و بافت خيلي درشت كمتر و برعكس در پلايا بيشتر مشاهده مي‌شوند. لي[4] و همكاران (٢٠٠۵) از DEM براي شناسايي خاک‌هاي شور استفاده نمودند. و نتايج نشان داد كه دقت جداسازي بويژه در مناطق با شوري بالا افزايش يافت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسي در دشت قزوين با وسعتي حدود ٢۶٠٠٠ هكتار در عرض‌هاي جغرافيايي ´۵٣°٣۵ تا ´٠٢°٣۶ شمالي و طول‌هاي ´´٣´۵۵°۴٩ تا´۵°۵٠ شرقي واقع شده است (شكل١). ارتفاع ميانگين منطقه از سطح دريا ١١٩٢ متر مي‌باشد. ميزان بارندگي ميانگين ساليانه بر پايه آمار ٣٠ ساله ٢٣٨ ميليمتر، ميانگين دماي ساليانه ١۴درجه سلسيوس مي‌باشد. با توجه به نقشه رژيم‌هاي گرمايي‌و رطوبتي ايران رژيم گرمايي خاک، در منطقه مورد بررسي ترميک[5] و رژيم رطوبتي آن Weak Aridic مي‌باشد. مدل رقومي‌ارتفاع با استفاده از خطوط توپوگرافي ١:٢۵٠٠٠ و در محيط نرم افزار ArcGIS با استفاده از الگوريتم‌هاي درون يابي تهيه شد. تصوير سنجنده ASTER، ماه جولاي سال ٢٠٠١ از بين تصاوير موجود به علت مساعد بودن شرايط جوي و نبودپوشش ابر گزينش‌شد.برپايه آمارهواشناسي دست‌كم دوهفته قبل‌ازتاريخ دريافت تصاوير هيچگونه بارشي در منطقه رخ نداده است. تصوير به روش تصوير به نقشه (نقشه‌هاي توپوگرافي١:٢۵٠٠٠) با گزينش ٢٨ نقطه كنترل زميني و خطاي كمتر از ٠/۵ پيكسل است تصحيح هندسي شد.

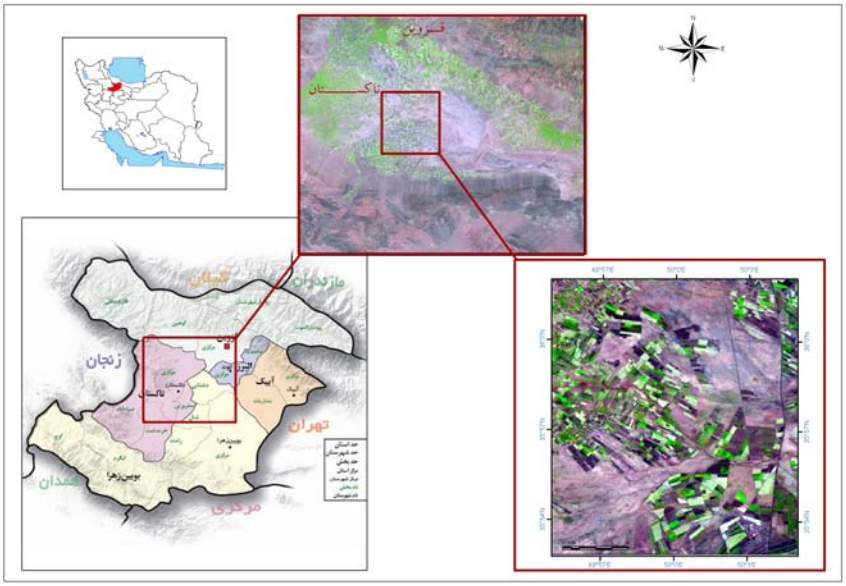
١- Farifteh & Farshad

٢- AL-khaier

٣- Khan

۴- Liu

۵- Thermic

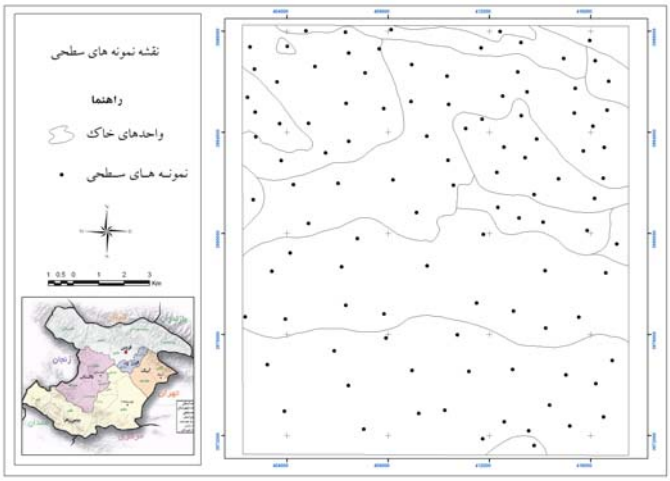


شکل ١- موقعيت منطقه مورد مطالعه.

