تهيه نقشه‌هاي رقومي برخي از ويژگي‌هاي شيميايي خاک با استفاده از داده‌هاي ماهوارهاي لندست ETM^+ (بررسي موردي: منطقه خشک شمال غربي اصفهان)

مرتضي اكبري*[1]، كوشيار مختاري[2] و سعيد پورمنافي[3]
[1] عضو هيات علمي دانشكده منابع طبيعي و محيط زيست، دانشگاه فردوسي مشهد، ايران
[2] كارشناس‌ارشد بيابانزدايي، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
[3] كارشناس‌ارشد بيابانزدايي، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
(تاريخ دريافت: ٨۶/١/٢۵، تاريخ تصويب: ٨۶/٨/٢٨)

چكيده

براي تهيه نقشه‌هاي رقومي برخي از ويژگي‌هاي شيميايي خاک، داده‌هاي ماهوارهاي سنجندة ايي تي امETM^+ ماهواره لندست ٧ مربوط به شهريور ١٣٨٠ از منطقه شمال غربي شهرستان اصفهان مورد تجزيه و تحليل قرار گرفتند. تصحيح‌هاي هندسي ورادیومتريك، راديومتريک، بر روي تصاوير انجام گرفت و تصاوير با دقت ٠/٥٨ پيكسل به ثبت رسيدند. پردازش‌هايي مانند بارزسازي تصاوير و تحليل مؤلفه‌هاي اصلي (PCA) بر روي اين داده‌ها اعمال شدند. ٧٧ نمونه از خاک سطحي به‌صورت نمونه‌برداري تصادفي طبقه‌بندي شده تهيه و مورد تجزيه آزمايشگاهي قرار گرفتند. شاخص‌ها شوري(ECe)، اسيديته، آهک و قليائيت نمونه‌ها تعيين شدند. با قرار دادن لايه‌برداري نقطه‌هاي نمونه‌ها بر روي تصاوير ماهواره‌اي، درجه‌هاي روشنايي پيكسل‌هاي مربوطة نقاط نمونه‌برداري استخراج شدند. روابط همبستگي و رگرسيوني ميان درجه‌هاي روشنايي و شاخص‌ها اندازه‌گيري شده مورد بررسي قرار گرفتند. نتايج نشان مي‌دهد كه ضريب‌هاي همبستگي بين متغيرها بسيار پائين است. به‌طوري‌كه ضريب‌هاي همبستگي براي باندهاي ETM^+4 ،ETM^+7 وETM^+1 نسبت به ديگر باندها بيشتر بوده است. ضريب‌هاي رگرسيوني در مورد اسيديته خاک‌هاي سطحي، معادل ۵٠ درصد بدست آمد. لذا برازش مدل رگرسيوني مناسب بين متغيرها وجود نداشت كه بتوان با اعمال آن بر تصوير، نقشه‌هايي از متغيرهاي خاک از راه‌اين مدل تهيه نمود. لذا نقشه‌ها از روش طبقه‌بندي نظارت شده تهيه شد.

واژه‌هاي كليدي: سنجندةETM^+ ، بارزسازي تصاوير، اصفهان، مؤلفه‌هاي اصلي، اسيديته، قليائيت

* نويسنده مسئول: تلفن: ٨٧۶٣٢٣٢-٠۵١١ فاكس: ٨٧٨٨٨٠۵-٠۵١١ Email: m_akbari@um.ac.ir

مقدمه

خاک يکي از منابع با ارزش طبيعي و يکي از مهم‌ترين زير ساخت‌هاي محيط زيست به شمار مي‌رود. در واقع پايداري يا سير قهقرايي هر بوم‌نظام را چگونگي بهره‌براري از خاک تعيين مي‌کند. در کشور ما، با وجود اقاليم‌هاي مختلف مي‌توان انتظار داشت که انواع متفاوتي از خاک‌ها در طول قرن‌هاي گذشته به‌وجود آمده و يا در شرف تکوين مي‌باشند. نگاهي به مقالات بيشماري که درباره خاک‌هاي مناطق خشک نوشته شده، اين نکته را روشن مي‌سازد که تاکيد عمده بر روي خاک‌هاي آبرفتي و خاک‌هاي شور و قليا بوده است(۱). بررسي خاک از راه داده‌هاي ماهواره‌اي به دليل اثر عامل‌هاي جنبي مانند پوشش گياهي داراي پيچيدگي ويژه‌اي است(۵). با توجه به قابليت بالاي تصاوير ماهواره‌اي که به هنگام ، چند طيفي و تکراري بوده و پوشش گسترده‌اي دارند، يکي از روش‌هاي رسيدن به اطلاعات مورد نياز، تهيه نقشه ازويژگي‌هاي خاک مناطق خشک و بياباني با استفاده از داده‌هاي ماهواره‌اي مي-باشد(۲). به‌طوري‌که امکان طبقه‌بندي اراضي شور با استفاده از داده‌هاي TM درمنطقه حوض سلطان قم مورد بررسي قرار گرفته است و جهت همبستگي بين ميزان شوري خاک (ECe) و انعکاس ثبت شده در تصاوير ماهواره‌اي (DN) از روش رگرسيون خطي استفاده شده است (۳). به منظور ارزيابي باندهاي طيفي سنجندة TM و عملکرد آنها بر روي پديده‌هاي مختلف و همچنين تعيين بهترين ترکيب باندي در مناطق کويري از روش‌هاي ماتريس همبستگي و تعيين شاخص مطلوب (OIF)، بررسي‌هايي صورت گرفته است(۴). با استفاده از ترکيب باند انعکاسي TMبالاترين جدا پذيري بين کلاس‌هاي خاک تحت تأثير سديم و نمک بدست آمده است(۶). هدف اين پژوهش تهيه نقشه‌هاي رقومي برخي ويژگي‌هاي شيميايي خاک با استفاده از داده‌هاي ماهواره‌اي ETM^+ در منطقه خشک شمال غرب شهرستان اصفهان و همچنين تعيين روابط همبستگي و رگرسيوني بين باندها جهت تهيه نقشه‌هاي رقومي برخي ويژگي‌هاي شيميايي خاک مي‌باشد.

