برآورد ماده آلی خاک در منطقه سمیرم با استفاده از تصاویر ماهواره ای

مطهر فاخری، مژگان احمدی ندوشن[1] و الهام چاوشی

کارشناس ارشد آلودگی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران؛ **motahar.fakheri@gmail.com**

استادیارگروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران؛ مرکز تحقیقات پسماند و پساب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران؛ **m.ahmadi1984@gmail.com**

استادیارگروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران؛ **chavoshie@yahoo.com**

دریافت: **98/4/17** و پذیرش: **98/11/27**

چکیده

ماده آلی خاک از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی خاک است که تحت تأثیر عواملی از جمله پوشش گیاهی، خصوصیات خاک و اقلیم منطقه می‌باشد. به منظور بررسی میزان ماده آلی خاک با استفاده از اندازه گیری زمینی و نیز سنجش از دور، پس از بررسی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی منطقه، بخشی از منطقه سمیرم برای انجام آزمایش‌های زمینی مشخص گردید و تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست 8 نیز دانلود شد و بر اساس مرز منطقه مورد نظر بریده شد. نقاط نمونه‌برداری با استفاده از شناسایی اولیه منطقه، نقشه‌ها و آمارهای رسمی و تصاویر رنگی تهیه شده از منطقه انتخاب شد و بدین ترتیب تعداد 50 نمونه خاک سطحی(عمق صفر تا 20 سانتی‌متری) برداشت گردید و میزان ماده آلی ، هدایت الکتریکی و pH خاک در آنها اندازه‌گیری شد. برای بررسی استفاده از قابلیت تصاویر ماهواره-ای در برآورد میزان ماده آلی خاک، شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده و شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده با استفاده از باندهای قرمز و مادون قرمز تصویر ماهواره‌ای لندست 8 OLI و نرم‌افزارهای Terrset و ArcGIS 10.5 برآورد گردید. رابطه بین داده‌های بهدست آمده از ماده آلی با شاخص‌های گیاهی با استفاده از آنالیز رگرسیون خطی و تعیین ضریب همبستگی بررسی شد. نتایج نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار بالاتر از 70 درصد بین شاخص‌های گیاهی و میزان ماده آلی خاک بود. می‌توان گفت که استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند بر محدودیت‌های ناشی از روش‌های سنتی غلبه کرده و به عنوان یک جایگزین مناسب پایش کیفیت خاک با امکان نمایش نتایج در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف به خصوص برای مناطق وسیع‌تر استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور،شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده، شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

مقدمه

در بیشتر کشورهای جهان سوم جمعیت روستایی برای امرار معاش وابسته به زمین می‌باشد. از این رو رشد جمعیت و افزایش نیاز باعث هجوم افراد به اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی شده و حساسیت این مناطق به تغییرات محیطی را افزایش داده است (وهابی و نیک‌کامی، 2008). در بسیاری از منابع علوم خاک، شکل‌گیری و پیدایش خصوصیات مختلف خاک را در ارتباط با پنج عامل مواد مادری، عوامل اقلیمی، موجودات زنده، توپوگرافی و زمان دانسته‌اند (فیشر و بینکلی، 2000). از دو دهه گذشته و در راستای مدیریت پایدار اراضی، مطالعه کیفیت خاک به منظور شناسایی و ارزیابی عملکردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی مطرح شده است (کارلن و همکاران، 2001). کیفیت خاک یک شاخص ضروری برای مدیریت پایدار اراضی است و به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بستگی دارد (امامی و همکاران، 1389؛ جعفری و همکاران، 1393). ماده آلی یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های کیفیت و توان تولید خاک و از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی خاک است که تحت تأثیر عواملی از جمله پوشش گیاهی، خصوصیات خاک و اقلیم منطقه به شمار می‌رود و می‌تواند به عنوان یک عامل غالب در تعیین رفتار طیفی و مدیریت خاک تأثیر بسزایی داشته و برخی عناصر غذایی را برای رشد گیاه فراهم و شرایط فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد (اسچمیدت و همکاران، 2011؛ عیوبی و همکاران، 2012). ماده آلی خاک نگهدارنده و ثبات‌دهنده ذرات خاک به یکدیگر و از این طریق کاهنده اثرات زیانبار فرسایش خاک می‌باشد. از طرفی، به رشد محصول به واسطه بهبود توانایی خاک در ذخیره و انتقال آب و هوا کمک می‌کند (سیرا و همکاران، 2015؛ جارمر و روسو، 2013).

امروزه پیشرفت علوم، قابلیت استفاده از فن‌آوری‌های جدید در دریافت و پردازش داده‌ها از طریق سنجنده‌های سنجش از دور و به کارگیری نرم‌افزارها و سیستم‌های پردازش اطلاعات را فراهم آورده‌اند و نقش بارز استفاده از این تکنیک‌ها در مدیریت طبیعی و به ویژه منابع خاک و آب به طور روزافزون در حال افزایش می‌باشد. استفاده از فن‌آوری‌های جدید با هدف کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت در انجام پروژه‌ها صورت می‌پذیرد. داده‌های ماهواره‌ای شامل اطلاعات بسیار سودمند از ویژگی‌های خاک سطحی شامل بافت خاک، مواد معدنی خاک، ماده آلی، شوری و مانند آن می‌باشد (ناوار و همکاران، 2015؛ اژیرابی و همکاران، 1394). در دهه‌های اخیر تحقیقات بی‌شماری در خصوص امکان استفاده از فن‌آوری‌های نوین در فعالیت‌های کشاورزی به منظور اجرای راهکارهای مدیریتی دقیق‌تر صورت گرفته است. تکنیک‌هایی چون تحلیل تغییر مکانی تولید محصول و استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تکنیک‌های سنجش از دور (RS) بر مبنای اطلاعات و داده‌های کشاورزی منجر به بهبود قابل توجهی در فعالیت‌های کشاورزی شده است (پسوماس و همکاران، 2011؛ اینان و رایس، 2005). در این راستا یکی از علومی که سنجش از دور توانسته است کمک شایانی به پیشرفت آن نماید، علوم خاک است (ساکسنا و همکاران، 2003).

