

## تهیه نقشه بافت و درصد رطوبت اشباع خاک سطحی با کمک سنجش از دور (مطالعه موردی در اصفهان)

دلارام ضیایی<sup>۱\*</sup> و سید جمال الدین خواجه الدین<sup>۲</sup>

\*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان؛ پست الکترونیک: [d\\_ziaie@yahoo.com](mailto:d_ziaie@yahoo.com)

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۹

### چکیده

یکی از مشکلات خاکشناسی کشاورزی و منابع طبیعی ایران کمبود اطلاعات اکوسیستمها است که با سیر قهقرایی قابلیت‌های آب و خاک و پوشش گیاهی منجر به بیابان‌زدایی می‌گردد. هدف این مطالعه بررسی امکان تعیین بافت خاک از طریق داده‌های ماهواره‌ای به روش مدلسازی رگرسیونی است. تصاویر سنجنده Aster پس از زمین‌مرجع شدن و تعیین بهترین ترکیب بانندی برای تصاویر ترکیب رنگی کاذب (False Color Composite) FCC جهت طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده شد. داده‌های میدانی با روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده انجام شد و پس از مکانیابی با GPS در مجموع تعداد ۸۰ نمونه خاک سطحی تهیه شد و درصد شن، سیلت، رس و رطوبت اشباع هر نمونه تعیین گردید. روی تصاویر پردازش‌هایی از قبیل آنالیز PCA و تهیه شاخصهای مختلف خاک از ترکیب باندها انجام شد. از روش آماری رگرسیون خطی چندمتغیره اقدام به تولید مدلهایی برای بسط نتایج آزمایش‌های خاک در نقاط نمونه‌برداری به کل سطح منطقه مطالعاتی گردید. نقشه‌های تولیدی در طبقات مورد توجه برای عامل‌های خاک، مجدداً گروه‌بندی (Reclassified) شدند. از ترکیب سه نقشه درصد شن، سیلت و رس با منطق جبری بولین نقشه بافت خاک در ۴ کلاس عمده تهیه شد. با مطابقت نقشه‌های تولیدی با واقعیات زمینی، جدول دقت تدوین گردید. بالا بودن ضریب کاپا بیانگر توان داده‌های ماهواره‌ای در تولید این گونه نقشه‌های خاکشناسی با دقت زیاد است. این شیوه می‌تواند در مطالعات بیابان‌زدایی و بیابان‌زدایی روش کنترلی سریع و مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: Aster، مدلسازی رگرسیونی، بافت خاک، رطوبت اشباع، ضریب کاپا

### مقدمه

گسترش کشاورزی، جنگل، مرتع و ... راهنمایی می‌کند. استفاده از تکنولوژی سنجش از دور این مهم را در زمانی کوتاه و با صرف هزینه کم امکان‌پذیر می‌سازد (صادقی، ۱۳۷۰). با توجه به محدودیت منابع تولید در مناطق بیابانی، خاک به‌عنوان یکی از منابع پایه تولید از اهمیت فراوانی برخوردار است. بنابراین نیازمند اطلاعات وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها، جهت حفظ و اصلاح خاک، جلوگیری از فرسایش، بهره‌وری تولید و توسعه پایدار در این مناطق می‌باشیم. بافت خاک متغیر کلیدی در روابط متقابل مابین آب و هوا، خاک و پوشش

بخش وسیعی از کشور پهناور ایران به‌علت موقعیت خاص جغرافیایی و فیزیوگرافی جزء مناطق بیابانی می‌باشد. یکی از مشکلات کشاورزی و منابع طبیعی ایران کمبود اطلاعات از اکوسیستمها است که در نهایت با سیر قهقرایی قابلیت‌های آب و خاک و پوشش گیاهی منجر به بیابان‌زدایی می‌گردد (علوی پناه، ۱۳۸۲). بررسی استعداد اراضی از طریق مطالعه خاک و ارزیابی منابع و قابلیت آنها یکی از مواردیست که ما را در انتخاب کشت یک محصول در یک منطقه و پیشنهاد مناطق جدید جهت

تکنیکهای معرفی شده دارای توانایی بالقوه‌ای برای بررسی بیشتر، محدوده کامل طیفهای بازتابی و ویژگیهای مکانی و زمانی منابع داده‌های موجود می‌باشند. بنابراین انتظار می‌رود که داده‌های سنجش از دور بتواند منابع داده‌ای مهمی جهت نقشه‌برداری رطوبت خاک را فراهم نماید (Mulder *et al.*, 2011).

روش آماری مدل‌سازی به روش رگرسیون خطی چندمتغیره یکی از روشهای تهیه نقشه با کمک داده‌های ماهواره‌ایست (چیت‌ساز، ۱۳۷۸). تحلیل رگرسیون این داده‌ها، روشی برای مدل‌سازی و تحلیل داده‌های رطوبتی است. داده‌ها شامل مقادیری برای متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل هستند. هدف از تحلیل رگرسیون، بیان متغیر وابسته به شکل تابعی از متغیرهای مستقل، ضرایب، تحلیل رگرسیون برای پیش‌بینی مقادیر متغیر وابسته، آزمودن نظریه‌ها، و تحلیل پدیده‌شناختی پدیده‌ها می‌باشد. این تحلیل تنها وقتی معتبر است که پیش‌فرضهایش برآورده شوند (صادقی، ۱۳۸۵).

خراسانی و ایزد پناه (۱۳۷۱) تحقیقی در مورد ارزیابی تغییرات شوری در بخشی از کویر مرکزی ایران انجام دادند و نقشه شوری و بافت خاک را به کمک تصاویر سنجنده MSS و با روش تفسیر بصری تهیه کردند.

چیت‌ساز (۱۳۷۸) با استفاده از داده‌های سنجنده TM با بهره‌گیری از روشهای رگرسیون چندمتغیره خطی، مدل‌هایی را بدست آورد که اعمال آنها در تصاویر رطوبتی منطقه، ارتباط کمیت هریک از خصوصیات خاک را با تعدادی از باندهای TM نشان می‌داد. همچنین با تلفیق تصاویر درصد شن، رس، سیلت و تکنیک GIS نقشه بافت سطحی منطقه در گروههای اصلی بافت را تولید کرد.

تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) به‌عنوان یک روش متراکم‌سازی جهت تفسیر بهتر داده‌های ماهواره‌ای به‌کار برده می‌شود. این آنالیز به داده اجازه می‌دهد که در باندهای کمتری متراکم شوند (Gorgin, 1997). Dwivedi (۱۹۹۲) مطالعه‌ای در خاک دشتهای آبرفتی متأثر از شوری

گیاهی می‌باشد (Pilar, 2001)

بافت خاک نسبت ذرات شن، رس و سیلت در نمونه خاک است. نوع بافت خاک در ظرفیت نگهداری آب و رشد ریشه گیاهان و همچنین در پدیده آبشویی تأثیر بسزایی دارد (جعفری و سرمیدان، ۱۳۸۲؛ جعفری، ۱۳۸۵؛ Page, ۱۹۹۲). بافت خاک در میزان حاصلخیزی، میزان نفوذپذیری و زهکشی، قدرت تحمل (Strength Bearing)، سهولت کشت و کار، قابلیت شکاف خوردن و سله‌بستن و استعداد فرسایش نقش مهمی را ایفا می‌کند (www.farmsphere.net). میزان رطوبت، بافت و ساختمان خاک، بسیار پیچیده و وابسته به یکدیگر است. بافت خاک عامل بسیار تعیین‌کننده‌ای در میزان رطوبت خاک است. رطوبت خاک، موجب کاهش بازتاب در بخش مرئی و مادون قرمز می‌شود؛ بنابراین خاک رسی که مقدار زیادی رطوبت را جذب کلویید خاک می‌کند، انعکاس کمتری در طول موجهای مرئی و مادون قرمز نزدیک و میانی دارد، زیرا آنها را بشدت جذب می‌نماید (علوی پناه، ۱۳۸۲).

استفاده از تصاویر سنجنده ابر طیفی Aster که یکی از پنج سنجنده نصب شده بر روی سکوی Terra می‌باشد به جمع‌آوری داده در باندهای مختلف در طول موجهای مرئی، مادون قرمز نزدیک، میانی و گرمایی با قدرت تفکیک زمینی مختلف برای اهداف مطالعات خاک و زیست محیطی مناسب توصیف شده است (ASTER Science Team, 1996).

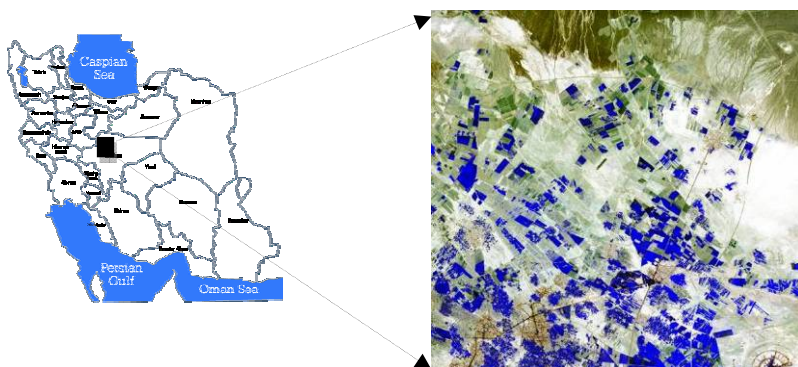
تاکنون روشهای مختلفی از کریجینگ، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل رگرسیون درختی به‌طور مشترک با اطلاعات سنجش از راه دور استفاده شده است تا بتواند اطلاعاتی در مورد خصوصیات مختلف خاک را در مکانهای مشاهده نشده و با هدف تولید نقشه پیوسته از منطقه مورد نظر را امکان‌پذیر سازد. خصوصیات خاک مطالعه شده با بهره‌گیری از سنجش از دور عبارتند از: کانی‌شناسی، بافت، آهن خاک، رطوبت خاک، کربن آلی خاک، شوری خاک و محتوای کربنات خاک. روشها و

در منطقه اوتاپرداش هندوستان با استفاده از داده‌های لندست Mss انجام داد، که در این تحقیق علاوه بر طبقه‌بندی رایج داده‌های به روش حداکثر احتمال (Maximum likelihood Classification)، از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و نسبت‌های طیفی نیز برای ارزیابی قابلیت آنها در برآورد تغییرات خاکهای متأثر از شوری استفاده نمود و به این نتیجه رسیده است که مؤلفه سوم و نسبت‌های طیفی Mss<sub>۱</sub> و Mss<sub>۲</sub> اطلاعات جامعی درباره خاکهای متأثر از شوری می‌دهد (Dwivedi, 1992)

هدف مطالعه حاضر، بررسی امکان تهیه نقشه بافت و درصد رطوبت اشباع خاک با دقت مناسب با استفاده از تکنولوژی سنجنده از دور است و در این راستا شناسایی باندهای مؤثر سنجنده مورد استفاده در تعیین بافت و میزان رطوبت خاک نیز از اهداف جانبی بود.

**مواد و روشها**  
**منطقه مورد مطالعه**

منطقه مطالعاتی در شمال شرقی اصفهان به مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

بیتی و همچنین باندهای ۱۰ تا ۱۴ آن با قدرت تفکیک مکانی ۹۰ متر و قدرت تفکیک طیفی ۱۲ بیتی مورد استفاده قرار گرفتند.

۲- نقشه‌های توپوگرافی چاپی و رقومی شده ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور

۳- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی

## روش تحقیق

۱- در این مطالعه داده‌های سنجنده ASTER اخذ شده در تاریخ ۱۳۸۵/۰۱/۲ شامل ۱۴ باند طیفی مورد استفاده قرار گرفت. ۳ باند اول این سنجنده با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر و قدرت تفکیک طیفی ۸ بیتی، باندهای ۴ تا ۹ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر قدرت تفکیک طیفی ۸

کشور

۴- GPS مدل گارمین با دقت حدود ۵ متر

۵- آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک

شرق اصفهان

۶- نرم افزارهای تفسیر داده‌های ماهواره‌ای و

نرم افزارهای آماری و نرم افزارهای GIS

پیش پردازش داده‌ها

تصاویر مورد استفاده بدون اشکالات اتمسفریک و

تابش سنجی از قبیل اثر سایه، تیرگی تصویر، نوارشدگی و

غیره بودند و منطقه نیز منطقه دشتی و نسبتاً مسطحی

است، بنابراین تصحیحات اتمسفریک، رادیومتریکی و

توپوگرافی نیاز نداشت. تنها تصحیحات هندسی روی

تصاویر اعمال شد که با آنالیز (Optimum Index

Factor) بهترین ترکیب بانندی تصویر برای تصویر رنگی

کاذب تعیین گردید و تصویر به نقشه‌های توپوگرافی

۲۵۰۰۰: ۱ سازمان نقشه‌برداری ثبت داده شد. ابتدا یک

ترکیب رنگی کاذب از باندهای ۱۵ متر جهت وضوح

بیشتر عوارض تهیه شد و با استفاده از ۵۰ نقطه کنترل

زمینی و با اعمال روش نزدیکترین همسایه و مدل هندسی

چندجمله‌ای درجه ۱ باندهای ۱۵ متری زمین مرجع

گردیدند و بعد باندهای ۳۰ متر و ۹۰ متری با استفاده از

۳۰ نقطه کنترلی نسبت به باندهای ۱۵ متری مورد تصحیح

هندسی قرار گرفت و زمین مرجع شدند. تجزیه و تحلیل

PCA هم بر روی تصاویر اعمال شد. براساس شاخص

OIF بهترین ترکیب بانندی جهت تهیه تصویر کاذب رنگی

و انجام طبقه‌بندی نظارت نشده تعیین شد. طبقه‌بندی

نظارت نشده با هدف تعیین بازتابهای غالب منطقه اجرا و

برداشت نمونه از همه تیپهای خاک موجود در منطقه با

مدل ISO data و به روش خوشه‌بندی انجام شد.