منطقه مورد بررسي ؛ گزينش منطقه مورد بررسي، با توجه به ويژگي‌ها ژئوموفولوژيکي، فيزيوگرافي و ويژگي‌هاي طبيعي آن به طوري که بتوان هدف پژوهش را در آن عملي نمود، صورت گرفت. منطقه مورد بررسي با گسترده‌اي بالغ بر ۸۷۰ کيلومترمربع در بخش برخوار و در محدودة طول جغرافيايي ۵۱ درجه و ۳۰ دقيقه تا ۵۱ درجه و ۴۵ دقيقه شرقي و عرض جغرافيايي ۳۲ درجه و ۴۵ دقيقه تا ۳۳ درجه و ۵ دقيقه شمالي قرار دارد.

مواد و روش‌ها

جمع آوري اطلاعات و ابزارمورد نياز براي بررسي؛ جهت انجام‌اين پژوهش از داده‌هاي ماهواره‌اي چند طيفي ETM^+ مربوط به ۷ سپتامبر (۲۰۰۱)و مربوط به مسير ۱۶۴ و رديف ۳۷ استفاده شد. علاوه بر آن از نقشه‌هاي توپوگرافي ۱:۵۰۰۰۰ براي شناسايي مقدماتي منطقه و از عکس‌هاي هوايي ۱:۴۰۰۰۰ جهت تعيين محدودة منطقه مورد بررسي و شناسايي و تهيه نقشه لندفرم (شکل زمين)، استفاده شد.

پردازش اطلاعات ماهواره‌اي؛ پردازش اطلاعات ماهواره‌اي اعمال شده بر روي تصاوير عبارتند از: تصحيح هندسي و تصحيح راديومتريک؛ تصحيح خطاي هندسي تصاوير با کمک نقاط کنترل زمين[۱] در تصوير ETM^+ صورت گرفت. تصاوير ابتدا به صورت تصوير به نقشه و سپس به صورت تصوير به تصوير با مجذور خطاي ريشه ميانگين معادل ۰/۵۸ پيکسل به ثبت رسيدند. جهت تصحيح راديومتريک، تصحيح‌هاي اتمسفري و زاويه ارتفاع خورشيد بر روي داده‌ها صورت گرفت. ساير پردازش‌هاي اعمال شده؛ اين پردازش‌ها شامل: جداسازي منطقه مورد بررسي بر روي تصاوير ماهواره‌اي، بارزسازي تصوير (بهبود کنتراست) که براي نمود بهتر تصاوير باندهاي مختلف استفاده مي‌شود و تعيين بهترين ترکيب‌بندي باندي جهت استفاده در ايجاد تصاوير رنگي کاذب مي‌باشد که در اين ارتباط جهت بدست

۱ -Ground Control Point

آوردن بهترین ترکیبات باندي، عامل شاخص مطلوب[1] محاسبه شد.