نمونه‌برداري صحرايي به منظور تهيه نقشه واقعيت زميني با روش نمونه‌برداري طبقه‌بندي شده تصادفي[1] انجام گرفت. به‌طوريکه مناطق همگن، با توجه به واحدهاي نقشه شوري موجود منطقه تعيين و با کمک تصاوير ماهواره به‌دقت مشخص شده و در داخل طبقه‌هاي مختلف به صورت تصادفي نمونه‌برداري انجام گرفت. و به منظور افزايش دقت علاوه بر نمونه‌برداري از نقطه اصلي، نمونه‌هاي کمکي در سه جهت متفاوت با زاويه ١٢٠ درجه و با فاصله ٣٠ متر از نقطه اصلي برداشته شد و با نمونه اصلي مخلوط شد تا نتايج قابل تعميم به ٩ واحدتصوير ١٥ متري بر روي تصوير باشند. نمونه‌هاي خاک سطحي به عمق تقريبي ٠- ١٠ سانتي متر برداشت شد. در شکل ٢ پراکنش نمونه‌هاي سطحي برداشته شده از منطقه مورد بررسي با توجه به واحدهاي نقشه خاک نشان داده شده است. EC، pH، SAR و بافت نمونه‌هاي خاك با استفاده از روش‌هاي استاندارد اندازه‌گيري شد. نتايج آزمايشگاهي نقاط موردبررسي تجزيه و تحليل و کلاس‌هاي شوري ٠، ٤، ٨، ١٦، ٣٢، ٦٤، ٦٤ < dS/m و SAR ٠، ١٣، ٢٦، ٥٢، ٥٢< تعريف و هريک از نقاط در يک کلاس شوري و قليائيت قرار گرفت و سپس نقشه واقعيت زميني شامل ١١٢ نقطه، ايجاد شد.

به منظور شناخت کافي از چگونگي توزيع کلاس‌هاي طيفي يک طبقه‌بندي نظارت نشده بر روي تصوير انجام گرفت. همچنين نسبت‌هاي باندي مختلف ايجاد و به عنوان باندهاي مستقل به صورت نظارت نشده طبقه‌بندي و مورد تجزيه و تحليل قرار گرفتند. نتايج تجزيه و تحليل‌ها نشان داد که، مناطق مسکوني داراي اختلاط طيفي با خاک‌هاي شور بودند که اين اراضي قبل از طبقه‌بندي ماسک شدند (فتاحي، ١٣٨٥) و سپس عمل طبقه‌بندي نظارت شده بر روي تصوير انجام گرفت. کلاس‌هاي تعليمي‌گزينشي بر پايه تفسير تصوير ماهواره براي طبقه‌بندي تصويرها شامل ٥ کلاس خاک و ١٢ کلاس زراعت مي‌باشد. بر روي تصوير نمونه‌هاي همگن و در عين حال داراي پراکنش مناسب در سراسر تصوير گزينش، و سپس براي کنترل ميزان جدا پذيري کلاس‌ها، نمودار طيفي آنها ترسيم و مورد ارزيابي قرار گرفت و با بررسي ميانگين، انحراف معيار، نمودار دو بعدي اقدام به اصلاح نمونه‌برداري شد.

١- Stratified random sampling



شکل ٢- پراکنش نمونه‌هاي سطحي در منطقه مورد مطالعه با توجه به واحدهاي نقشه خاک.

کلاس‌هاي پوشش/ کاربري اراضي استخراج شده، با کمک بررسي‌هاي صحرايي به کلاس‌هاي شوري و قليائيت تبديل و در نهايت نقشه‌هاي EC و SAR بدست آمدند. براي اين منظور نقشه واقعيت زميني با نقشه طبقه‌بندي شده تلاقي[١] و نتايج آن در ماتريسي(جدول٣) آورده شد. سپس بر مبناي اين که کدام کلاس شوري بيشترين درصد را در يک کلاس طيفي- اطلاعاتي داراست در آن کلاس شوري قرار گرفت در صورتي که اين درصد کمتر از ٧٠% بود آن کلاس به عنوان کلاس مخلوط در نظر گرفته شد. پس از تعيين کلاس شوري هر يک از طبقه‌هاي نقشه شوري مربوط به هر رويکرد تهيه و سپس با نقشه واقعيت زميني تلاقي و ماتريس خطا تهيه شد. سپس از رويکردي که بالاترين درستي را دارا بود، براي تهيه نقشه قليائيت استفاده شد. پس از تعيين کلاس قليائيت هر يک از طبقه‌هاي به روش اشاره شده براي نقشه شوري, نقشه قليائيت تهيه و سپس با نقشه واقعيت زميني تلاقي و ماتريس خطاي طبقه‌بندي تهيه شد.