### شاخصهای خاک (Soil indices)

شاخصها از همه یا بخشی از ارزشهای پیکسلهای

باندهای طیفی تصاویر ماهواره‌ای استخراج می‌شوند. در

این مطالعه از چهار شاخص شامل سه شاخص شوری

(SI1,SI2,SI3) و یک شاخص روشنایی (BI) برای

بدست آوردن مدل‌های رگرسیونی با ضریب همبستگی

مناسب استفاده شد. این شاخصها توسط Douaui و

همکاران (۲۰۰۶)، برای تهیه نقشه شوری خاک مورد

استفاده قرار گرفته‌اند. نحوه محاسبه این چهار شاخص

به صورت معادلات (۱ تا ۳) شاخص شوری و معادله (۴)

شاخص روشنایی می‌باشند. به منظور ساخت این شاخصها

باندهای ۱، ۲ و ۳ سنجنده به ترتیب در محدوده طیفی باند

سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک در نظر گرفته شدند et

(Douaui *al.*, 2006).

$$SI1 = \sqrt{G \times R} \quad \text{معادله ۱}$$

$$SI2 = \sqrt{G^2 + R^2 + NIR} \quad \text{معادله ۲}$$

$$SI3 = \sqrt{G^2 + R^2} \quad \text{معادله ۳}$$

$$BI = \sqrt{R^2 + NIR^2} \quad \text{معادله ۴}$$

### روش انجام مطالعات صحرائی

عملیات برداشت ۸۰ نمونه خاک در محدوده زمانی ۲۵

مرداد لغایت ۱۵ شهریور ۱۳۸۷ در سطحی معادل ۶۵,۰۰۰

هکتار انجام شد. به منظور تعیین محل‌های نمونه‌برداری ابتدا

بر روی تصویر رنگی کاذب منطقه آنالیز طبقه‌بندی نظارت

نشده انجام شد و بعد ۱۰ گروه بزرگ روی تصویر

مشخص گردید. سپس در هر گروه تفکیک شده به‌طور

تصادفی، مختصات ده منطقه جهت نمونه‌برداری یادداشت

گردید. در مراجعه به منطقه تعیین شده تصادفی با GPS

محل یافت شده و پلاتهایی ۱۵×۱۵ متری به تعداد ۹

پلات در محیط یک دایره فرضی در یک شبکه مربعی در

مساحت تقریبی ۳×۳ پیکسل داده باندهای ۱۵ متری به

مرکزیت GPS در نظر گرفته شد و نمونه‌های خاک از

عمق ۰ تا ۵ cm سطح خاک از مرکز هر پلات جمع‌آوری

شده و بعد خاک ۹ پلات با هم مخلوط شده و نهایتاً یک

نمونه به وزن تقریبی ۲Kg از هر نقطه GPS برای تعیین

بافت و درصد رطوبت اشباع به آزمایشگاه انتقال داده شد

(خواجه الدین، ۱۳۷۷).

## آنالیز نمونه‌های خاک

کلیه نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و با روش مذکور در پیچ (Page, ۱۹۹۲) برای تعیین بافت خاک و درصد رطوبت اشباع مورد آنالیز قرار گرفتند.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از بدست آوردن نتایج آزمایشگاهی نقاط نمونه برداری روی تصویر مشخص شده و ارزش رقومی (DN) هر پیکسل مرکزی و ۸ پیکسل اطراف آن در تصاویر ۱۴ بانده اصلی Aster، تصویر مؤلفه اصلی اول از تجزیه و تحلیل PCA و تصاویر حاصل از ۴ شاخص SI1, SI2, SI3 و BI تعیین و میانگین گیری شد. اعداد میانگین پیکسلها برای مطالعه همبستگی و مدل سازی به عنوان متغیر مستقل (X) و اعداد مربوط به آنالیزهای آزمایشگاهی خصوصیات فیزیکی نمونه‌های خاک شامل درصد رس، درصد سیلت و درصد شن، به عنوان متغیر وابسته (Y) در نظر گرفته شد. علاوه بر این، لگاریتم طبیعی، توان دوم و جذر متغیرهای مستقل و وابسته نیز به عنوان متغیرهای تغییر شکل یافته به منظور دستیابی به مدل‌هایی با ضریب همبستگی بالاتر محاسبه و وارد نرم افزار آماری گردید.

## روش مدل سازی با استفاده از رگرسیون خطی چندمتغیره

در مرحله مدل سازی، با استفاده از روش رگرسیون خطی چندمتغیره بین داده‌های زمینی و ماهواره‌ای، روشهای رگرسیونی اجباری (Enter)، پله به پله (Stepwise)، پیش‌رونده (Forward) و پس‌رونده (Backward) بر روی داده‌ها اعمال شد تا بهترین مدل برازش یافته با بالاترین ضریب همبستگی و کمترین خطا انتخاب شد. مدل‌های انتخابی از لحاظ اعتبار رگرسیون و اعتبار ضرایب مدل رگرسیونی نیز مورد بررسی قرار گرفت. پس از بدست آمدن معادله باندها و شاخصها، مدل بدست آمده با روش نزدیکترین همسایه در تصاویر اعمال

گردید و تصاویری پیوسته از درصد شن، سیلت، رس و درصد رطوبت اشباع خاک سطحی منطقه تهیه گردید که در آن ارزش هر پیکسل تصویر (DN)، بیانگر میزان عامل مورد نظر بر حسب درصد در آن پیکسل می‌باشد. سپس با استفاده از تکنیکهای گروه بندی مجدد (Reclassification)، تصاویر شن، سیلت، رس به طبقات ۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰ و بیشتر از ۴۰ درصد و تصویر پیوسته تولیدی درصد رطوبت اشباع به ۳ طبقه ۵ تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰ و بالاتر از ۴۰ درصد طبقه بندی گردیدند. ارزیابی صحت نقشه‌های تولیدی با مقایسه آنها با واقعیت زمینی توسط تشکیل ماتریس خطا و ضریب کاپا برای نقشه‌های تولیدی انجام شد و از شاخص کاپا برای تعیین دقت نتایج حاصل از روشهای مختلف طبقه بندی استفاده گردید. زیرا شاخص کاپا پیکسلهایی که صحیح و غلط طبقه بندی شده‌اند را مورد توجه قرار می‌دهد (المیران، ۱۳۷۶). در این روش داده‌های ۸۰ نقطه به منظور مدل سازی و ۴۰ نقطه باقی مانده به منظور برآورد صحت مورد استفاده قرار گرفت.

## تهیه نقشه بافت خاک منطقه

به منظور تهیه نقشه بافت خاک سطحی، نقشه‌های درصد رس، سیلت و شن به عنوان نقشه‌های پایه انتخاب شد و طبقه بندی خاکهای منطقه در ۴ کلاس بافت براساس گروههای اصلی بافت در مثلث بافت خاک (Page, ۱۹۹۲) بشرح زیر مورد توجه قرار گرفت.