جمع‌آوري داده‌هاي خاک؛ هدف از این بخش جمع‌آوري اطلاعات خاک لخت سطحي مي‌باشد. از این رو پس از تعیین مناطق همگن و پراکنش مناسب نقاط، نمونه‌برداري انجام شد. از آنجا که اطلاعات ماهواره‌اي موجود مربوط به ماه سپتامبر (شهریور ماه) بود، لذا سعي شد زمان مراجعه به صحرا نزدیک به زمان تصویربرداري باشد. روش نمونه-برداري تصادفي طبقه بندي شده[2] جهت نمونه‌برداري گزینش شدو نقاط به طور تصادفي در منطقه توزیع شدند. موقعیت این نقاط با GPS مشخص شد. در صحرا GPS را روي زمین قرار داده و دایرهاي به شعاع ٢٠متر و به مرکزیت GPS را در نظر گرفته، اقدام به استقرار پلات‌هایي به ابعاد 10×10 متر در محیط دایره فرضي شد. جهت افزایش دقت و کاهش خطاي آزمایش، کار پلات‌اندازي و نمونه‌گیري از عمق صفر تا١٠سانتي‌متري خاک محل قرار گرفتن GPS و ٨ پیکسل اطراف پیکسل محل قرار گرفتن GPS، انجام شد. جهت بررسي آماري و برازش مدل‌هاي رگرسیوني از آزمون توزیع نرمال بودن داده‌ها، آزمون ناشاخصه‌اي کولموگروف -اسمیرنوف استفاده شد. در کل ٧٧ نقطه نمونه‌برداري به عنوان متغییر وابسته در نظر گرفته شد. سپس تجزیه‌اي آماري مانند شاخص رگرسیوني و ضریب‌هاي همبستگي بر روي متغیرهاي مستقل (DN پیکسل تصاویر ماهواره) و متغیر وابسته (داده‌هاي شاخصه‌اي خاک) اعمال شد. تجزیه شیمیایي خاک؛ جهت تجزیه آزمایشگاهي، ابتدا نمونه‌هاي خاک در هواي آزاد خشک شده و از الک ٢ میلي‌متري عبور داده شدند و سپس جهت انجام آزمایش‌هاي ویژگي‌هاي شیمیایي به آزمایشگاه خاکشناسي دانشکدة منابع طبیعي دانشگاه صنعتي اصفهان فرستاده شدند. شاخص‌هاي هدایت الکتریکي (ECe)، اسیدیته (pH)، قلیائیت (SAR) و آهک اندازه‌گیري شدند(٨ و ٩). داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماري SAS و آزمون نرمال بودن داده‌ها تجزیه شده، روابط همبستگي و تجزیه رگرسیون بر روي داده‌ها اعمال شد و با معادله‌هاي بدست آمده از تجزیه‌ها، نقشه شاخص‌هاي خاک تهیه شد.

بررسي درستي نقشه‌هاي تولید شده؛ براي بیان درستي کمي یک نقشه مي‌توان به صورت پیکسل و یا پیکسل با واقعیت زمیني مقایسه و نتایج را در جدولي بنام جدول ماتریس خطا درج نمود. لذا جدول ماتریس خطا تشکیل و درستي کمي و ضریب کاپا، که صحت تولیدکننده و درستي کاربر را بیان مي‌کند، بررسي و محاسبه شد.

نتایج

سنجندة ETM^+ بدلیل داشتن ٨ باند مختلف، تصاویر رنگي کاذب زیادي را ارائه مي‌دهد که این تصاویر قابلیت زیادي در شناخت عوارض و پدیده‌هاي مختلف زمیني دارند. ابتدا همبستگي بین باندها محاسبه شده (جدول شماره ١) تا با ساختن تصاویر رنگي بتوان بهترین ترکیب رنگي را گزینش نمود. این کار باعث مي‌شود تا اطلاعاتي با تضاد بیشتر نمایان شود و پدیده‌ها بارزتر شوند. با تعیین شاخص عامل مطلوب، بهترین ترکیب‌هاي باندي مشخص شد. به‌طوري‌که طبق جدول شماره ٢ ترکیب‌هاي باندي ٧٥۴ و ٨٧۵ مطلوب شناخته شد. با استفاده از عکس‌هاي هوایي، عملیات صحرایي و ترکیبات باندي، واحدهاي همگن مشخص و در هر واحد تعداد نقاط نمونه‌برداري تعیین شد. نمونه‌ها طبق روش بیان شده، برداشت شد.

براي بررسي آماري و برازش مدل‌هاي رگرسیوني لازم است که این داده‌ها از نظر نرمال بودن مورد بررسي قرار گیرند. براي این منظور از روش آزمون توزیع نرمال بودن داده‌ها، آزمون ناشاخصه‌اي کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. مشخص شد که داده‌هاي نمونه‌هاي خاک آزمایش شده در آزمایشگاه نرمال مي‌باشند. براي نمونه هیستوگرام ستوني و نمودار چندک-چندک داده‌هاي pH خاک سطحي در شکل شماره ١ آمده است. درکل٧٧ نقطة نمونه‌برداري به عنوان متغییر وابسته در نظر گرفته شد. سپس تجزیه‌هاي آماري مانند شاخص رگرسیوني و ضرائب

١- Optimum Index Factor

٢- Stratified Random Sampling

همبستگي بر روي متغييرهاي مستقل (DN پيکسل تصاوير ماهواره) و متغيير وابسته (داده‌هاي شاخصه‌اي خاک)اعمال شد. در اين پژوهش جهت بررسي ميزان همبستگي بين برخي از عامل‌هاي شيميايي خاک سطحي در محل نمونه‌برداري و DN باندهاي مختلف سنجندة ETM^+ در همان نقاط، جدول‌هاي همبستگي تشکيل شد. جدول شماره ۳ ضريب‌هاي همبستگي بين متغيرهاي خاک و باندها را نشان مي‌دهد. همان‌طور که مشاهده مي‌شود. ضريب‌هاي همبستگي بين متغيرها بسيار پائين است. لذا برازش مدل رگرسيوني مناسب بين متغيرها وجود نداشت که بتوان با اعمال آن بر تصوير، نقشه‌هايي از متغييرهاي خاک تهيه نمود. اين ضريب‌هاي تنها بيانگر اين مطلب است که شاخص‌هاي خاک با کدام يک از باندهاي ماهواره‌اي رابطه همبستگي بالاتري دارد و از آن براي طبقه‌بندي مي‌توان استفاده نمود. مدل‌هاي بدست آمده با استفاده از روش تجزيه آماري رگرسيون گام به گام، پس رونده و پيش رونده، بر روي داده‌هاي خام و داده‌هاي تبديل شده (توان دوم داده‌ها، لگاريتم داده‌ها) مورد بررسي قرار گرفت.