از مجموعه باندهاي (رويکردهاي) مختلف جهت طبقه‌بندي نظارت شده استفاده شد (جدول ١). سه رويکرد اول الگوريتم‌هاي طبقه‌بندي کمينه فاصله از ميانگين[٢]، روش متوازي السطوح[٣] و روش بيشينه احتمال[٤] مي‌باشند, پس از بررسي درستي از الگوريتمي‌که داراي بالاترين درستي بود، جهت طبقه‌بندي ساير رويکردها استفاده شد. در رويکرد پنجم و ششم شاخص مطلوب محاسبه و باندهاي شاخص مطلوب اول و دوم به عنوان يک مجموعه باندي طبقه‌بندي شدند (براي همه باندها، باندهاي٣، ٨، ١١ و ١٢ و براي همه باندها به استثناي باندهاي حرارتي، باندهاي ٣، ٦، ٧ و ٨). در رويکرد هفتم از اطلاعات کمکي مانند نقشه DEM براي افزايش دقت طبقه‌بندي با توجه به اينکه شوري و قليائيت خاک‌ها تحت تاثير پديده‌هاي توپوگرافيکي مي‌باشند، استفاده شد. در رويکرد نهم مولفه‌هاي اصلي تجزيه و تحليل شدند. و در رويکرد دهم NDSI[١٠] ، SI[٩] ، SAVI[٨] ، PVI[٧] ، SRVI[٦] ، NDVI[٥] و BI[١١] محاسبه، طبقه‌بندي و مورد ارزيابي قرار گرفتند (جدول ٢).

١- Cross
٢- Minimum distance to mean
٣- (Parallelepiped) PPDيا Box classifier
٤- Maximum likelihood
٥- Normalize Differential Vegetation Index
٦- Soil Adjusted Vegetation Index
٧- Perpendicular Vegetation Index
٨- Simple Ratio Vegetation Index
٩- Salinity Index
١٠- Normalize Differential Salinity Index
١١- Brightness Index

جدول ۱- مجموعه باندهاي مورد استفاده در طبقه‌بندي نظارت شده

رويکرد	مجموعه باندها (رويکرد)
۱	۱۴ باند سنجنده الگوريتم طبقه‌بندي کمينه فاصله از ميانگين
۲	۱۴ باند سنجنده الگوريتم طبقه‌بندي Box Classifier
۳	۱۴ باند سنجنده الگوريتم طبقه‌بندي بيشينه احتمال
۴	۹ باند سنجنده
۵	باندهاي ۳، ۶،۷ و ۸
۶	باندهاي ۳، ۸، ۱۱ و۱۲
۷	۱۴ باند و DEM
۸	۹ باند و DEM
۹	مولفه‌هاي اصلي
۱۰	شاخص‌ها