الف- لومی، شنی لومی، سیلتی لومی، سیلتی

ب- شنی، شنی لومی

ج- رسی، سیلتی رسی، شنی رسی

د- رسی لومی، سیلتی رسی لومی، شنی رسی لومی

هر یک از طبقات ذکر شده با استفاده از فرض AND توسط منطق بولین از سه نقشه درصد رس، سیلت و شن استخراج شده و در نهایت چهار طبقه استخراج شده در یکدیگر ادغام شده و منجر به تهیه نقشه طبقه بندی شده بافت خاکهای منطقه گردید.

## نتایج

نرمال بودن باقی مانده داده‌ها و ثابت بودن واریانس خطا را نیز تأیید می‌نماید. بنابراین نتایج بدست‌آمده این مدلها برای تخمین روند تغییرات میزان شن، سیلت و رس سطحی منطقه قابل اعتماد می‌باشد. نتایج به‌صورت نقشه در شکل‌های (۲ تا ۶) ارائه شده است. به‌منظور ارزیابی اعتبار فرض‌های رگرسیون برای هر چهار معادله بدست‌آمده تبعیت باقیمانده‌ها از توزیع نرمال توسط آزمون Q-Q PLOT مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج تبعیت باقیمانده‌ها از توزیع نرمال را تأیید می‌نماید. علاوه بر این، نمودار باقیمانده‌ها در مقابل مقادیر برازش شده نیز ترسیم گردید که انحرافی از فرض‌های مدل نشان را ندادند.

باندهای ۱۵ متری با خطای کمتر از ۰/۱ پیکسل زمین مرجع شدند. براساس شاخص OIF بهترین ترکیب باندی به‌صورت ترکیب رنگ کاذب، باندهای ۳، ۶ و ۸ بدست‌آمد. معادلات بدست‌آمده جهت تهیه نقشه درصد شن، سیلت، رس و درصد رطوبت اشباع خاک به‌صورت معادلات ۵ تا ۸ می‌باشد. مربع ضرایب همبستگی مدلها  $(R^2)$  به ترتیب ۰/۶۱، ۰/۵۱، ۰/۵۵ و ۰/۵۷ برای مدل‌های ذکر شده بدست‌آمد. ضرایب همبستگی و میزان خطا نیز به‌صورت جدول ۱ می‌باشد. تجزیه و تحلیل‌های آماری، معنی‌دار بودن معادلات و هریک از ضرایب رگرسیونی و

جدول ۱- ضرایب همبستگی مدل‌های محاسبه شده

شرح	انحراف معیار برآورد	R تصحیح شده	R مربع	R
شن سطحی	۱۸/۵۴	۰/۵	۰/۶۱	۰/۷۹
سیلت سطحی	۱۴/۲۱۲	۰/۴۳	۰/۵۱	۰/۷۲
رس سطحی	۱۰/۷۱۹	۰/۴	۰/۵۵	۰/۷۴
رطوبت اشباع سطحی	۷/۸۱۵	۰/۴۸	۰/۵۷	۰/۷۶

$$\text{Sand} = 102.58 + 1.49 B4 + 1.12 SI3 - 1.35 PCA3 \quad \text{معادله ۵}$$

$$\text{Silt} = 0.79 B8 + 0.87 SI2 - 0.77 SI3 + 0.8 PCA3 \quad \text{معادله ۶}$$

$$\text{Clay} = -0.75 B4 + 0.17 B6 + 0.6 PCA3 \quad \text{معادله ۷}$$

$$\text{SP} = 39.77 + 0.635 B8 - 0.714 B9 - 1.413 SI2 + 1.568 BI + 0.509 PCA3 \quad \text{معادله ۸}$$

## نتایج برآورد صحت نقشه‌های تولیدی

ماتریس خطای نقشه‌های تولیدی به‌صورت جدول‌های (۲ تا ۶) می‌باشد.

که در این معادلات علائم عبارتند از:

B باند طیفی سنجنده، PCA3 مؤلفه سوم آنالیز PCA، SI2 و SI3 شاخص‌های شوری ۲ و ۳، BI شاخص روشنایی

جدول ۲- ماتریس خطای نقشه درصد شن خاک سطحی

خطای کاربر	کل	> ۴۰%	۲۰%-۴۰%	۰%-۲۰%
۰/۱۶۱	۱۴۱۰	۳۷	۱۹۱	۱۱۸۲
۰/۳۹۵	۴۱۹۵	۱۶۰۵	۲۵۳۸	۵۲
۰/۰۰۰۴	۷۶۵۷۴	۷۶۵۴۵	۲۴	۵
کل	۸۲۱۷۹	۷۸۱۸۷	۲۷۵۳	۱۲۳۹
خطای تولید کننده	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۷۸	۰/۰۴۶

کاپای کلی: ۸۰٪

دقت کلی: ۹۷٪

جدول ۳- ماتریس خطای نقشه درصد سیلت خاک سطحی

	۰-۲۰%	۲۰-۴۰%	>۴۰%	کل	خطای کاربر
۰-۲۰%	۲۰۲۴۴	۲۷	۰	۲۰۲۷۱	۰/۰۰۱۳
۲۰-۴۰%	۶۵	۲۰۰۰	۲۷	۲۰۹۲	۰/۰۰۴۴
>۴۰%	۰	۱۰۰۰	۸۷۰۴۳	۸۸۰۴۳	۰/۰۱۱۴
کل	۲۰۳۰۹	۳۰۲۷	۸۷۰۷۰	۱۱۰۴۰۶	
خطای تولید کننده	۰/۰۰۳۲	۰/۳۳۹۳	۰/۰۰۰۳		۰/۰۱۰۱

کاپای کلی: ۹۷٪

دقت کلی: ۹۹٪

جدول ۴- ماتریس خطای نقشه درصد رس خاک سطحی

	۰-۲۰%	۲۰-۴۰%	>۴۰%	کل	خطای کاربر
۰-۲۰%	۱۹۵۱۴	۱۳	۰	۱۹۵۲۷	۰/۰۰۰۷
۲۰-۴۰%	۷۴۵	۹۲۶۱	۵	۱۰۰۱۱	۰/۰۰۷۵
>۴۰%	۰	۱۱	۸۴۸	۸۵۹	۰/۰۰۱۳
کل	۲۰۲۵۹	۹۲۸۵	۸۵۳	۳۰۳۹۷	
خطای تولید کننده	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۰۶		۰/۰۰۲۵