برای ترسیم کربن خاک روش‌های سنجش از راه دور دارای مزیت آشکاری – ماهیت سه بعدی تصاویر- هستند اما ابزار مناسبی برای توضیح مورد نیاز است. از آنجا که خاک‌های غنی از کربن آلی اغلب توسط ظاهر تیره‌شان قابل شناسایی است، بیشتر تحقیقات برای تعیین تغییرپذیری کربن به بازتاب در محدوده باندهای مرئی توجه دارد (ویسکارا و همکاران، 2008). با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک سنجش از دور، می‌توان با هزینه و زمان کمتر، طیف وسیعی از پروژه‌ها را در سطح جهانی، منطقه‌ای، ملی، استانی و محلی به نتیجه رساند. علاوه بر این، قابلیت تکرار اخذ داده‌های ماهواره‌ای به فاصله زمانی چند ساعت تا چند روز در طول ماه یا سال، امکان مطالعات تغییرات و پایش پدیده‌های زمینی را بخوبی فراهم ساخته است (کانیا و همکاران، 2017). اندازه‌گیری میزان ماده آلی خاک و تهیه نقشه آن با روش عملیات زمینی عموما پرهزینه و وقت گیر است در حالی که استفاده از تصاویر ماهواره ای در این زمینه می تواند این مشکلات را تا حد زیادی مرتفع سازد (شتایی و همکاران، 1386). روش های سنجش از دور دسترسی سریع به اطلاعات در مورد شرایط خاک در مناطق وسیع برای ایجاد نقشه های ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک ایجاد می‌کند (صالح، 2015). کربن آلی خاک را می توان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های گیاهی گوناگونی مانند ضریب سبزینگی، NDVI، SAVI و ... مورد بررسی قرار داد (کومار و همکاران، 2018).

با توجه به این موضوع که مناطق خشک و نیمه-خشک بخش وسیعی از اراضی دنیا را تحت پوشش قرار می‌دهند و بخش اعظم ایران در این مناطق واقع شده است، پایش و بررسی خصوصیات خاک و اقلیم این

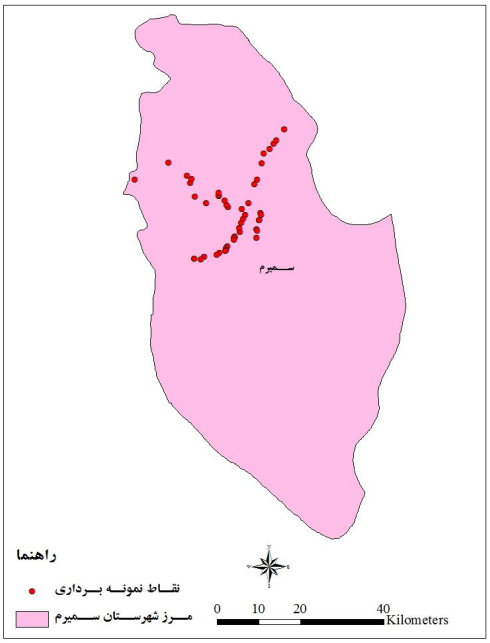
مناطق اهمیت ویژه‌ای دارد. به طوری که مطالعات انجام شده و یافته‌های موجود در رابطه با وضعیت این مناطق به دلیل وسعت آن‌ها و وجود شرایط دشوار برای بررسی‌های میدانی و صحرایی بسیار اندک است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعات زیادی در زمینه وجود همبستگی بین تصاویر ماهواره‌ای مختلف و شاخص‌های طیفی متعدد مربوط به خاک با داده‌های میدانی در سطح کشور و جهان انجام گرفته است(فریفته و همکاران، 2006). زیانگفنگ و جیهویا (2014)، به بررسی تعیین میزان مواد آلی خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای HJ-1 پرداختند. نتایج نشان داد که بین مقادیر مواد آلی خاک برآورد شده با تصاویر ماهواره ای و اندازه‌گیری شده در زمین رابطه خطی خوبی وجود دارد. محمد و همکاران(2018)، برخی از خصوصیات کمی و کیفی خاک را با تکنیک سنجش از دور و بازتابش امواج مادون قرمز مورد ارزیابی قرار دادند. بدین منظور برخی از خصوصیات خاک شامل شوری، کربن آلی، رطوبت خاک و فلزات سنگین را می‌توان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ارزیابی و با نتایج آزمایشگاهی مقایسه نمود. نتایج نشان داد استفاده از تصاویر ماهواره ای یک ابزار سریع برای نقشه‌برداری خواص خاک می‌باشد که دارای توانایی بالقوه برای تجزیه و تحلیل و ارزیابی کیفیت خاک توصیه شده است.

در این پژوهش سعی بر آن است که با استفاده از بررسی رابطه ماده آلی خاک با داده‌های تصاویر ماهواره‌ای و سایر خصوصیات خاک، بهترین مدل رگرسیونی با به کارگیری اطلاعات سنجش از دور به منظور پایش و مطالعه ماده آلی خاک منطقه سمیرم به عنوان یکی از مناطق واقع در اقلیم خشک و نیمه‌خشک ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

پژوهش حاضر در سال 1397 در منطقه‌ای از شهرستان سمیرم واقع در جنوب استان اصفهان واقع در زون 39 UTM با مختصات طول جغرافیایی 527361 تا 563294 UTM شرقی و عرض جغرافیایی 3464631 تا 3496181 UTM شمالی اجرا گردید. بارندگی سالانه منطقه بین 350 تا 450 میلی‌متر در مناطق مختلف و ارتفاع منطقه 2000 تا 2500 متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد. جهت اجرای پژوهش، پس از بازدید از منطقه و بررسی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی منطقه، با توجه به وضعیت تغییرات خصوصیات خاک، پوشش گیاهی و موقعیت و پراکنش خاک، بخشی از منطقه سمیرم برای انجام آزمایش‌های زمینی مشخص گردید. این محدوده بر روی تصاویر ماهواره‌ای تعریف و جدا شد. نقاط نمونه‌برداری با استفاده از شناسایی اولیه منطقه، نقشه‌ها و آمارهای رسمی و تصاویر رنگی از منطقه انتخاب شد. بدین ترتیب تعداد 50 نمونه خاک سطحی(عمق صفر تا 20 سانتیمتری) از کاربریهای مراتع متوسط و غنی، کشاورزی، بایر و مراتع ضعیف، شهری و باغ برداشته شد.



شکل 1- نقشه منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری زمینی

ارزیابی ماده آلی، EC و pH خاک

برای تمامی نمونه‌ها، ماده آلی خاک در آزمایشگاه به روش والکی بلک(والکی و بلک، 1934) اندازه‌گیری شد. سپس درصد ماده آلی از حاصلضرب درصد کربن در عدد 1/72 به دست آمد. EC در عصاره و pHدر سوسپانسیون آب و خاک با نسبت 1:2خاک به آب و به ترتیب به وسیله دستگاه هدایت‌سنج و pH متر اندازه-گیری شدند.