نتايج

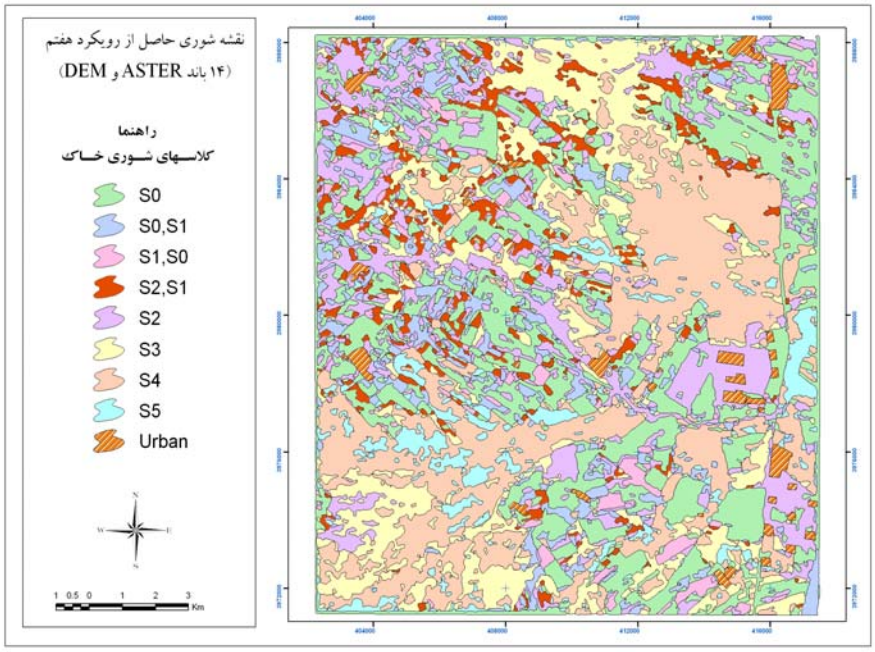
پس از طبقه‌بندي تصوير نقشه طبقه‌بندي شده با نقشه واقعيت زميني تلاقي و نتايج آن در ماتريسي آورده شد (جدول ۳). همان‌طور در قسمت مواد و روش‌ها بيان شد، در جدول ۲ به عنوان مثال در کلاس soil4 در کل منطقه ۱۱ نمونه برداشت شده است (۹۹ پيکسل) که ۱ نمونه در کلاس شوري S3 (۹%) و ۱۰ نمونه ديگر در کلاس شوري S4 (۹۱%) مي‌باشند و چون اين ميزان بيش از ۷۰% است اين کلاس، در کلاس شوري S4 قرار گرفت. اما به عنوان مثال در کلاس f3 که کلاس‌هاي شوري S0، S1 و S2 به ترتيب ۱۰، ۴۰ و ۵۰ درصد از نمونه‌ها را تشکيل دادند (چون درصد اين کلاس‌ها کمتر از ۷۰% است)، کلاسf3 به عنوان کلاس مخلوط در نظر گرفته شد. پس از تعيين کلاس شوري مربوط به هر يک از کلاس‌هاي طيفي-اطلاعاتي به روش اشاره شده، نقشه شوري مربوط به هر رويکرد تهيه و سپس با نقشه واقعيت زميني تلاقي و ماتريس خطا تهيه شد. نتايج طبقه‌بندي رويکردهاي مختلف در جدول ۳ آورده شده است. رويکرد دوم (Box Classifier) تنها ۵۲% از منطقه را طبقه‌بندي و بقيه را جزو کلاس Undefined قرار داد. همان‌طور که مشاهده مي‌شود الگوريتم بيشينه احتمال(رويکرد سوم) داراي درستي بالاتري از الگوريتم کمينه فاصله از ميانگين(رويکرد اول) مي‌باشد. بنابراين براي طبقه‌بندي همه رويکردها از الگوريتم بيشينه احتمال استفاده شد. بر پايه نتايج طبقه‌بندي رويکرد هفتم يعني ۱۴ باند و DEM داراي بالاترين (شکل ۳) و رويکرد اول يعني الگوريتم طبقه‌بندي کمينه فاصله از ميانگين داراي کمترين درستي مي‌باشند. درستي کلي ۸۰/۳۵%، درستي کاربر ۸۱/۴۸%، درستي توليد کننده ۷۲/۹۴% و ضريب کاپا ۰/۷۵ بالاي رويکرد هفتم نسبت به رويکرد چهارم (۱۴ باند) نشان دهنده اهميت DEM در جداسازي کلاس‌هاي مختلف بويژه اراضي شور مي‌باشد. همچنين مقايسه درستي کلي رويکرد ۷ و ۸ (۹باند و DEM) نشان دهنده اهميت باندهاي گرمايي در شناسايي و جداسازي کلاس‌هاي شوري از يکديگر مي‌باشد. رويکرد ۵ و ۶ که داراي بالاترين شاخص مطلوب مي‌باشند اما داراي درجه‌درستي کلي کمي‌مي‌باشند که به نظر مي‌رسد استفاده از همه اطلاعات طيفي و مکاني عامل مهم‌تري در درجه درستي طبقه‌بندي مي‌باشد تا استفاده از شاخص مطلوب براي گزينش بهترين ترکيب باندي در منطقه مورد بررسي. همان‌طور که ديده مي‌شود رويکرد نهم (تبديل PCA) داراي درجه‌درستي قابل قبولي مي‌باشد و مي‌توان از اين تبديل در اين گونه بررسي‌هااستفاده نمود. رويکرد دهم (شاخص‌ها) داراي صحت بسيار پاييني در جداسازي خاک‌هاي شور بودند.

جدول ٢- ماتریس حاصل از تلاقي رویکرد هفتم سنجندهASTER با نقشه واقعیت زمیني EC

اسامي کلاس‌ها	EC کلاس	تعداد پیکسل‌ها	مجموع پیکسل‌ها	s0%	s1%	s2%	s3%	S4%	s5%	کلاس EC نهایي
soil1	s4	٩	٦٣				٨٥/٧١	١٤/٢٩		s3
	s3	٥٤								
soil2	s3	٣٦	٣٦				١٠٠			s3
soil3	s4	٩٩	٩٩					١٠٠		s4
soil4	s4	٩٠	٩٩				٩/٠٩	٩٠/٩١		s4
	s3	٩								
soil5	s5	٥٤	٥٤	١٠٠					١٠٠	s5
f1	s0	٢٧	٢٧	١٠٠						s0
f2	s1	٩	٣٦	٧٥	٢٥					s0
	s0	٢٧								
f3	s2	٤٥	٩٠	١٠	٤٠	٥٠				s2,s1
	s1	٣٦								
	s0	٩								
f4	s1	١٨	١٠٨	٨/٣٣	١٦/٦٧	٧٥				s2
	s2	٨١								
	s0	٩								
f5	s2	٩	٨١	٦٦/٦٧	٢٢/٢٢	١١/١١				s0,s1
	s1	١٨								
	s0	٥٤								
f6	s1	١٨	٦٣	٧١/٤٣	٢٨/٥٧					s0
	s0	٤٥								
f7	s0	١٨	٢٧	٦/٦٧	٣٣/٣٣					s1,s0
	s1	٩								
f8	s1	٩	٣٦	٧٥	٢٥					s0
	s0	٢٧								
f9	s0	٥٤	٧٢	٧٥	٢٥					s0
	s1	١٨								
f10	s2	٩	٦٣	١٤/٢٩	٧١/٤٣					s1,s0
	s0	١٨								
	s1	٣٦								
f11	s0	٢٧		١٠٠						s0
f12	s0	٢٧	٢٧	١٠٠						s0