کاپای کلی: ۹۴٪

دقت کلی: ۹۷٪

جدول ۵- ماتریس خطای نقشه درصد رطوبت اشباع خاک سطحی

	۰-۲۰%	۲۰-۴۰%	>۴۰%	کل	خطای کاربر
۰-۲۰%	۱۰۲۷۷	۲۳	۱	۱۰۳۰۱	۰/۰۰۲۳
۲۰-۴۰%	۱۰۴۷	۱۰۱۴۶	۲۵۷	۱۱۴۵۰	۰/۰۱۱۳
>۴۰%	۰	۵	۳۲۶۲	۳۲۶۷	۰/۰۰۱۵
کل	۱۱۳۲۴	۱۰۱۴۷	۳	۲۵۰۱۸	
خطای تولید کننده	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۷۳۳		۰/۰۰۵۳

کاپای کلی: ۹۱٪

دقت کلی: ۹۴٪

جدول ۶- ماتریس خطای نقشه بافت خاک سطحی

	الف	ب	ج	د	کل	خطای کاربر
الف	۲۷۶۶	۰	۲۳	۳۸	۳۱۷۷	۰/۰۰۱۹
ب	۰	۲۵۸۲۳	۰	۹۳۷	۲۶۷۶۰	۰/۰۰۳۵۰
ج	۴۶	۳۴۳	۳۵۴۶۸	۱۰۶۸	۳۶۹۲۵	۰/۰۰۳۹۵
د	۰	۰	۰	۱۲۵۴۸	۱۲۵۴۸	۰/۰۰۰۰
کل	۲۸۱۲	۲۶۱۶۶	۳۵۴۹۱	۱۴۹۴۱	۷۹۴۱۰	
خطای تولید کننده	۰/۰۱۶۶	۰/۰۱۳۱	۰/۰۰۰۶	۰/۱۶۰۲		۰/۰۰۹۳

کاپای کلی: ۸۸٪

دقت کلی: ۹۶٪

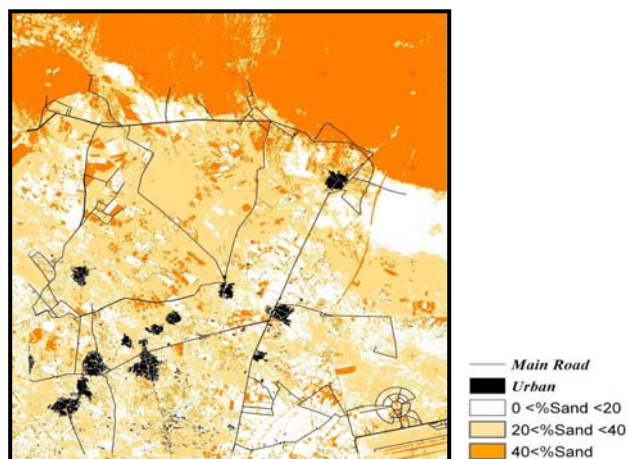
## نقشه‌های تولیدی

گروه‌های الف، ب، ج و د کلاسهای عمده بافت خاک

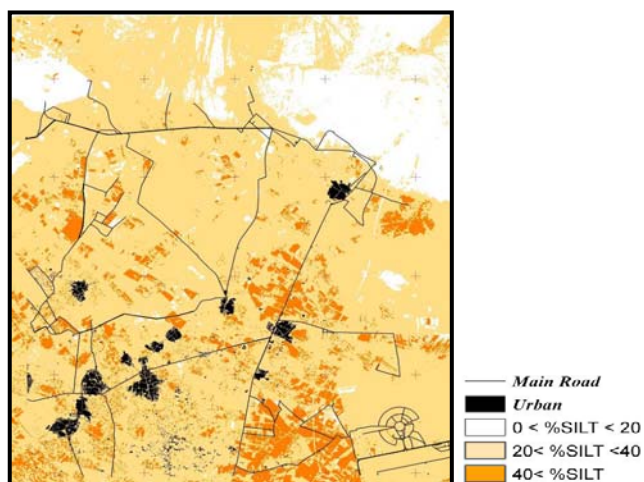
نقشه‌های تولید شده در این تحقیق به صورت شکل‌های

ذکر شده در بخش ۸-۲ می‌باشند.

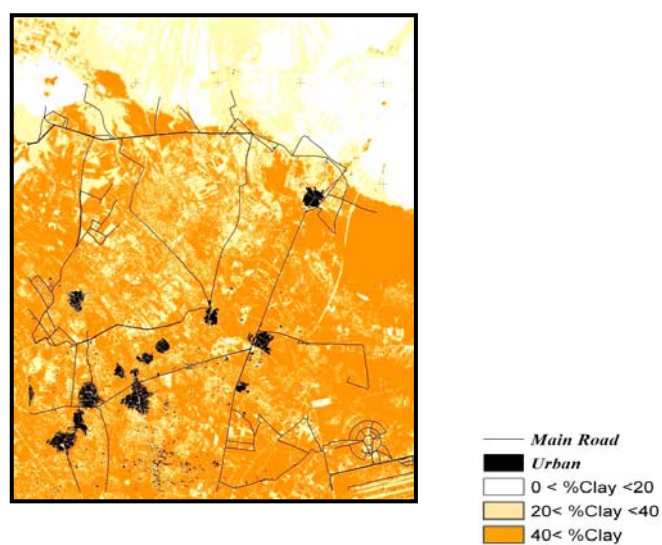
(۲ تا ۶) می‌باشد.