نمونه برداری

نقاط نمونه‌برداری با استفاده از شناسایی اولیه منطقه، نقشه‌ها، آمارهای رسمی و تصاویر رنگی از منطقه انتخاب شدند. برای نمونه‌برداری از خاک ابتدا نقاط اصلی نمونه‌برداری در محل شناسایی شده و در چندین مرحله بازدیدهای صحرایی از محدوده مورد مطالعه تکرار شد.. مختصات نقاط تعیین شده وارد دستگاهGPS Garmin شد. با کمک این نقاط عملیات میدانی انجام و سپس موقعیت واقعی نمونه‌برداری در صحرا توسط همان GPS ثبت گردید. نمونه‌های خاک در هر نقطه در پلاتی به ابعاد 20 ×20 سانتی‌متر از عمق سطحی خاک (15-0 سانتی‌متری) با مختصات معلوم برداشت و پس از ثبت خصوصیات محیطی در هر نقطه، در مجموع حدود یک کیلوگرم نمونه خاک برای انجام آنالیزهای آزمایشگاهی به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد. بافت خاک منطقه از نوع لومی سیلتی بود. کاربری های منطقه شامل کاربری شهری، مراتع متوسط و غنی، باغ، اراضی بایر و مراتع فقیر، کشاورزی می باشد.

پیش پردازش داده‌های ماهواره‌ای

در این پژوهش تصاویر چندطیفی ماهواره‌ای لندست 8 سنجنده OLI مورد استفاده قرار گرفت. تصاویر ماهواره‌ای لندست 8 سنجنده OLI مورد نیاز از سایت سازمان زمین‌شناسی ایالت متحده دانلود شد. برای حصول اطمینان از عدم وجود خطاهای هندسی و رادیومتری، تصاویر ماهواره‌ای قبل از اعمال هر نوع پردازش از نظر هندسی و رادیومتری در هر یک از باندهای انعکاسی مورد بازبینی قرار گرفت و عملیات پیش پردازش[1] بر روی تصویر اعمال شد. تصحیح هندسی به کمک نقاط کنترل زمینی در نرم‌افزار ERDAS بر روی تصاویر اعمال گردید. سایر عملیات پردازش تصویر شامل جداسازی منطقه مورد مطالعه بر روی تصویر ماهواره‌ای و بارزسازی تصویر نیز انجام گردید (زینالی و همکاران، 1395).

تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای

برای تطابق هندسی تصاویر مورد نظر از نقاط برداشت شده به وسیله GPS استفاده شد. تصاویر به روش استفاده از نقاط کنترل زمینی با خطای هندسی 0/5 پیکسل (RMS=0.5) تطابق هندسی شد. در مرحله بعد برای تصحیح هندسی تصاویر از روش نمونه‌برداری مجدد تصاویر استفاده شد تا کلیه تصاویر از نظر هندسی با هم تطابق پیدا کنند و شرایط یکسانی را بدست آورند (رودگرمی و همکاران، 1388).

تصحیح رادیومتریک

برای انجام تصحیح رادیومتری در اولین گام ارزش‌های رقومی[2] به تابش طیفی تبدیل می‌شود که این عمل با استفاده از ضرایب کالیبراسیون سنجنده و با استفاده از رابطه (1) صورت می‌گیرد. که در آن L تابش طیفی، DN ارزش رقومی پیکسل (0 تا 255) و Gain و offset ضرایب کالیبراسیون سنجنده می‌باشند. در مرحله بعد مطابق با رابطه (2) مقدار تابش طیفی به بازتاب طیفی تبدیل می‌شود. در این رابطه P: بازتاب طیفی بدون واحد بین صفر تا یک، π: 3/14، L: تابش طیفی در دریچه سنجنده، d^2: مجذور فاصله زمین و خورشید بر اساس واحدهای ستاره‌شناسی، ESUN: ارتفاع خورشید و SZ: زاویه خورشید در هنگام تابش در زمان ضبط تصویر ماهواره‌ای می‌باشد (لیساند و همکاران، 1994).

(1)

$$L = Gain \times DN + Offset$$

(2)

$$\rho = \frac{\pi L d^2}{ESUN.COS(SZ)}$$

با تبدیل مقادیر تابش طیفی به بازتاب طیفی آثار مربوط به تغییر شرایط نوردهی، فصل، عرض جغرافیایی، شرایط آب و هوایی روی تصاویر حذف گردید و نتیجه حاصل نسبتاً استاندارد شده است که مستقیماً جهت مقایسه بازتاب پدیده‌ها بین تصاویر مختلف و یک تصویر در زمان‌های متفاوت قابل کاربرد است. کلیه مراحل فوق در نرم‌افزار پردازش تصاویر ماهواره‌ای ERDAS صورت گرفت (رودگرمی و همکاران، 1388).

تهیه نقشه‌های شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده و تعدیل شده

به منظور تهیه نقشه‌های شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده و تعدیل شده از باندهای سنجنده OLI ماهواره لندست 8 استفاده شد. نقشه‌های مذکور با

[1] Preprocessing

[2] Digital Number (DN)

استفاده از باندهای تصویر ماهواره ای و نرم‌افزار Terrset تهیه شد. این نقشه ها با استفاده از باندهای قرمز و مادون قرمز تصویر لندست OLI و با اعمال فرمول های درج شده در ذیل در بخش Image calculator نرم افزار Terrset ایجاد شدند.

- شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده= SAVI[1]
- شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده= NDVI[2]

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \times (1 + L)$$

که NIR و RED به ترتیب باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز تصویر ماهواره ای هستند و عامل (L) تابعی از پوشش گیاهی است و تعیین آن به دانش قبلی از میزان پوشش گیاهی بستگی دارد. عامل (L) معیاری برای کاهش اثرات خصوصیات طیفی خاک روی بازتاب های طیفی تاج پوشش است. برای مقادیر متوسط پوشش گیاهی مقدار L در حدود 0/5 درنظر گرفته می شود.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

مقایسه مقادیر ماده آلی خاک بین ایستگاه‌های مختلف با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آنالیز واریانس دوطرفه و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌دار 5 درصد انجام شد. آزمون همبستگی برای بررسی ارتباط مواد آلی با شاخص‌های پوشش گیاهی صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و جهت بررسی ارتباط بین پارامترهای مورد نظر به دست آمده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و آنالیز آزمایشگاهی از آزمون همبستگی استفاده شد.

نتایج

آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) نشان داد که متغیر هدایت الکتریکی و pH در بین 5 گروه کاربری اراضی دارای اختلاف معنی‌دار است (شکل 1). نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بیشترین میزان ماده آلی در کاربری باغ و کمترین میزان در کاربری مرتع وجود دارد. به نظر می‌رسد بازگشت بیشتر بقایای گیاهی و کاربرد کودهای دامی از دلایل اصلی افزایش میزان ماده آلی در اراضی تحت کشت باغ است. هر چند آمار دقیقی از میزان کاربرد کود دامی در منطقه در دسترس نیست. علت کمتر بودن میزان ماده آلی خاک در اراضی کشاورزی را می‌توان به جمع آوری بقایای گیاهی از سطح زمین و عدم بازگشت آنها با عملیات شخم به خاک نسبت داد.