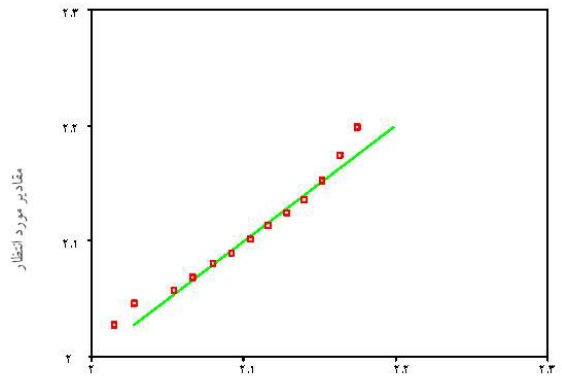
به منظور تهيه نقشه pH، ECe، SAR و آهک خاک سطحي ، ارتباط بين نمونه‌ها و تصاوير رقومي‌ماهواره‌اي منطقه با استفاده از مدل‌هاي رگرسيوني بررسي شد. به‌طوري‌که نمونه‌ها به عنوان متغيير وابسته و باندهاي اصلي ETM^+ به عنوان متغيير مستقل در نظر گرفته شد. با استفاده از مدل‌هاي رگرسيوني چند متغيره ارتباط بين آنها مورد بررسي قرار گرفت. داده‌ها در نرم‌افزار آماري SAS وارد شدند، پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزيه رگرسيوني، مانند: گام به گام، پيش رونده، پس رونده و ساير روش‌هاي آماري گام به گام بر روي داده‌هاي تبديل شده (توان دوم داده‌ها و لگاريتم داده‌ها) انجام شد. از ميان شاخص‌هاي مورد آزمايش تنها اسيديته خاک سطحي با بالاترين R^2 و با استفاده از روش گام به گام بر روي توان دوم داده‌ها به دست آمد که معادل ۵۰ درصد مي‌باشد. بنابراين مدل مناسبي براي تهيه نقشه شاخص‌هاي خاک و داده‌هاي ماهواره‌اي بدست‌نيامد. با بررسي همبستگي بين شاخص‌ها و داده‌هاي ماهواره‌اي مشخص شد که هدايت الکتريکي با باند چهارم، قليائيت با باند سوم ،اسيديته با باندهاي۱،۲،۴و۷ و آهک سطحي خاک با باندهاي ۱، ۴ و۵ داراي بيشترين همبستگي هستند. لذا با استفاده از باندهاي مذکور و ايجاد ترکيب‌هاي باندي مناسب از باندهاي يادشده و طبق روش طبقه‌بندي نظارت شده نقشه شاخص‌هاي شيميايي خاک سطحي تهيه شد.

با توجه به اينکه هر نقطه بيانگر ويژگي‌هاي ۸ پيکسل اطراف GCP مي‌باشد لذا نمونه‌هاي آزمايشي براي هر يک از نقاط با توجه به ۸ پيکسل پيرامون آن در نظر گرفته شد. در طبقه‌بندي شاخص pH از بيشينه احتمال استفاده شد و مقادير pH نمونه‌هاي خاک در سه کلاس و هر يک به عنوان يک طبقه از نقشه توليد شده، به‌شمار شدند(شکل شماره ۲). بهترين دقت مربوط به کلاس ۸,۵ >pH>۸ با ۸۴ درصد مي‌باشد. قابل توجه‌اين که قسمت اعظم منطقه مشکل قليائيت دارد. علاوه بر آن نواحي شمالي منطقه و قسمت‌هاي دشت سربا "$pH\rangle 8/5$"به خوبي از ساير مناطق تفکيک شده است. قسمت مرکزي منطقه مورد بررسي که شامل رسوب‌هاي مسيل و اراضي رها است، داراي pH کمتر از ۸ مي‌باشد. نقشه ECe خاک سطحي در ۴ کلاس تهيه گرديد (شکل شماره ۳). کاپاي کلي نقشه طبقه‌بندي شده ۹۰ درصد، مي‌باشد. قابل توجه اين که بالاترين دقت مربوط به کلاس "$4\langle ECe\langle 16 ds/m$"مي‌باشد. علاوه برآن "$ECe\langle 4ds/m$" که نشان دهنده اراضي غير شور مي‌باشد، به خوبي در قسمت‌هاي شمالي منطقه و دشت سر ديده مي‌شود. به‌طوري‌که مرز اراضي کشاورزي و اراضي رها شده و تخريب شده از دشت‌سر بسيار خوب مشخص شده است.