جدول ۳- صحت كلي، صحت كاربر، صحت توليد كننده و ضريب كاپا رويكردهاي مختلف نقشه **EC**

رويكرد	درستي كلي%	درستي كاربر%	درستي توليدكننده%	ضريب كاپا
۱) ۱۴ باند سنجنده الگوريتم طبقه‌بندي كمينه فاصله از ميانگين	۵۰	۵۰/۰۳	۵۰/۹۸	۰/۴۳
۳) ۱۴ باند سنجنده الگوريتم طبقه‌بندي بيشينه احتمال	۷۲/۳۲	۷۴/۰۸	۷۱/۹۷	۰/۶۶
۴) ۹ باند سنجنده	۵۶/۲۶	۵۷/۲۶	۶۱/۲۷	۰/۴۸
۵) باندهاي ۳، ۶،۷ و ۸	۵۸/۰۳	۵۷/۱	۵۸/۷۶	۰/۴۹
۶) باندهاي ۳، ۸، ۱۱ و۱۲	۵۹/۱۴	۵۹/۰۸	۵۸/۳	۰/۴۹
۷)۱۴ باند وDEM	۸۰/۳۵	۸۱/۴۸	۷۲/۹۴	۰/۷۵
۸) ۹ باند وDEM	۶۱/۶۱	۶۲/۷۹	۶۱/۳۹	۰/۵۶
۹)مولفه‌هاي اصلي	۷۲/۳۲	۷۱/۱۱	۶۹/۴۱	۰/۶۷
۱۰) شاخص‌ها	۵۶/۲۵	۵۷/۵۸	۵۶/۵۸	۰/۴۷



شكل ۳- نقشه شوري بدست‌آمده از طبقه‌بندي رويكرد پنجم سنجنده **ASTER**

در جدول ۴ ماتريس خطاي طبقه‌بندي رويكرد هفتم آورده شده است. كلاس شوري S1 داراي كمترين درستي كاربر و توليد كننده نسبت به ساير كلاس‌ها و بيشترين تداخل با كلاس S0 و S2 مي‌باشد. در خاک‌هاي با شوري كم داراي كلاس‌هاي مخلوط مي‌باشيم اما در خاک‌هاي با شوري بالا كلاس‌ها با دقت بالا از يكديگر تفكيک

جداسازي‌شده‌اند. بررسي ماتريس خطا نشان مي‌دهد كه كلاس S5 داراي بالاترين درستي توليد كننده و كاربر مي‌باشد. زيرا اين كلاس داراي وضعيت متفاوتي از ساير كلاس‌ها مي‌باشد، داراي پوسته نمک در سطح بوده و در تصاوير داراي بيشترين بازتاب مي‌باشد، از طرفي از لحاظ موقعيت مكاني در منطقه‌هاي گود قرار گرفته است كه اين عامل‌ها موجب جداسازي خوب اين اراضي از ساير كلاس‌هاي شوري شده است. همچنين كلاس‌هاي شوري S4 و S3 داراي درستي كاربر و توليد كننده بالايي مي‌باشند.

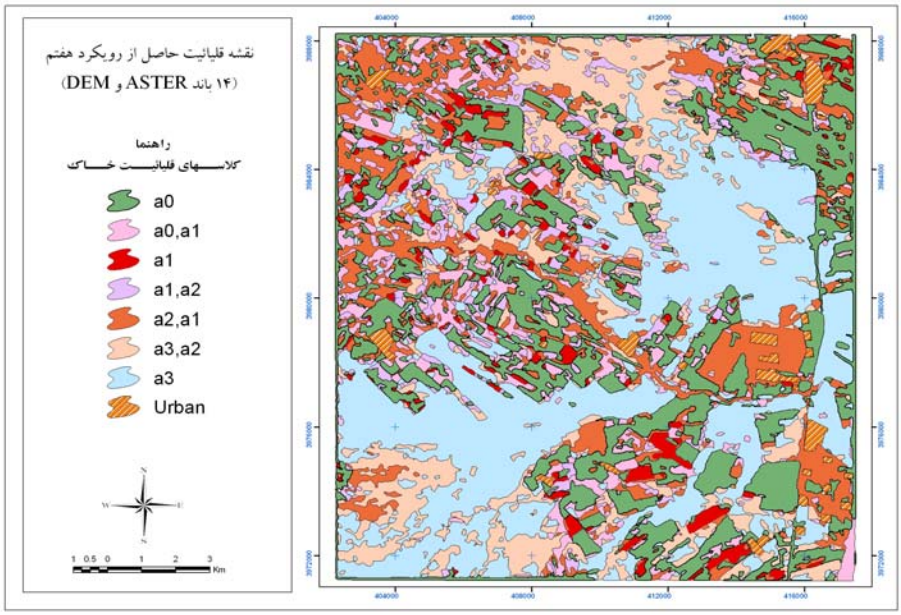
جدول ٤- ماتريس خطاي رويكرد هفتم سنجنده **ASTER**