یکی از جنبه‌های توسعه کشاورزی که می تواند منجر به تخریب خاک شود، تغییر کاربری اراضی از اکوسیستمهای طبیعی مانند جنگل و مرتع به کشاورزی است که عمدتا تاثیر منفی بر کیفیت و عملکرد خاک دارد (واکر و دسانکر، 2004). میزان ماده آلی خاک در اراضی کشاورزی بیشتر از میزان ماده آلی خاک در مرتع مطالعاتی و کمتر از میزان آن در باغ بود. به عنوان مثال گو و گیفورد (2002) و سو و همکاران (2004) بیان داشتند که میزان کربن آلی خاک سطحی اکوسیستمهای طبیعی کشت‌شده نسبت به میزان اولیه، 20 تا 70 درصد کاهش یافته است. حاج عباسی و همکاران(1386) نیز در مطالعه‌ای مشاهده کردند که تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی در برخی مناطق موجب افزایش ماده آلی خاک و در برخی مناطق موجب کاهش آن شده است. بطور کلی چگونگی استفاده از اراضی بعد از تغییر کاربری(کشت دیم یا آبی)، عملیات خاکورزی، شدت و تناوب عملیات شخم، کوددهی، نوع محصول کشت شده و... بر کاهش یا افزایش ماده آلی خاک مؤثر است.

مراتع منطقه مطالعاتی با دارابودن میانگین 1/4 درصد ماده آلی کمترین میزان ماده آلی را به خود اختصاص داده‌اند. علت کمتر بودن میزان ماده آلی خاک در مرتع را می‌توان به چرای بی‌رویه دام در مراتع و کاهش میزان لاشبرگ برگشتی به خاک نسبت داد. اردونز و همکاران(2018) نیز یکی از اثرات چرای بی‌رویه دام را حذف کامل یا جزئی پوشش گیاهی و کاهش میزان ماده آلی خاک گزارش کردند. البته لازم به توضیح است که چرای دام باعث برداشت کامل بایومس از سیستم خاک-گیاه نمی‌شود. زیرا بخش قابل توجهی از علوفه مصرف شده به صورت کود به خاک برمی‌گردد (کیروگا و همکاران، 2009).

حداقل و حداکثر غلظت کربن آلی خاک در منطقه مطالعاتی بترتیب 800 و 1320 mgC g-1 of soil بود. یعنی در کاربری باغ میزان کربن آلی خاک 68 درصد در مقایسه با مرتع تخریب شده افزایش یافته است. در همین زمینه لال (2005) گزارش نمود که تبدیل اکوسیستم جنگل به اراضی کشاورزی باعث کاهش کربن آلی خاک به میزان 50-20 درصد می‌شود.

سنیمان و دوپریز (2005) گزارش کردند که تخریب مراتع خوب و تبدیل آنها به مراتع فقیر باعث کاهش میزان کربن آلی خاک به میزان 22 درصد شده است. وو و تیسن (2002) نیز کاهش 33 درصدی کربن

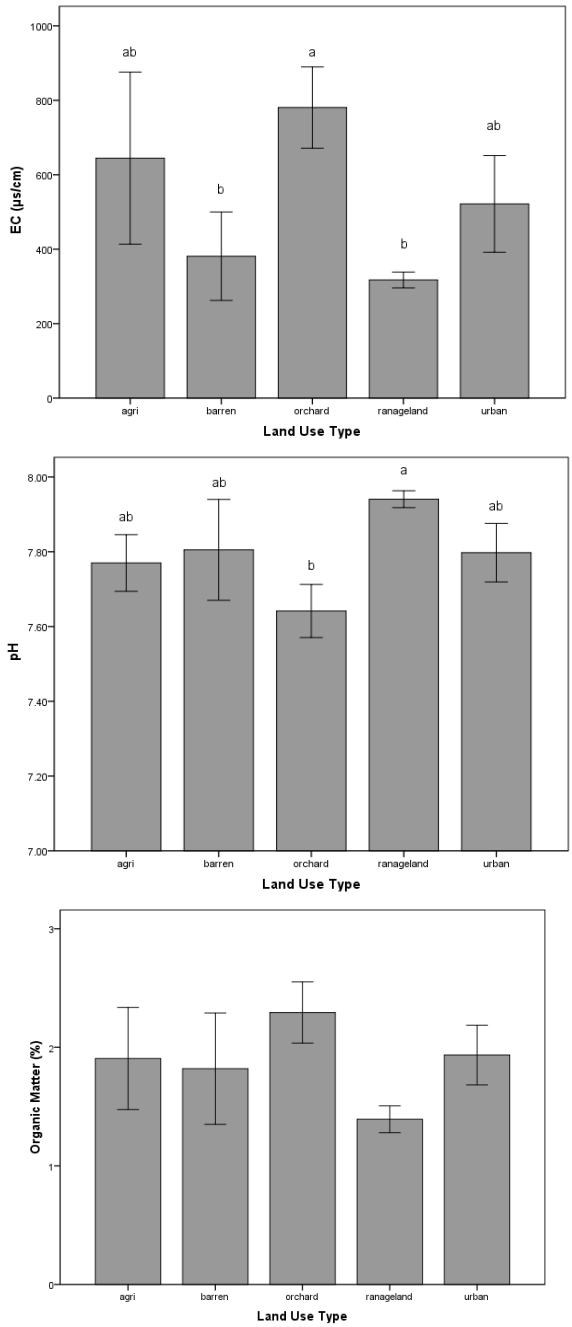
[1] Soil Adjusted Vegetation Index

[2] Normalized Difference Vegetation Index

آلی خاک در اثر تخریب علفزارهای چین را گزارش کردند. همچنین ون و همکاران (2012) کاهش 89 درصدی ذخیره کربن آلی خاک را در خاک‌های شنی علفزارهای چین گزارش نمودند.