نقشه SAR تهيه شده شامل ۵ کلاس مي‌باشد. کاپاي کلي نقشه SAR خاک سطحي معادل ۸۳ درصد مي‌باشد. به‌طوري‌که بالاترين دقت، مربوط به کلاس "$0/5<SAR<1$", "$1<SAR<2$" است. اما "$SAR\rangle 4$" که مشکل سديمي‌بودن خاک را بيان مي‌کند تنهادر قسمت‌هاي مرکزي منطقه قرار گرفته که منطقه‌هايي با "$SAR<0/5$" را نيز دربر گرفته است (شکل شماره ٤).

علاوه بر آن منطقه‌هايي با قليائيت بالا داراي روندي رو به گسترش در جهت جنوب شرقي- شمال غربي منطقه دارد كه بيشتر اراضي كشاورزي را در معرض سديمي‌شدن قرار داده است.

با توجه به نقشه زمين‌شناسي و ويژگي‌هاي ژئومورفولوژي، منطقه مورد بررسي تنها آهكي بوده و ميزان درصد آهک آن بيش از ١٥ درصد مي‌باشد. طبق طبقه‌بندي خاک Soil Taxonomy، خاک‌هاي با بيش از ١٥ درصد آهک، آهكي قلمداد مي‌شوند(٧). نقشه آهک شامل ۴ كلاس مي‌باشد (شكل شماره ٥). بالاترين دقت مربوط به كلاس كمتر از ١٥ درصد مي‌باشد و كاپاي كلي نقشه تهيه شده معادل ٨٥ درصد بدست آمد. لازم به يادآوري است مقياس كاري با توجه به مقياس داده‌هاي TM و ETM^{+} مورد استفاده در تهيه نقشه‌ها و مقايسه آنها در بررسي روند بيابان‌زايي، ١:١٠٠٠٠٠ مي‌باشد. ولي نقشه‌هاي نمايش داده شده در اين پژوهش، با توجه به اندازه كاغذ استفاده شده (A4)، داراي مقياس ١:٢٠٠٠٠٠ مي‌باشد.



شكل ١- نمودار چندک – چندک داده‌هاي **pH** خاک سطحي

بحث

پس از انجام تجزيه گام به گام، پيش رونده و پس رونده بين داده‌هاي ماهواره و متغيرهاي خاک مدل رگرسيوني مناسبي بدست نيامد و لذا از روش طبقه بندي نظارت شده اقدام به تهيه نقشه‌هاي pH، ECe، SAR و آهک خاک شد. بررسي شكل شماره ٥ و مقايسه آن با شكل شماره ٢ نشان مي‌دهد كه بيشترين وسعت منطقه را خاک‌هاي داراي آهک زياد(بيشتر از ۴۵%) تشكيل مي‌دهند. اين خاكها، pH بيش از ٨/٥ دارند، كه اين موضوع به دليل وجود ميزان زياد سديم تبادلي در خاک و جايگزين شدن كلسيم موجود در سطح ذرات خاک با سديم تبادلي و در نتيجه تشكيل كربنات‌هاي قليايي به ويژه كربنات سديم در خاک منطقه مي‌باشد. اين خاكها از نوع سديمي‌بوده و غلظت كل نمكها در آنها زياد نيست(ECe كمتر از ۴ دسي زيمنس بر متر). همچنين به‌دليل زياد بودن ميزان سديم تبادلي در اين خاكها، SAR بالاتري نيز در آنها مشاهده مي‌شود. كه به روشني از بررسي شكل‌هاي ٣ و ۴ اين موضوع قابل مشاهده است. نتايج نشان مي‌دهد كه كمترين وسعت خاک‌هاي منطقه را خاک‌هاي شور- سديمي‌به خود اختصاص مي‌دهند كه به دليل داشتن ميزان زياد سديم قابل تبادل و غلظت نمک‌هاي محلول(ECe بيشتر از ۴ دسي زيمنس بر متر)، pH اين خاكها به‌طورمعمول كمتر از ٨/٥ است و SAR بالاتري نسبت به ساير منطقه‌هاي دارند. اين موضوع به خوبي از بررسي شكل‌هاي ياد شده قابل نتيجه‌گيري است. از سوي ديگر نقشه‌هاي بدست آمده به خوبي مؤيد تأثير مهم جريان‌هاي سطحي در تغييرات آهک منطقه‌هاي دشت‌سري كه داراي شيب ملايمي‌از كوهستان مي‌باشند نسبت به ارتفاع‌هايي كه بدون اين جريان‌هاي طولاني مسير هستند، مي‌باشند. بگونه‌اي كه تغييرات آهک، pH، ECe و SAR در منطقه‌هاي مرتفع، كمتر از منطقه‌هاي كم ارتفاع است.

سپاسگزاري

بدين وسيله از همكاري گروه مرتع و آبخيزداري دانشكده منابع طبيعي دانشگاه صنعتي اصفهان سپاسگزاري مي‌شود. همچنين از زحمات كليه عزيزاني كه به گونه‌اي در انجام اين پژوهش همكاري نموده‌اند، قدرداني مي‌شود.