شکل ۲- نقشه درصد شن خاک سطحی از روش رگرسیون

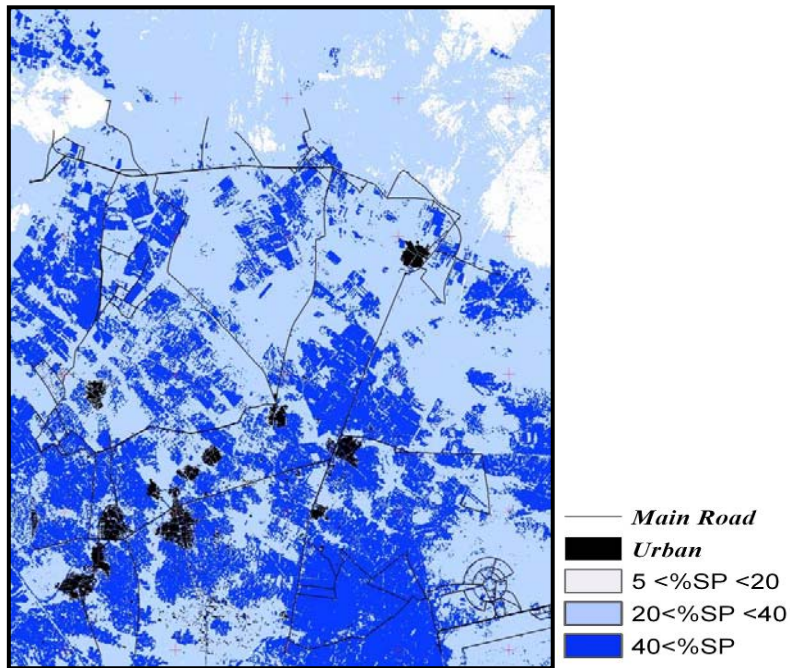


شکل ۳- نقشه درصد سیلت خاک سطحی از روش رگرسیون

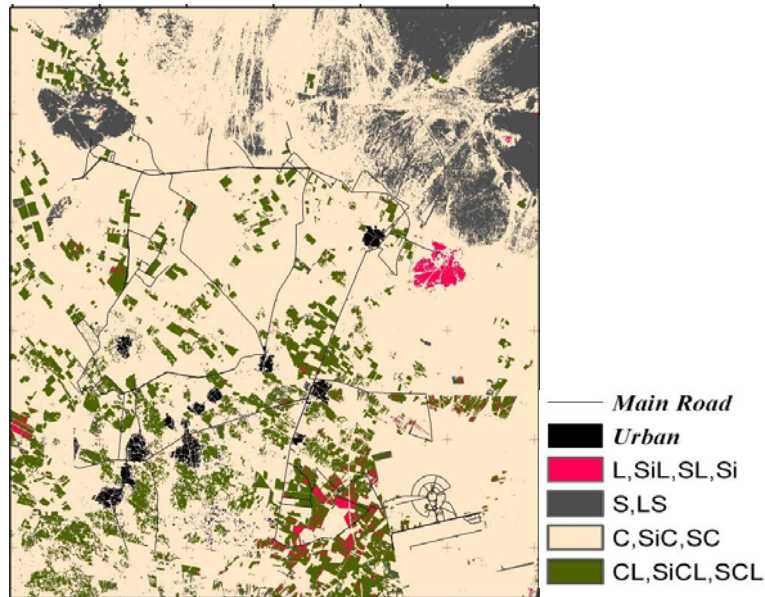


شکل ۴- نقشه درصد رس خاک سطحی از روش رگرسیون





شکل ۵- نقشه درصد رطوبت اشباع خاک سطحی از روش رگرسیونی



شکل ۶- نقشه بافت خاک سطحی با استفاده از منطق بولین

### بحث

مدلهای بدست آمده همگی دارای ضرایب همبستگی  $(R^2)$  بالای ۰/۵ می باشند که برای چنین داده های طبیعی،

ضرایب مناسبی هستند. ضرایب کاپای نقشه های تولیدی ۸۰، ۹۷، ۹۴ و ۹۱ درصد به ترتیب برای معادله های شماره ۶، ۵، ۷ و ۸ بدست آمد و ضرایب کاپای نقشه بافت ۸۸

بالاست. بیشترین میزان آن منطبق بر اراضی کشاورزی می‌باشد و کمترین میزان آن مربوط کوهپایه‌ها و دشت‌سر در قسمت شمالی منطقه که دارای بافت شنی است، می‌باشد. خراسانی و ایزدپناه (۱۳۷۱) در بخشی از کویر مرکزی ایران نقشه بافت خاک را به کمک تصاویر سنجنده Mss از طریق تفسیر بصری و چیت‌ساز با داده‌های TM نقشه بافت سطحی در گروه‌های اصلی بافت را تولید کردند، ولی با توجه به قدرت تفکیک طیفی بالاتر تصاویر ASTER و استفاده از آنالیز OIF و طبقه‌بندی نظارت نشده در برداشت نمونه‌ها، همچنین بکارگیری ۴ شاخص جدید در تهیه نقشه‌ها، دقت نقشه‌های تولیدی در این مطالعه را به‌طور چشمگیری بالا می‌دانند.

در این تحقیق امکان تهیه نقشه پیوسته و طبقه‌بندی شده، بافت و درصد رطوبت اشباع خاک سطحی در منطقه‌ای به مساحت تقریبی ۶۵۰۰۰ هکتار در منطقه بیابانی و نیمه‌بیابانی شمال و شمال‌شرق اصفهان با استفاده از داده‌های ماهواره ASTER، مورد بررسی قرار گرفت. تصاویر سنجنده ASTER با توجه به پوشش وسیع طیفی و قدرت تفکیک مکانی مناسب به‌ویژه باندهای محدوده مادون قرمز میانی کارآیی مناسبی جهت تهیه نقشه بافت و درصد رطوبت اشباع خاک سطحی دارا می‌باشند. در این مطالعه با توجه به تأکید بر استفاده از روش مدلسازی رگرسیونی جهت شناسایی باندها و یا ترکیبات باندی مؤثر برای تعیین بافت خاک با توجه به یافتن معادلات مناسب جهت مدلسازی با استفاده از ۹ باند اول ۸ بیتی، با داده‌های قابلیت ۶ باند مادون قرمز حرارتی ۱۲ بیتی در مدلسازی مورد بررسی قرار نگرفت.

اعمال طبقه‌بندی نظارت نشده بر روی تصاویر، پیش از بازدید صحرایی و برداشت نمونه‌های خاک سطحی مورد نیاز، امکان مناسبی را در جهت برداشت نمونه از گروه‌های مختلف خاک موجود در منطقه در اختیار محقق قرار می‌دهد. با توجه به مساحت منطقه مورد مطالعه و عدم وجود همه ۱۲ گروه بافت خاک در این محدوده، در این مطالعه ۱۰ خوشه (cluster) جهت نمونه‌برداری خاک

درصد می‌باشد که دقت بالای نقشه‌های تولیدی را نشان می‌دهد. در تهیه نقشه بافت، با توجه به عدم ریسک‌پذیری منطق بولین و دشواری تفکیک مرز دقیق واحدهای مثلث بافت خاک امکان جداسازی گروه‌های کوچکتر از بافت با این روش در این مطالعه حاصل نشد. بنابراین برای تهیه نقشه بافت خاک سطحی به چهار گروه اصلی یاد شده اکتفا شد.

به‌طورکلی نقشه بافت خاک تولیدی هماهنگی مناسبی با شرایط طبیعی و فیزیوگرافی منطقه نشان می‌دهد. همانطورکه از این نقشه برمی‌آید بیشتر خاکهای منطقه در طبقه خاکهای با بافت رسی، سیلتی‌رسی و شنی‌رسی واقع شده‌اند. بخش عمده اراضی کشاورزی نیز دارای بافت رسی‌لومی، سیلتی‌رسی‌لومی و شنی‌رسی‌لومی می‌باشند. بافت شنی و شنی‌لومی در کوهپایه‌ها و دشت‌سرهای شمالی منطقه به چشم می‌خورد. بافت لومی، شنی‌لومی، سیلتی‌لومی و سیلتی نیز در قسمتی از اراضی کشاورزی یافت می‌شود. همانطورکه از این نقشه شن بر می‌آید، بالاترین کلاس درصد شن منطقه متعلق به دشت‌سر و کوهپایه‌هاست که در شمال منطقه واقع شده و کمترین میزان مربوط به اراضی کشاورزیست. بیشترین درصد سیلت در مناطق دشتی و اراضی کشاورزی واقع در قسمتهای مرکزی و جنوبی و کمترین میزان آن مربوط به کوهپایه‌های شمال منطقه می‌باشد. بالاترین کلاس رس در اراضی کشاورزی به‌ویژه اطراف محدوده فرودگاه و کمترین میزان متعلق به دشت‌سر و کوهپایه‌های شمالی می‌باشد. مثلاً در نقشه شن بخشی که دارای شن زیاد است مقدار رس و سیلت کم دارد که به‌طور غیرمستقیم نشان‌دهنده دقت نقشه‌های تولیدی و متفاوت بودن بازتابها از هر کدام از ۳ ماده می‌باشد.