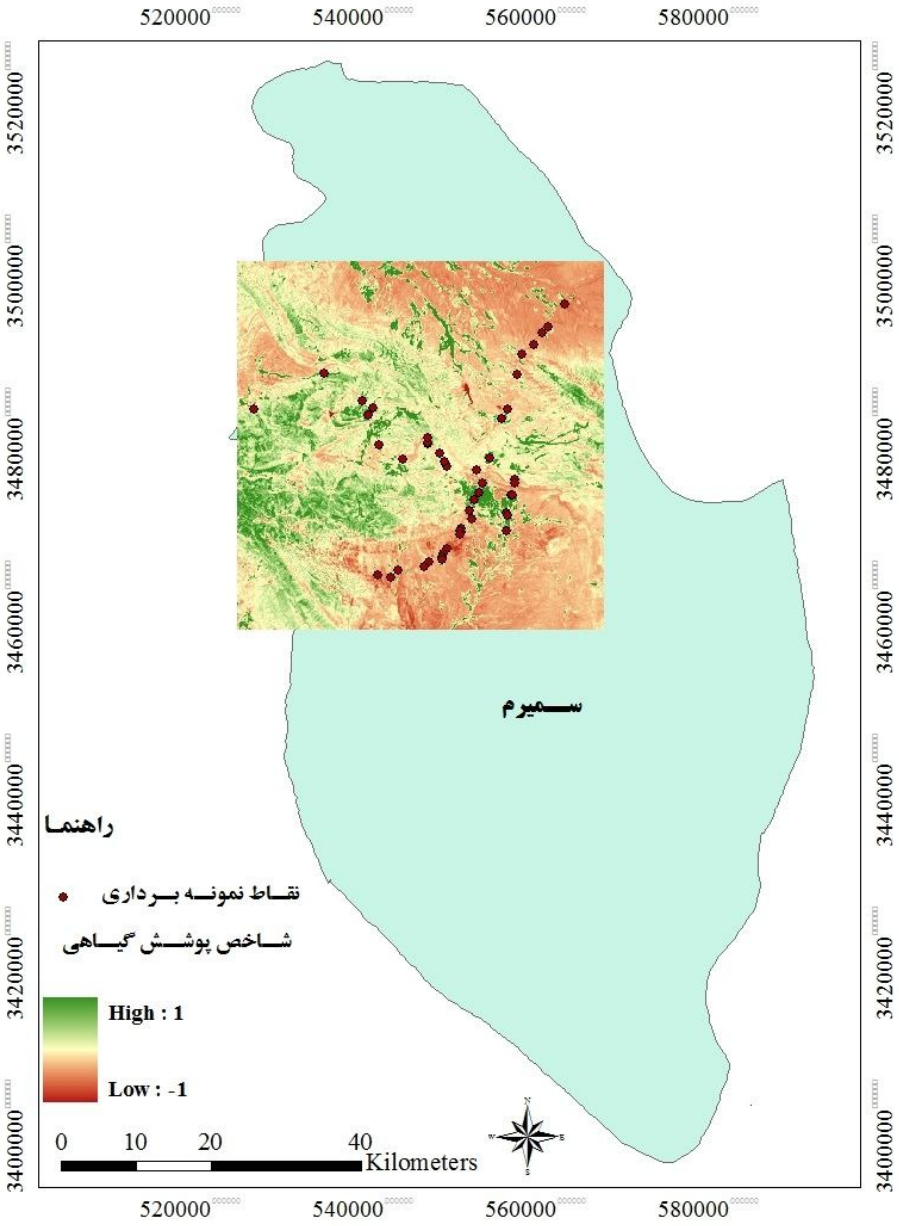
نقشه شاخص پوشش گیاهی NDVI

شکل (3) نقشه شاخص پوشش گیاهی NDVI را نشان می‌دهد. این شاخص به طور کلی عددی بین 1- تا 1+ دارد که هر چه این عدد به 1+ نزدیک‌تر باشد تراکم پوشش گیاهی بیشتر است.



شکل 2- مقایسه تغییرات EC، pH و ماده آلی خاک در کاربری‌های گوناگون (کاربری های شهری، مراتع متوسط و غنی، باغ، اراضی بایر و مراتع فقیر، کشاورزی)

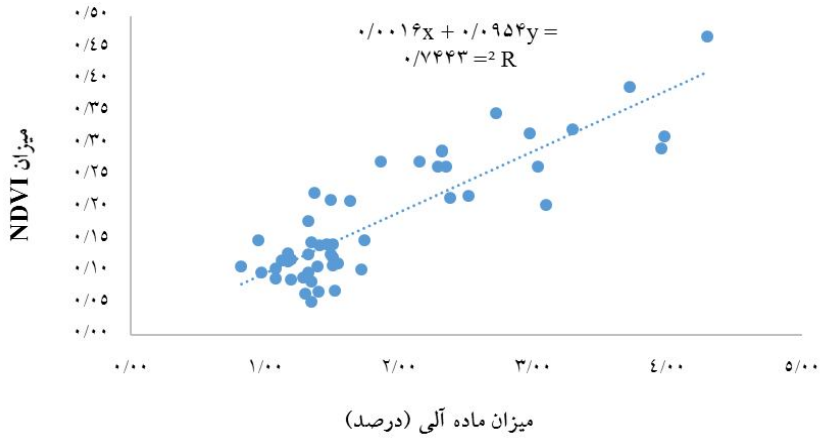
حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد است.



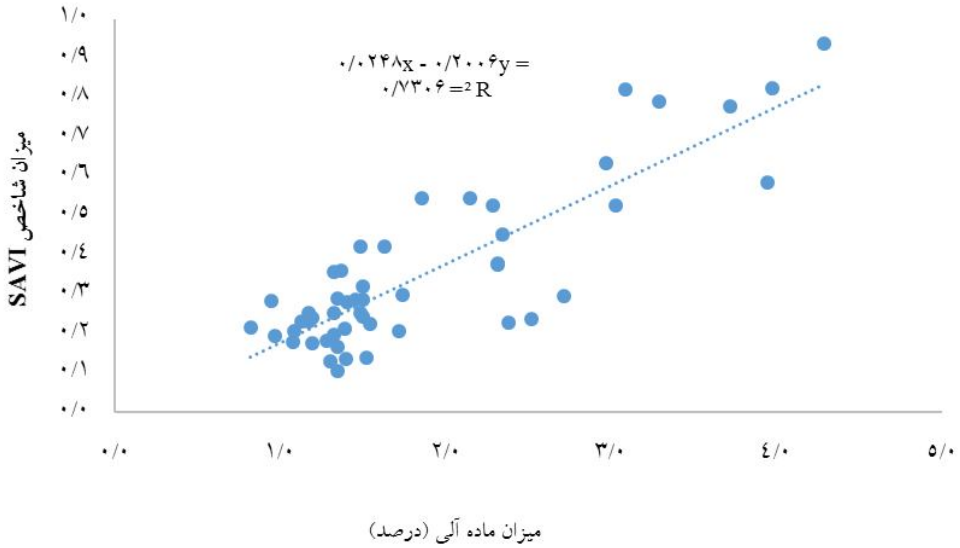
شکل 3- نقشه شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI)

نتایج برآورد ماده آلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

نتایج آنالیز همبستگی بین مقدار شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و میزان ماده آلی نشان داد که این دو پارامتر دارای همبستگی مثبت با میزان R 0/74 می‌باشد (شکل 4). نتایج آنالیز همبستگی بین مقدار شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و میزان ماده آلی نشان داد که این دو پارامتر دارای همبستگی مثبت با میزان R 0/73 می‌باشد (شکل 5).