جدول ۱- ماتريس همبستگي بين باندهاي **ETM$^+$**

COR.MATRX	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM7
ETM1	۱	۰/۹۶۵۸۷۱	۰/۹۰۶۷۷۸	۰/۴۹۷۴۲۸	۰/۸۴۳۳۴۹	۰/۸۶۸۳۹۵
ETM2	۰/۹۶۵۸۷۱	۱	۰/۹۷۲۸۴۰	۰/۶۲۵۲۸۸	۰/۹۰۹۵۸۴	۰/۸۸۹۲۲۰
ETM3	۰/۹۰۶۷۷۸	۰/۹۷۲۸۴۰	۱	۰/۶۲۵۷۹۱	۰/۹۳۷۶۷۲	۰/۸۹۲۶۲۵
ETM4	۰/۴۹۷۴۲۸	۰/۹۲۵۲۸۸	۰/۶۲۵۷۹۱	۱	۰/۶۰۶۷۰۴	۰/۴۰۵۴۰۳
ETM5	۰/۸۴۳۳۴۹	۰/۹۰۹۵۸۴	۰/۹۳۷۶۷۲	۰/۶۰۶۷۰۴	۱	۰/۹۴۴۴۲۷
ETM7	۰/۸۶۸۳۹۵	۰/۸۸۹۲۲۰	۰/۸۹۲۶۲۵	۰/۴۰۵۴۰۳	۰/۹۴۴۴۲۷	۱

جدول ۲- شاخص **OIF** داده‌هاي (۸، ۷، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱) **ETM$^+$**

۱	**B4**	**B5**	**B7**	۱۲۳/۰۶
۲	B5	B7	B8	۱۲۳/۰۶
۳	B3	B4	B5	۸۷/۱۹
۴	B3	B5	B8	۸۷/۱۹
۵	B3	B5	B7	۷۹/۳۱
۶	B1	B5	B8	۶۹/۶۲

جدول ۳- ضرائب همبستگي **DN** محل‌هاي نمونه‌برداري با پارامترهاي خاک سطحي (**cm**۱۰-۰)

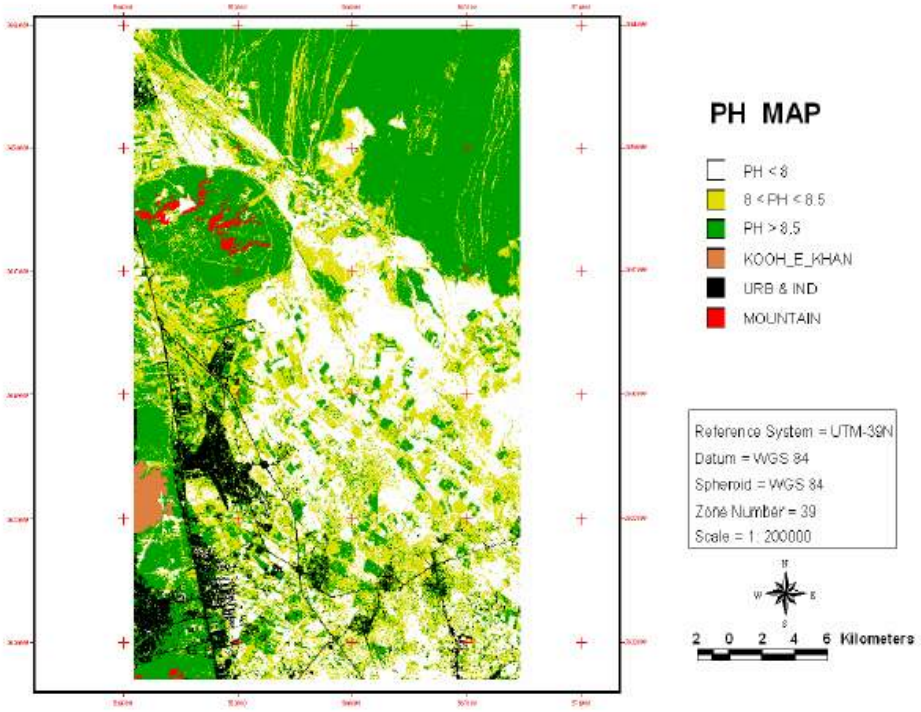
	ETM$^+$1	**ETM$^+$2**	**ETM$^+$3**	**ETM$^+$4**	**ETM$^+$5**	**ETM$^+$7**
SAR	۰/۰۱۹	۰/۰۲۹	۰/۰۴	۰/۰۳۲	-۰/۰۰۵	-۰/۰۲
PH	۰/۳۲ **	۰/۲۳ *	۰/۱۶	-۰/۳۶ **	۰/۱۸	۰/۳۵ **
ECe	-۰/۲۰	-۰/۱۴	-۰/۱۲	۰/۳۰ **	-۰/۱۴	-۰/۲۲ *
آهک	-۰/۱۴	-۰/۱۷	-۰/۱۹	-۰/۱۹	-۰/۱۵	-۰/۱۱