	s0	**s1**	**s2**	**s3**	**s4**	**s5**	مجموع	خطاي كاربر	خطاي اضافه
s0	٢٨٨	٣٦	١٨	٠	٠	٠	٣٤٢	٨٤/٢١	١٥/٧٩
s1	٧٢	٤٥	٣٦	٠	٠	٠	١٥٣	٢٩/٤١	٧٠/٥٩
s2	٩	٩	١٤٤	٠	٠	٠	١٦٢	٨٨/٨٩	١١/١١
s3	٠	٠	٠	٩٠	٩	٠	٩٩	٩٠/٩١	٩/٠٩
s4	٠	٠	٠	٩	١٨٩	٠	١٩٨	٩٥/٤٥	٤/٥٥
s5	٠	٠	٠	٠	٠	٥٤	٥٤	١٠٠	٠
مجموع	٣٦٩	٩٠	١٩٨	٩٩	١٩٨	٥٤	١٠٠٨		
خطاي توليد كننده	٧٨/٠٥	٥٠	٧٢/٧٣	٩٠/٩١	٩٥/٤٥	١٠٠			
خطاي حذف	٢١/٩٥	٥٠	٢٧/٢٧	٩/٠٩	٤/٥٥	٠			

نقشه بدست‌آمده از طبقه‌بندي رويكرد هفتم كه بالاترين درستي را داشت، براي تهيه نقشه قليائيت استفاده شد. نقشه واقعيت زميني با نقشه طبقه‌بندي رويكرد هفتم، تلاقي و نتايج آن در ماتريسي مشابه ماتريس ٢ آورده شد. پس از تعيين كلاس قليائيت هر يک از طبقه‌هاي، نقشه قليائيت تهيه و سپس با نقشه واقعيت زميني تلاقي و ماتريس خطاي طبقه‌بندي تهيه شد. شكل ۴ نقشه قليائيت بدست‌آمده از طبقه‌بندي رويكرد هفتم مي‌باشد. در جدول ۵ ماتريس خطاي طبقه‌بندي رويكرد هفتم آورده شده است. بررسي ماتريس خطا نشان مي‌دهد درستي كلي نقشه برابر با۷۴/۰۱، درستي كاربر۶۶/۷۹، درستي توليد كننده ۶۷/۶۸ و ضريب كاپا ۰/۶۴ مي‌باشد. كلاس قليائيت a2 مخلوط با كلاس‌هاي a3 و a1 مي‌باشد و اين سنجنده قادر به تفكيک اين كلاس به طور مجزا نمي‌باشد. كلاس قليائيت a1,a2 و a2,a1 داراي كمترين صحت كاربر و توليد كننده مي‌باشند و با كلاس a1 و a2 تداخل دارند. اين سنجنده خاک‌هاي با قليائيت كم و زياد با دقت خوبي از يكديگر جداسازي نمود، ليكن در جداسازي خاک‌هاي با قليائيت متوسط داراي دقت پايين تري بود. بررسي ماتريس خطا نشان مي‌دهد كه كلاس a3 داراي بالاترين درستي توليد كننده و كاربر مي‌باشد. اين كلاس وضعيت متفاوتي از ساير كلاس‌ها قليائيت دارا مي‌باشد، و جز خاک‌هاي شور سديمي‌است. همچنين كلاس a0 داراي درستي بالاي كاربر و توليد كننده مي‌باشد و داراي كمي‌تداخل با كلاس a1 مي‌باشد. در منطقه مورد بررسي خاک‌هاي غير شور، شور و شور قليايي ديده‌شد، ليكن خاک‌هاي سديمي‌در منطقه ديده نشد.

جدول ۵- ماتريس خطاي نقشه فليائيت.

	a0	a1	a2	a3	مجموع	درستي کاربر	خطاي اضافه
a0	۳۰۶	۳۶	۹	۰	۳۵۱	۸۷/۱۸	۱۲/۸۲
a1	۹۰	۹۰	٤۵	۰	۲۲۵	٤۰	٦۰
a2	۰	۲۷	۵٤	۵٤	۱۳۵	٤۰	٦۰
a3	۰	۰	۰	۲۹۷	۲۹۷	۱۰۰	۰
مجموع	۳۹٦	۱۵۳	۱۰۸	۳۵۱	۱۰۰۸		
درستي توليد کننده	۷۷/۲۷	۵۸/۸۲	۵۰	۸٤/٦۲			
خطاي اضافه	۲۲/۷۳	٤۱/۱۸	۵۰	۱۵/۳۸			



شکل ٤- نقشه فليائيت بدست‌آمده از طبقه‌بندي رويکرد پنجم سنجنده **ASTER**

بحث

نتايج طبقه‌بندي نشان مي‌دهد که تلفيق DEM با همه باندها موجب افزايش درستي طبقه‌بندي نسبت به ساير رويکردها شده است. زيرا خاک‌هاي شور و غير شور از ازلحاظ موقعيت ارتفاعي متفاوت مي‌باشند. که با نتايج بررسي‌هاي موساد و همکاران (۲۰۰٦)، لي و همکاران (۲۰۰۵) و متين فر و همکاران (۱۳۸۵) برابري دارد. همچنين نتايج اهميت باند گرمايي را در جداسازي خاک‌هاي شور نشان داد به طوري که با حذف اين باند درستي طبقه‌بندي بسيار کاهش يافت. که با نتايج بررسي‌هاي متين فر و همکاران (۱۳۸۵)، مارگت و همکاران (۲۰۰۱)، زينک(۲۰۰۰)، علوي پناه و همکاران(۱۹۹۸) و