شکل 4- همبستگی پارامترهای میزان ماده آلی خاک و شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده



شکل 5- همبستگی پارامترهای میزان ماده آلی خاک و شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده

معادله رگرسیون بین پارامتر میزان ماده آلی خاک و شاخص‌های NDVI و SAVI به شرح زیر است:

معادله رگرسیون برای میزان ماده آلی خاک و شاخص NDVI به صورت زیر است:

(NDVI) 0/46 + 7/8 = میزان ماده آلی و میزان R^2 : 0/74

معادله رگرسیون برای میزان ماده آلی خاک و شاخص SAVI به صورت زیر است:

(SAVI) 0/59 + 3/6 = میزان ماده آلی و میزان R^2 : 0/73

بحث

شناسایی توزیع مکانی خصوصیات خاک از جمله ماده آلی در هر منطقه کلید مهمی برای مدیریت صحیح اراضی می‌باشد. بنابراین آگاهی و دانش در مورد توزیع منابع کربن و تغییرات آن برای تشخیص مکانیسم‌های کنترلی چرخه جهانی کربن و پایداری میزان کربن فعلی در مدیریت این اراضی ارزشمند می‌باشد (چن و همکاران، 2010؛ حبیب‌زاده و همکاران، 2013). با توجه به صحت بالای نقشه‌های بدست آمده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که داده‌های ماهواره‌ای لندست قابلیت بالایی در کمک به مدیران اجرایی و خاک‌شناسان در

پروژه‌ها و مطالعات خاک‌شناسی دارد که علاوه بر صحت بالا نسبت به نقشه‌هایی که با روش سنتی ایجاد می‌شوند، از لحاظ اقتصادی و زمان به صرفه‌تر نیز می‌باشند (محمودی و همکاران، 1394).

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش همبستگی نسبتاً بالایی بین شاخص‌های گیاهی و میزان ماده آلی خاک با استفاده از آنالیز رگرسیون خطی و تعیین ضریب همبستگی مشاهده گردید. تحقیقات رای و همکاران (2004) و استفن و همکاران (2005) نشان داد در صورتی که میزان ماده آلی در خاک از 2 درصد بیشتر باشد می‌تواند به عنوان یک فاکتور غالب در تعیین رفتار طیفی خاک مؤثر باشد. مطالعات دیگری نشان دادند که ماده آلی بیشترین همبستگی را در ناحیه طیف مادون قرمز و مرئی دارد (بارنس و همکاران، 2003). نتایج این مطالعه همبستگی مثبت بین میزان ماده آلی خاک و شاخص‌های پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده و تعدیل شده را نشان داد. نتایج مشابهی از رابطه مثبت و معنی‌دار شاخص‌های گیاهی با میزان ماده آلی خاک در مطالعات بهونیا و همکاران (2017) و مندال و همکاران (2016) مشاهده شد.

همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین میزان ماده آلی خاک و پوشش گیاهی منطقه رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. جیمنز و همکاران (جیمنز و همکاران، 2008) بیان نمودند که تنوع گونه‌ای گیاهی در شکل‌های مختلف رویشی اعم از درختان و پوشش‌های زیرین جنگل می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر میزان ذخایر کربن آلی خاک باشد. پوشش‌های گیاهی به طرق گوناگون می‌توانند در میزان ذخایر کربن آلی خاک تأثیرگذار باشند. پوشش‌های گیاهی می‌توانند از طریق ریشه‌دوانی در خاک، ایجاد انواع لاشبرگ‌های موجود در کف جنگل با کیفیت‌های متفاوت، تبادلات عناصر غذایی مختلف بین خاک و اندام‌های گیاهی و میزان فضای به اشتراک گذاشته در خصوص تاج پوشش بر روی کلیه خصوصیات خاک از جمله ذخایر کربن آلی خاک تأثیرات مختلف داشته باشند (هولینگسورت و همکاران، 2008). برای مثال فراوانی نسبی تیپ‌های گیاهی غالب در اکوسیستم‌ها می‌تواند یکی از عوامل اصلی و تعیین‌کننده پویایی و چرخه تبادلی کربن در خاک باشد (جاندل و همکاران، 2007).

همچنین در خاک‌هایی با بافت رسی- سیلتی و به خصوص خاک‌هایی که دارای درصد رس بیشتری هستند به دلیل چسبندگی ذرات خاک، حجم هدررفت کربن در طی تبادلات کربن کم‌تر است که این موضوع باعث افزایش هرچه بیشتر ذخایر کربن آلی خاک می‌شود. از طرفی دیگر افزایش میزان فتوسنتز باعث افزایش محتوای کربن به خاک می‌شوند که در این راستا افزایش تنوع گونه‌ای، توزیع و نحوه پراکنش فلور علفی در کف جنگل باعث ازدیاد و استفاده بهینه از خاصیت پرتوافکنی شده که بالطبع باعث افزایش سطح کربن آلی خاک می‌شوند (واحدی و همکاران، 1393). تنوع زیستی گیاهان از جمله غنای گونه‌ای در میزان دستیابی آب در خاک، کیفیت و کمیت لاشبرگ، ترکیب تراوش مواد مترشحه از ریشه‌ها، ریشه‌دوانی و توزیع محتوای کربن در عمق‌های مختلف خاک و در نهایت در رابطه با تغییرات وزنی میزان کربن آلی خاک، تأثیرگذار است (کایربی و پوتوین، 2007).

علاوه بر آن در مورد ارتباط بین تغییرات ذخایر وزنی کربن آلی خاک و شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در منطقه مورد مطالعه، می‌توان گفت که ساختار بسیار پیچیده و غیر یکنواخت در رابطه با میزان ذخایر کربن در خاک وجود دارد. این امر می‌تواند به دلیل تأثیرگذاری شرایط فیزیکی زمین، فعالیت‌های مختلف میکروارگانیسم‌ها در کلیه سطوح خاک و آنزیم‌های مترشحه از آن‌ها در خاک، شرایط تحولی پروسه افزایشی کربن در حوض کربن آلی در لایه‌های مختلف خاک، آشفتگی‌های موجود در خاک، کلیه ترکیبات شیمیایی و ساختار مولکولی ترکیبات آلی از جمله ترکیبات کربن‌دار و حتی تغییرات تناوبی در شرایط جوی، تأثیرات بارزی در میزان ذخایر کربن آلی خاک داشته باشد. این تأثیرات می‌تواند روند صعودی و یا روند نزولی داشته باشند (واحدی و همکاران، 1393).