** سطح معني‌داري ۹۹ درصد * سطح معني‌داري ۹۵ درصد

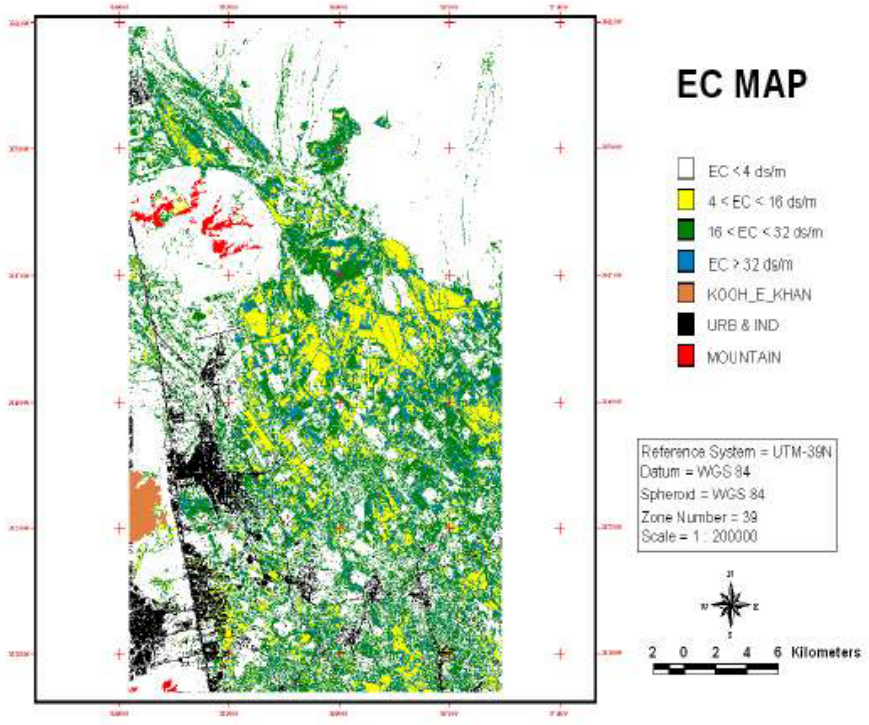
جدول ۴- ضرائب رگرسيون **(R^2)** تعديل شده پارامترهاي خاک با استفاده از الگوريتم‌هاي آماري

الگوريتم‌هاي آماري / پارامترهاي خاک	STEPWISE*			Backward** (%)	Forward*** (%)
	داده‌هاي طبيعي (%)	لگاريتم نپرين داده‌ها (%)	مربع داده‌ها (%)		
ECe	۱۵	۲۳	۲۲	۱۹	۱۶
PH	۳۸	۴۵	۵۰	۴۰	۴۰
SAR	-	-	-	۴	-
آهک	۷	-	۴	۱۰	۹

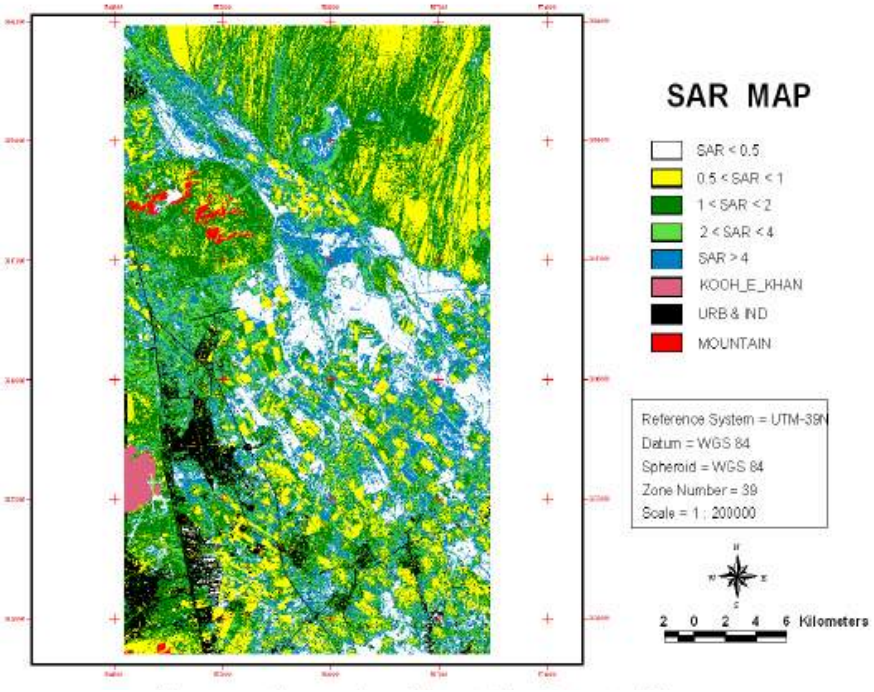
* روش گام به گام ** روش پس‌رونده *** روش پيش‌رونده