ورما و همكاران (١٩٩٤) برابري دارد. در بين روش‌هاي پردازش تصويرهاي بررسي شده در اين بررسي تبديل PCA داراي بالاترين درستي بود، لذا مي‌توان از اين پردازش در بررسي‌هاي شوري استفاده نمود (موساد و همكاران، ٢٠٠٦ و ديويدي[1] و همكاران، ١٩٩٦). شاخص‌ها داراي درستي بسيار پاييني در جداسازي خاک‌هاي شور در اين تصوير بود. در بين بكار رفته در اين بررسي SI و BI بهتر توانستند خاک‌هاي شور را از خاک‌هاي غيرشور تفكيک نمايند. شاخص مطلوب داراي درستي كلي به‌نسبت پاييني در همه تصاوير بود كه چنين استنباط مي‌شود كه استفاده از همه اطلاعات طيفي و مكاني عامل مهم‌تري در افزايش درستي طبقه‌بندي در منطقه مورد مطالعاتي مي‌باشد (موساد و همكاران، ٢٠٠٦ و متين فر و همكاران، ١٣٨٥). نتايج نشان مي‌دهد كه پوسته‌هاي صاف و با رنگ روشن، بويژه پوسته‌هاي بدون درز و شكاف موجب افزايش بازتاب‌ها مي‌شود (كلاس خاک ٥)، به‌طوري كه اين اراضي داراي بالاترين بازتاب‌ها مي‌باشند و با درستي بالايي جداسازي شدند. به‌طور كلي تفكيک خاک‌هاي با شوري زياد با دقت بالاتري نسبت به خاک‌هاي با شوري كم مي‌باشد. كه با نتايج بررسي مككون و مايلون[2](١٩٩٦) برابري دارد. دقت طبقه‌بندي نقشه قليائيت كمتر از نقشه شوري بود كه اين امر به علت ارتباط كمتر ويژگي‌هاي قليايي خاک‌ها و بازتاب‌هاي طيفي آنها نسبت به شوري مي‌باشد (رائو و همكاران ،١٩٩٤ و مرو، ١٩٩٦). در نقشه قليائيت دقت طبقه‌بندي كلاس‌ها با قليائيت متوسط كمتر از كلاس‌هاي با قليائيت كم و زياد بود (مترنچت و زينک،١٩٩٧).

تشكر و قدرداني

بدين وسيله از گروه مهندسي علوم خاک دانشكده آب و خاک پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران، كه امكانات لازم را براي اين پروژه فراهم نموده اند و همچنين از شركت انسان و محيط به دليل در اختيار گذاردن داده‌هاي ماهواره و كليه دوستان و همكاراني كه در انجام اين پژوهش ما را ياري نمودند كمال تشكر و امتنان را دارد.

١- Dwivedi

٢- McGowen& Mallyon

منابع

۱- فتاحي محمد, ۱۳۸۵. گزارش طرح تحقيقاتي مقايسه چهار روش تهيه نقشه پوشش زمين و کاربري اراضي در دشت قم, مرکز ثبت اسناد و مدارک کشاورزي ايران, سازمان تحقيقات و آموزش کشاورزي.

۲- متين‌فر حميدرضا و همکاران، ۱۳۸۵. بررسي داده‌هاي سنجنده‌هاي ASTER، LISS_III، ETM، TM و MSS به منظور شناسايي خاک‌ها بر اساس مطالعات ميداني به کمك سامانه اطلاعات جغرافيايي (GIS) در منطقه کاشان، پايان نامه دکتري دانشگاه تهران.

3- Alavipanah, S.K., & A. Pouafar, Potentials and constraints of soil salinity studies in two different conditions of Iran using Landsat TM data.

4- AL-khaier , F., 2003, Soil Salinity Detection Using Satellite Remote Sensing, Thesis submitted to the International Institute for Geo-information Science and Earth Observation in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in ITC.

5- Dwivedi, R. S. 1996. Monitoring of salt-affected soils of the Indo-Gangetic alluvial plains using principal component analysis. International Journal of Remote Sensing, 17, 1907– 1914.

6- Fernandez-Buces , N., C. Siebe , S. Cram,& J. L. Palacio. 2005. Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former lake Texaco, Mexico. J. Of Arid Environment.

7- Ghassemi, F., Jakeman, A. J., & Nix, H. A. 1995. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies.Canberra, Australia: The Australian National University, Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

8- Khan, M. N., V.V. Rastoskuev, E.V. Shalina, & Y. Sato. 2001. Mapping salt affected soils using remote sensing Indicators- a simple approach with the use of GIS IDRISI- 22nd Asian Conference on remote sensing.