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که بین میزان کربن آلی و هدایت الکتریکی در خاک رابطه معکوس وجود دارد. در توجیه این نتیجه می‌توان عنوان کرد؛ یکی از اثرات شوری در گیاهان کاهش فعالیت فتوسنتزی است که موجب کاهش میزان کلروفیل و کاهش جذب دی‌اکسیدکربن و ظرفیت فتوسنتزی می‌شود که در نهایت سبب کاهش حجم ورودی لاشبرگ به خاک می‌شود. به نظر می‌رسد میزان هدایت الکتریکی اثر منفی بر روی میزان تولید گیاهی و ورودی لاشبرگ به خاک می‌گردد که در نهایت سبب کمبود کاهش ماده آلی خاک می‌شود. املاح محلول موجود در خاک به دلیل ایجاد محدودیت در استقرار و رشد و توسعه پوشش گیاهی شوری نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای بر روی درصد پوشش گیاهی دارد. چنانچه مطالعات گسترده‌ای این موضوع را تأیید می‌نمایند (یی بینگ، 2008؛ زارع چاهوکی و همکاران، 2010).

همچنین بالا بودن میزان ذرات ریز خاک نظیر رس و سیلت که در اکثر خاک‌های تکامل‌یافته اتفاق می‌افتد در حفظ و تثبیت کربن آلی نقش و اهمیت دارد (مولر و هوپر، 2004). خاک‌های با بافت ریز نسبت به خاک‌های درشت‌دانه، پتانسیل بیشتری در ترسیب کربن و ذخیره آن به صورت بلند مدت دارند (هندرسون و همکاران، 2004). در این خصوص عنوان شده بافت خاک تأثیر مهمی بر روی ویژگی‌های مواد آلی خاک دارد به طوری که مقادیر بالای ماده آلی و بیشترین حفاظت فیزیکی و شیمیایی خاک از مواد آلی در خاک‌های با محتوی بالای رس اتفاق می‌افتد. عواملی دیگر نظیر تنفس بالا در خاک-های شنی منجر به مقادیر کم کربن در مقایسه خاک‌های رس که هدررفت تنفسی کمتر دارند، می‌شود (اسچیمل و همکاران، 1985). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، بین کربن آلی موجود در خاک و pH رابطه معنی‌دار و معکوسی وجود دارد. بادەیان و همکاران (2010) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر آمیختگی گونه‌ها بر میزان ترسیب کربن خاک و ارتباط آن با pH و مقدار کربن موجود در خاک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ترسیب کربن در لایه‌های آلی و معدنی خاک در توده خالص راش بیشتر از توده آمیخته بوده است.

نتایج شتایی و همکاران (1386) نیز در مطالعه بررسی قابلیت داده های سنجنده ETM در برآورد مقدار ماده آلی خاک در مراتع حوزه آبخیز سبزوار نشان دادند که بین انعکاس طیفی مولفه های نمناکی و سبزینگی و شاخصهای پوشش گیاهی DVI، NDVI و SAVI با مقدار ماده آلی خاک همبستگی خطی معنی داری در سطح 5 درصد وجود داشت.

نتایج مطالعه صالح (2015) نیز نشان داد که رابطه معنی داری بین شن، رس و میزان ماده آلی با باند پانکروماتیک داده های لندست +ETM وجود دارد.

نتایج مطالعه کومار و همکاران (2018) در مطالعه پیش بینی توزیع کربن آلی خاک با استفاده از تصاویر ماهواره ای در حوزه آبخیز ساریسکاتیگر نشان داد که داده های سنجش از دور پتانسیل بالایی در پیش بینی و بررسی کربن آلی خاک در مقیاس وسیع دارد.

نتیجه‌گیری

استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند بر محدودیت‌های ناشی از روش‌های سنتی غلبه کرده و به عنوان یک جایگزین مناسب پایش کیفیت خاک با امکان نمایش نتایج در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف، به خصوص برای مناطق وسیع‌تر استفاده شود. دوره بازگشت مناسب، قدرت تفکیک مکانی بالا، نظارت بدون وقفه و گردآوری اطلاعات در مقیاس وسیع از مزایایی است که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای دارد که در این مطالعه به آن اشاره شد. با توجه به افزایش روزافزون قابلیت‌های مختلف رادیومتری، طیفی، زمانی و مکانی تصاویر ماهواره‌ای و توسعه روش‌های پردازش تصاویر می‌توان از استفاده از سنجش از دور به عنوان یک روش جدید و مؤثر از نظارت بر کیفیت خاک یاد کرد. همچنین با توجه به مشخص شدن غلظت ماده آلی و پراکنش مکانی آن‌ها در سراسر منطقه، نتایج حاضر می‌تواند مبنای علمی و همچنین پایگاه اطلاعاتی و داده مناسبی جهت اجرای هر گونه عملیات صحرایی، طرح‌های بیابان‌زدایی و احیا، کشاورزی، برآورد میزان فرسایش بادی، مکان‌یابی کانون‌های گرد و غبار، معرفی گونه‌های مناسب و سازگار با شرایط طبیعی اکوسیستم و هر گونه مطالعه دیگر مرتبط به خصوصیات خاک در این منطقه باشد.

فهرست منابع:

1. اژیرابی، ر.، کامکار، ب. و ا. عبدی. 1394. اثر مقایسه شاخص‌های مختلف استخراج شده از تصاویر ماهواره لندست برای پهنه‌بندی شوری خاک در مزرعه نمونه ارتش گرگان. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، شماره 1، صفحه‌های 173-186.
2. امامی، ح.، لکزیان، ا. و م. مهاجرپور. 1389. بررسی رابطه بین شیب منحنی رطوبتی و بعضی از ویژگی‌های فیزیکی کیفیت خاک. نشریه آب و خاک، شماره 5، صفحه‌های 1027-1035.
3. جعفری، ز.، نیک‌نهاد قرماخر، ح. و چ. بایرام کمکی. 1393. بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک تحت دو نوع مدیریت مرتع (مطالعه موردی: مراتع چات گنبد). مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، شماره 4، صفحه‌های 11-20.

4. حاج عباسی، م.، بسالت پور، ع. ا. و مللی، ا. 1386. اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاکهای جنوب و جنوب غربی اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال 11، شماره 42، صفحه‌های 525-534.

5. حیدریان آقاخانی، م.، نقی‌پور برج، ع. ا. و م. نصری. 1389. تأثیر قرق بر روی پوشش گیاهی و خصوصیات شیمیایی خاک در مراتع سیساب بجنورد. مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، شماره 2، صفحه‌های 14-27.