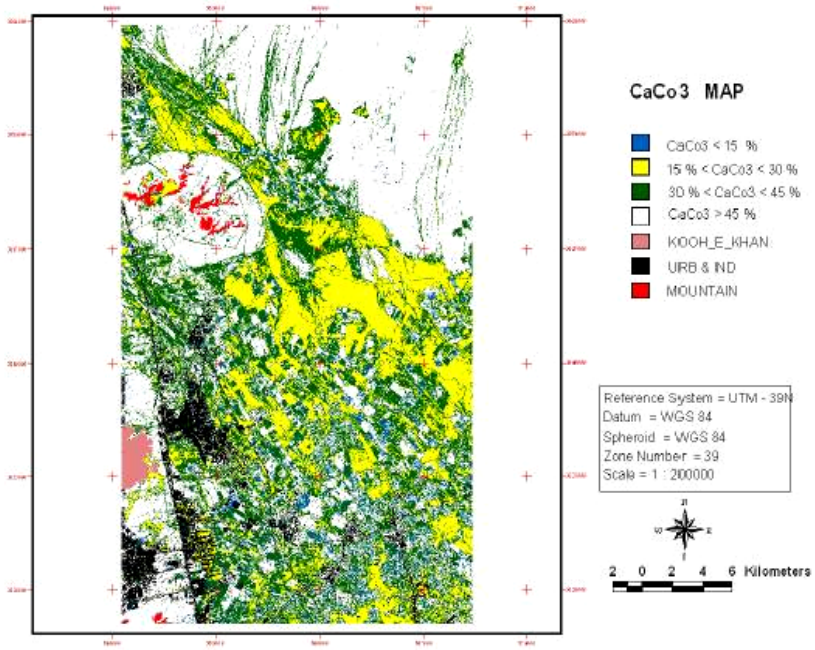
شکل ٢- نقشه اسیدیته خاک سطحي منطقه مورد مطالعه



شکل ٣- نقشه شوري خاک سطحي منطقه مورد مطالعه



شکل ۴- نقشه قليائيت خاک سطحي منطقه مورد مطالعه



شکل ۵- نقشه آهک خاک سطحي منطقه مورد مطالعه

منابع

۱- باي بوردي، م، ۱۳۲۷. خاک ، پيدايش و رده‌بندي، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- چيت‌ساز، و، ۱۳۷۸. بررسي امکان تهيه نقشه شوري خاک در منطقه شرق اصفهان باداده‌هاي رقوميTM،پايان‌نامه کارشناسي ارشد بيابان‌زدايي،دانشگاه صنعتي اصفهان، دانشکده منابع طبيعي.

۳- درويش صفت، ع، ا، دماوندي، ا و جعفري، م، ۱۳۷۹. بررسي امکان طبقه‌بندي اراضي شور با استفاده از داده‌هاي رقومي‌ماهواره لندستTM. مجله بيابان، (۲)، جلد۵.

۴- علوي پناه، س، ک،۱۳۷۹. چکيده همايش کاربرد سنجش از دور اطلاعات جغرافيايي در مطالعه مناطق بياباني ايران. دانشگاه تهران.

5- Dwivedi . R. S. 1997. Remote sensing In Desertification Studies, How To Monitor and Assess Desertification ?, Application of Remote Sensing in Asia and Oceania Environmental Change Monitoring. Asian association and remote sensing, p. 180-192.

6- Metternicht, G. L. & J. A. Zink, 1996. "Modeling Salinity – Alkalinity Classes For Mapping Salt-Affected Topsoil In The Semiarid Valley of Cochabama (Bolivia)", ITC Journal, (2): 125 – 135.

7- Soil Survey Staff, 1999." Keys To Soil Taxonomy", 8th edition, SCS, USDA, Pocahantas press, INC, Black burg. Virginia U.S.A.

8- Weaver, R. W & J. S. Angle, 1994. "Methods of Soil Analysis, Microbiological and Biochemical Properties", Part II, Soil Science Society of America. NC, wiscosia, USA.

9- Yuan, D., Elvidge, C. D. & R. S. Linetta, 1999, "Survey of Multi Spectral Methods for Land Cover Change Analysis", Remote Sensing Change Detection Environmental Monitoring Methods And Applications, Sleeping Bear press, INC.

Preparing Digtal Maps of Some Soil Chemical Properties Using Satellite Data of landsat ETM$^+$ (Case Study: The Northwest Arid Region of Isfahan)

M. Akbari[*1], K. Mokhtari[2], S. pourmanafi[3]
[1] Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, I. R. Iran
[2] M. Sc. of Combating Desertification, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
[3] M. Sc. of Combat Desertification, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
(Received 14 April 2007, Accepted 19 November 2007)

Abstract

The images taken by the TM Landsat 7 since September 2001 were used to prepare digital maps of certain soil chemical properties in northwestern Isfahan area. Geometric and Radiometric corrections were made on the images and then the images were recorded with 0.58 pixel accuracy. The images underwent processing, including image enhancement and PCA. Total 77 samples were collected randomly from the soil surface and analyzed in laboratory. Salinity, acidity, lime content and alkalinity were measured for each sample. Overlaying soil sample map on satellite image, the digital number (DN) of each sample point was extracted. Correlation and regression coefficients between DN and measured parameters were then estimated. The results showed no significant correlation between DN and Soil parameters. It was also showed that the correlation coefficients are higher for ETM$^+$ 4, ETM$^+$ 7 and ETM$^+$ 1. It was clear that we cannot fit a regression model to the parameters that may be able to help us prepare soil map from satellite images. Therefore, it is suggested to use supervised classification methods to prepare soil maps.

Key word: ETM+, Enhancement Image, Isfahan, Principal Component Analysis, Acidity, Alkality

* Corresponding author: Tel: 0511-8763232 , Fax: 0511-8788805 , E-mail: m_akbari@um.ac.ir