همان‌گونه که از نقشه درصد رطوبت اشباع برمی‌آید، این نقشه انطباق مناسبی با نقشه‌های رس، سیلت و شن نشان می‌دهد؛ به‌طوری‌که در مناطقی که درصد شن زیاد می‌باشد درصد رطوبت اشباع پایین و در مناطقی که میزان رس و سیلت زیاد می‌باشد درصد رطوبت اشباع نیز

بدست آمده جهت مدلسازی برای عامل‌های شن، رس و سیلت دقت کنیم متوجه می‌شویم این تفاوت ماهیت در بافت خاک توسط باندهای سنجنده ASTER به‌کار رفته و در معادلات نمایان است و باندهای استفاده شده در محدوده طیفی مادون قرمز میانی و نزدیک قرار دارند. منحنی انعکاس تمامی خاکها غیر از خاک رس دارای طرح کلی و یکنواخت می‌باشد و با افزایش طول موج میزان انعکاس نیز افزایش می‌یابد. منحنی خاک رس دارای افت شدید انعکاس در باندهای جذب آب می‌باشد و این حالت به علت خاصیت نگهداری رطوبت در کلوئید رس می‌باشد که سبب افت انعکاس در باندهای جذب آب می‌شود. علاوه بر خاک رس، باندهای جذب هیدروکسیل در طول موج ۱.۴ و ۲.۲ میکرومتر دیده می‌شود (علوی پناه، ۱۳۸۲). چنانچه در معادله بدست آمده برای رس دقت کنیم متوجه می‌شویم طول موجهای ذکر شده منطبق با محدوده طیفی باند ۴ و باند ۶ سنجنده ASTER به‌کار رفته در مدل می‌باشد.

در معادله درصد رطوبت اشباع بزرگترین ضریب مربوط به شاخص BI می‌باشد، این شاخص از ترکیب باندهای ۲ و ۳ سنجنده در محدوده قرمز (۰.۶۳-۰.۶۹) و مادون قرمز نزدیک (۰.۷۸-۰.۸۶) بدست آمده است. همانطور که منحنی بازتاب آب نشان می‌دهد (Swain و Davis، ۱۹۸۷)، بیشترین انعکاس از سطح آب نیز تقریباً در محدوده طیفی مرئی صورت می‌گیرد.

تهیه نقشه پیوسته طبقه‌بندی شده از خصوصیات مختلف خاک سطحی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در مقایسه با روشهای سنتی تهیه نقشه، از لحاظ اقتصادی بسیار به‌صرفه‌تر می‌باشد. علاوه بر این نقشه‌های تولیدی از دقت بالایی نیز برخوردار می‌باشند. این نکته را می‌توان اضافه کرد که با روش سنتی چنین نقشه‌هایی را نمی‌توان تولید کرد. نوری (۱۳۸۰) برای تهیه نقشه خاکهای شور و

در نظر گرفته شد، به‌طوری‌که در مواردی بافت خاک در تعدادی از این گروهها بسیار مشابه بود و این بیانگر کافی بودن گروههای در نظر گرفته شده می‌باشد. از این رو توصیه می‌گردد اگر هدف مطالعه بافت در منطقه بزرگتری می‌باشد، بنابراین باید به تناسب مساحت تعداد گروههای انتخابی جهت اعمال طبقه‌بندی نظارت نشده افزایش یابد. شاخصهای شوری (SI1, SI2, SI3) و روشنایی (BI) استفاده شده در این مطالعه که از ترکیبات باندهای سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک ساخته شده‌اند با خصوصیات مورد نظر خاکها همبستگی مناسبی نشان می‌دهند و در بیشتر معادلات چندمتغیره خطی بدست آمده جهت تهیه نقشه از روش مدلسازی رگرسیونی بکار رفته‌اند که در نهایت منجر به بدست آمدن مدل‌هایی با ضریب همبستگی بالاتر شدند. جزء سوم حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی باندهای سنجنده ASTER، با هر ۴ خصوصیت مورد نظر (درصد شن، سیلت، رس و رطوبت اشباع) خاک برای تهیه نقشه، همبستگی نسبتاً بالایی نشان داده است. Dwivedi (۱۹۹۲) در مطالعه خاک دشتهای آبرفتی منطقه اوتاپراداش هندوستان با داده‌های لندست Mss به این نتیجه رسیده که مؤلفه سوم PCA و ۲ Mss اطلاعات جامعی درباره خاکهای متأثر از شوری می‌دهد. Ceballos و Bottino (۱۹۹۷) در مطالعه خود در برزیل به این نتیجه رسیدند که بیش از ۹۰٪ تغییرات در سه جزء اولیه PCA تجمع یافته است. اعمال عملیات تغییر شکل داده‌ها (data transformation) از قبیل گرفتن لگاریتم طبیعی، توان دوم و جذر از متغیرهای مستقل و وابسته در این مطالعه، نقشی در افزایش دقت معادلات بدست آمده نداشت (Lillesand, 2000).

آب و OH، جذب در باندهای مادون قرمز میانی و نزدیک را باعث می‌شوند (Metternicht & Zink, 1997). خاکهای رسی به‌علت نگهداری آب، سرد می‌باشند، ولی خاکهای شنی بعکس گرم‌ترند، زیرا آب را نگهداری نمی‌کند. بنابراین چنانچه در معادلات

جعفری، م.، ۱۳۸۵. احیای مناطق خشک و بیابانی. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

چیت‌ساز، و.، ۱۳۷۸. بررسی امکان تهیه نقشه‌های شوری و قلیائیت خاک با استفاده از داده‌های TM در شمال و شمال شرق اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

خراسانی، ن. و ایزد پناه، ع.، ۱۳۷۰. کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی اراضی شور منطقه جنوب و جنوب‌غربی اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

خواجه‌الدین، س.ج.، ۱۳۷۷. روش جمع‌آوری داده‌های صحرائی برای تفسیر داده‌های ماهواره‌ای. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روشهای مختلف بیابان‌زدایی، کرمان، شهریور ۱۳۷۵، صص ۳۳۸-۳۳۳.

صادقی، ع.، ۱۳۸۵. آشنایی با نرم‌افزار تجزیه و تحلیل آماری spss 14. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.

علوی پناه، س.ک.، ۱۳۸۲. کاربرد سنجنش از دور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

فاضلی، س.ر.، ۱۳۸۶. کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک GIS در تهیه نقشه کاربری اراضی اصفهان بزرگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

مالمیران، ح (مترجم)، ۱۳۷۶. تهیه نقشه‌های موضوعی از تصاویر ماهواره‌ای.