9- Liu, X., J. Peterson, Z. Zhang, & S. Chandra, 2005, Improving soil salinity prediction with high resolution DEM derived from LIDAR data , The 9th International symposium on physical measurements and Signature in Remote sensing, China.

10- Margate, D. E., & D.P. Shrestha, 2001, The use of hyperspectral data in identifying “desert-like” soil surface features in Tabernas area, southeast Spain, The 22nd Asian conference on remote sensing.

11- McGowen, I., & Mallyon, S. 1996. Detection of Dryland salinity using single and multi-temporal Landsat imagery. Proceedings of the 8th Australasian Remote Sensing Conference, Canberra (pp. 26–34).

12- Masoud, A.A., & K. kike, 2006, Arid land salinization detected by remotely-sensed landcover changes, A case study in the Siwa region, NW Egypt, Journal of Arid Environments, 66, 151-167.

13- Metternicht, G. 1999. Current status and future prospectives of radar remote sensing for cartographic applications. Cartography, 28, 1– 16.

14- Metternicht, G., & J. A. Zinck. 1997. Spatial discrimination of salt and sodium affected soil surfaces. International Journal of remote sensing .vol. 18, 2571-2586.

15- Metternicht, G. I., & Zinck, J. A. 1996. Modelling salinity – alkalinity classes for mapping salt-affected topsoils in the semi-arid valleys of Cochabamba (Bolivia). ITC Journal, 1996-2, 125– 135.

16- Moreau, S. S., 1996. Application of remote sensing and GIS to the mapping of saline\sodic soils and evaluation of sodification risks in the PROVINCE OFVILLARROEL,

CENTRAL ALTIPLANO, BOLIVIA. The 4th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography.

17- Mougenot, B., Pouget, M., & Epema, G. 1993. Remote sensing of salt affected soils. Remote Sensing Reviews, 7, 241–259.

18- Rao, B., Sankar, T., Dwivedi, R., Thammappa, S., Venkataratnam, L.,Sharma, R., & Das, S. 1995. Spectral behaviour of salt-affected soils. International Journal of Remote Sensing, 16, 2125– 2136.

19- Verma, K., Saxena, A., Barthwal, A., & Deshmukh, S. 1994. Remote sensing technique for mapping salt affected soils. International Journal of Remote Sensing, 15, 1901–1914.

20- Wang, D., C. Wilson, & C. Shannon, 2002, Interpretation of salinity and irrigation effects on soybean canopy reflectance in visible and near-infrared spectrum domain, International Journal of remote sensing, vol.23, NO. 5, 485-492.

21- Zinck, J. A. 2000. Monitoring salinity from remote sensing data. In R.Goossens, & B. M. De Vliegher (Eds.), Proceedings of the 1st Workshop of the EARSeL Special Interest Group on Remote Sensing for Developing Countries (pp. 359– 368). Belgium: Ghent University.

Saline and alkaline soil mapping using ASTER data in the Qazvin plain

M. Khodadadi[*1], F. Sarmadian[2], M. S. Askari[3], H. Refahi[4], A. A. Norozi[5] and A. Heidari[2]
[1] Former Graduate Student, University of Tehran, I. R. Iran
[2] Assistant Prof, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Former Graduate Student, University of Tehran, I. R. Iran
[4] Professor, University of Tehran, I. R. Iran
[5] Member of Scientific board of SCWMRI, I. R. Iran
(Received 7 April 2007, Accepted 19 December 2007)

Abstract

Salinity and alkalinity are two major phenomena leading to soil degradation in semiarid and arid areas. The main aim of this study was to evaluate the capability of ASTER data to provide soil salinity and alkalinity mapping in the selected parts of the Qazvin plain, which is known as an arid area. In this study, spectral classes were provided from sensed data, and with the help of field observation and soil analysis reorganized to have soil salinity and sodicity classes. Finally, soil salinity and sodicity maps were prepared. Soil sampling was implemented using stratified random sampling method, depending on landscape complexity and homogeneity, as well as on the representativity to ASTER data. Furthermore, at least one profile was studied in each soil map unit in order to examine subsoil salinity variation. Field samples from augur and profiles were analyzed in laboratory for Na^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} cations, as well as soil texture , EC_e and pH. We have analyzed additional data such as digital elevation model and slop that may improve the accuracy of classification. In addition, NDVI, SRVI, PVI, SAVI, SI, BI and NDSI indices, and PCA were analyzed. The results indicated that the combination of DEM with them ASTER bands would lead to highest accuracy. This study showed that thermal bands of ASTER increased the classification accuracy, and this illustrated its effective role to classify the soil salinity and sodicity. PCA had almost highest accuracy, among studied processing techniques. The indices had low accuracy in differentiating the saline soils. The optimum index factor had low overall accuracy. The sodicity map was less accurate as compared to the salinity map. The accuracy for moderate sodicity levels was less than the accuracy for low and high sodicity levels.

Keywords: Saline and alkaline soils, ASTER, Indices, DEM, Remote sensing, GIS

* Corresponding author: Tel: 0935-4497684 , Fax: 0261-2589034 , E-mail: khodadadi_maral@yahoo.com