صادقی، م.م.، ۱۳۷۰. کاربرد RS در منابع طبیعی تجدیدشونده. انتشارات اداره کل منابع طبیعی اصفهان، صص ۹۸.

نائیج نوری، ر.، ۱۳۸۰. بررسی امکان تفکیک اراضی شور و گچی منطقه دشت کاشان با استفاده از داده‌های ماهواره TM. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

یگانه، ح.، خواجه‌الدین، س.ج. و سفینیان، ع.، ۱۳۸۷. بررسی شاخص قابلیت شاخصهای طیفی سنجنده MODIS در برآورد تولید گیاهی مراتع سمیرم. مجله علمی پژوهشی مرتع، سال دوم، شماره اول، صص ۶۳.

ASTER Science Team, Japan, 1996. Algorithm Theoretical Basis Document for ASTER Level-1 Data Processing (Ver.3.0). Earth Remote Sensing Data Analysis Center, (ERSDAC).

گچی دشت کاشان، یگانه و خواجه‌الدین (۱۳۸۶) جهت برآورد تولید گیاهی در سمیرم؛ فاضلی (۱۳۸۶) برای تهیه نقشه لندیوز در اصفهان از تکنولوژی سنجنش از دور بهره‌جسته‌اند و موفق به تولید نقشه‌هایی با دقت بالا شده‌اند. نقشه‌های نهایی تهیه شده، جهت انجام عملیات صحرائی، بیابان‌زدایی و احیاء مراتع، مرتع‌داری، کشاورزی، آبخیزداری و برآورد میزان فرسایش بسیار مفید و کاربردی می‌باشند.

## پیشنهادها

توصیه می‌شود در مطالعات آینده، اگر هدف محقق فقط تهیه نقشه خصوصیات خاک با استفاده از داده‌های این سنجنده می‌باشد، با توجه به جذب طول موجهای مادون قرمز حرارتی توسط آب و تفاوت در میزان نگهداری آب در بافتهای مختلف خاک، به نظر می‌رسد از این باندها بتوان در تهیه نقشه بافت استفاده فراوان نمود. بنابراین توصیه می‌شود در مطالعات آینده امکان استفاده از این باندها و تغییرات دقت نقشه‌های تولیدی بررسی شود. البته تهیه نقشه خصوصیات فیزیکی خاک می‌تواند از روشهای طبقه‌بندی نظارت شده و به‌ویژه روش شبکه عصبی مصنوعی نیز با استفاده از هر ۱۴ باند سنجنده جهت مقایسه دقت روشهای تولید نقشه و همچنین بررسی نقش باندهای مادون قرمز حرارتی در برآورد بافت و درصد رطوبت اشباع خاک انجام شود. اگر نقشه بافت منطقه در سالهای آینده تهیه گردد امکان بررسی تغییر بافت خاک در اثر پدیده‌های مختلف از قبیل فرسایش بادی و آبی و ... امکان‌پذیر خواهد شد. به‌طوری‌که با تعیین روند تغییرات بافت خاک از طریق سنجنش از دور در طول زمان، حتی برای حرکت شنهای روان در مطالعات ساحلی و نیز در بیابانها می‌توان بررسی نمود.

## منابع مورد استفاده

جعفری، م. و سرمردیان، ف.، ۱۳۸۲. مبانی خاکشناسی و رده‌بندی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول

- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 2000. Remote sensing and image interpretation, John Wiley, New York.
- Metternicht, G.I. and Zink, J.A., 1996. Modeling salinity-alkalinity classes for mapping salt-affected topsoil in the semiarid valleys of Cochabamba (Bolivia). ITC Journal, no.2, pp:125-135.
- Metternicht, G.I. and Zink, J.A., 1997, Spatial discrimination of salt-and sodium affected soil surface. International Journal of Remote sensing, Vol.18, No.12:pp2571-258.
- Mulder, V.L., de Bruin, S., Schaepman, M.E. and Mayer, T.R., 2011. The use of remote sensing in soil and terrain mapping- A review, Geoderma. Volume 162, Issues 1-2, Pages 1-19.
- Page, A.L., 1992. Methods of Soil Analysis. ASA and SSSA Publishers: Madison, WI.
- Swain, P.H. and Davis, S.M. (eds), 1987, Remote sensing: quantitative approach. Mc Graw-Hill, New York.
- <http://www.farmsphere.net/2010/09/importance-of-soil-texture-for.html>
- Ceballos, Y.C. and Bottino, M.J., 1997. “ Discrimination of sense by principal sensing., component analysis of Multi-spectral imagery”. International Journal of Remote sensing, 18: pp:2434-2449.
- Piral, C., Fernandes-illescase, Porporato, A., Laio, F. and Rudriguez-Iturbe, I., 2001. The eco-hydrological role of soil texture in a water limited ecosystem. Water Resources Research, Vol 37, No.12, pp 2863-2872.
- Douaui, A.E.K., Nicolas, H. and Walter, C., 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data. Geoderma Volume.134:pp217-230.
- Dwivedi, I.R.S., 1992. Monitoring and study of the effects of images scale on delineation of salt affected soils the Indo Gangetic plains. International Journal of Remote Sensing, 13(8), pp:1527-1536.
- Gorgin, A., 1997. “ERDAS Field guide”. fifth edition, ERDAS INC.

## Mapping of soil texture and saturated soil surface moisture using remote sensing (Case study: Esfahan)

Ziaee, D.<sup>1\*</sup> and Khajedin, S.J.<sup>2</sup>

1\*- Corresponding Author, M.Sc. in Combat Desertification, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, Email: d\_ziaie@yahoo.com

2- Professor, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Received: 27.05.2012

Accepted: 09.03.2013

### Abstract

One of the most important problems of agriculture soil science and natural resources in Iran is the lack of information of ecosystems so that the degradation of water, soil and vegetation potential leads to desertification. The main purpose of this study was to investigate the possibility of using satellite data to determine soil texture by using regression-modeling approach. The images were geometrically corrected and used to determine the best band combination to make the false-color composite images. This combination was used to applying unsupervised classifications. Field data gathering was conducted with a stratified random sampling. Points were located by using GPS and 80 surface soil samples were taken. The percentage of sand, silt, clay, and soil saturation humidity of each sample was determined. Some analysis such as PCA and making the various soil indices were done on the images. Multivariate, linear regression was applied to produce some models to develop the results of sample analysis to the entire surface of the study area. Produced maps were re-grouped in the classes considered for the soil parameters. By combination of three maps of sand, silt and clay, soil texture map was developed in four major classes with the logic of Boolean algebra. The accuracy table was prepared in accordance of the produced maps with the ground realities. High Kappa coefficient indicates a high potential of satellite data to produce maps of soil science with a high precision. This method can be fast and useful, in studies of desertification, combat desertification and controlling methods.

**Key words:** aster, regression-modeling, soil texture, saturation humidity, Kappa coefficient