6. رودگرمی، پ.، خراسانی، ن. ا.، منوری، س. م. و ج. نوری. 1388. پیش‌بینی اثرات محیط زیستی توسعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره 1، صفحه‌های 161-172.

7. زینالی، م.، جعفرزاده، ع. ا.، شهبازی، ف. و ش. اوستان. 1395. ارزیابی شوری خاک سطحی با روش پیکسل مبنا بر اساس داده‌های سنجنده TM (مطالعه موردی: اراضی شرق شهرستان خوی- استان آذربایجان غربی). فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، شماره 99، صفحه‌های 127-139.

8. شتایی، ش.، حسینعلی زاده، م. و ش. ایوبی. 1386. بررسی قابلیت داده های طیفی سنجنده +ETM در برآورد مقدار ماده آلی سطحی خاک. مجله علمی پژوهشی مرتع، شماره اول، صفحه های 78-67.

9. قائمی، م.، آستارایی، ع. و س. ح. ثنایی‌نژاد. 1390. ارزیابی تغییرات مکانی و تخمین کربن آلی خاک در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از توابع انتقالی و امکان‌سنجی آن با داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: منطقه نیشابور). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، شماره 2، صفحه‌های 294-300.

10. محمودی، ف.، جعفری، ر.، کریم‌زاده، ح. و ن. رمضانی. 1394. بررسی توزیع مکانی خصوصیات خاک در منطقه ورزنه اصفهان به کمک روش‌های پردازش تصویر. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره 4، صفحه‌های 1004-1017.

11. واحدی، ع. ا.، متاجی، ا. و ج. اسحاقی راد. 1393. تغییرات ذخایر وزنی حوض کربن آلی خاک در ارتباط با تنوع زیستی گیاهی (مطالعه موردی: جنگل‌های آمیخته راش گلندرود نور). بوم‌شناسی کاربردی، شماره 7، صفحه‌های 1-11.

12. Ayoubi, S., Pilehvar Shahri, A.R., Mokhtari, P. and K. Sahrawat. 2012. Application of Artificial Neural Network (ANN) to predict soil organic matter using remote sensing data in two ecosystems. Biomass and Remote Sensing of Biomass, 19: 181-198.
13. Badian, Z., Zahedi, G.H., Zarqhami, N. and M. Mahajer. 2010. Effect of mixed depending on the amount of carbon storage in forest soils (Case study: forest Kheiroudkenar Noshahr). J for Wood Prod, 35 to 44: 62.
14. Barnes, E.M., Sudduth, K.A., Hummel, J.W., Lesch, S.M., Corwin, D.L., Yang, C., Daughtry, C.S.T. and Bausch, W.C. 2003. Remote and Ground-Based sensor techniques to map soil properties. Photogramm Eng Rem Sens, 69: 619-630.
15. Bhunia, G.S., Shit, P.K. and H.R. Pourghasemi. 2017. Soil organic carbon mapping using remote sensing techniques and multivariate regression model. Geocarto Int, DOI: 10.1080/10106049.2017.1381179
16. Chen, D.Z., Zhang, J.X. and J.M. Chen. 2010. Adsorption of methyl tert-butyl ether using granular activated carbon: Equilibrium and kinetic analysis. Int. J. Environ. Sci. Technol, 7: 235-242.
17. Farifteh, J., Farshad, A. and R.J George. 2006. Assessing salt affected soils using remote sensing solute modeling and geophysics. Geoderma, 130: 191-206.
18. Fisher, R.F. and D. Binkley. 2000. Ecology and Management of Forest Soils. 3rd Edn., John Wiley and Sons, UK., Pages: 78.
19. Guo, L.B. and Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta-analysis. Global Change Biol, 8: 345–360.

20. Habibzade, A.M., Nikjou, R. and H.R. Peyrovan. 2013. Survey amount of runoff and sediment in Marn East Azerbaijan. J. Geogr. Reg. Plann, 17 (43): 71-91.
21. Henderson, D.C, Ellert, B.H. and M.A. Naeth. 2004. Grazing and soil carbon along a gradient of Albetra rangelands. J Range Manage, 57: 402-410.
22. Hollingsworth, T.N., Schuur, E.A.G., Schuur, F.S. and M.D. Walker. 2008. Plant community composition as a predictor of regional soil carbon storage in Alaskan boreal black spruce Ecosystems. Ecosystems, DOI: 10.1007/s10021-008-9147-y.
23. Inan, H.I. and S. Reis. 2005. The Need of a Parcel-Based Information System to Support Agricultural Sector. FIG Working Week 2005 and GSDI-8, April 16-21, Cairo, Egypt.
24. Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D.W., Minkkinen, K. and K.A. Byrne. 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? Geoderma, 137: 253–268.
25. Jarmer, T. and P. Rosso. 2013. Determining top soil organic carbon of agricultural soils from hyperspectral remote sensing data. Canadian Biosystems Eng, 7: 21- 32.
26. Jimenez, J.J., Lal, R., Russo, R.O. and H.A. Leblanc. 2008. The soil organic carbon in particle-size separates under different regrowth forest stands of north eastern Costa Rica. Ecol Eng, 34: 300–310.
27. Kania, M., Gruba, P. and M. Wiecheć. 2017. Zastosowanie techniki bliskiej podczerwieni do obliczania Siedli− skowego Indeksu Glebowego. Sylwan, 161 (11): 935−939.
28. Karlen, D.L., Andrews, S.S. and J.W. Doran. 2001. Soil quality: Current concepts and applications. Adv in Agron, 74: 1-40.
29. Kirby, K.R. and C. Potvin. 2007. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. Forest Ecol Manag, 246: 208–221.
30. Lal R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management, 226: 242–258. http:// dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.015.
31. Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W.1994. Remote Sensing and Image Interpretion, John Wiley and sons, New York, 750 pp.
32. Mohamed, E.S., Saleh, A.M., Belal, A.B. and A. Gad. 2018. Application of near-infrared reflectance for quantitative assessment of soil properties. Egypt. J. Remote Sens. Space Sci., 21: 1–14.
33. Mondal, A., Khare, D., Kundu, S., Mondal, S., Mukherjee, S. and A. Mukhopadhya. 2016. Spatial soil organic carbon (SOC) prediction by regression kriging using remote sensing data. Egypt. J. Remote Sens. Space Sci, 20 (1): 61-70.
34. Muller, T. and H. Hoper. 2004. Soil organic matter turnover as a function of the soil clay content: consequences for model applications. Soil Biol Biochem, 36: 877–888.
35. Nawar, S., Buddenbaum, H., Hill, J., Kozak, J. and A.M. Mouazen. 2015. Estimating the soil clay content and organic matter by means of different calibration methods of vis-NIR diffuse reflectance spectroscopy. Soil & Tillage Res, 1-13.
36. Psomas, A., Kneubuhler, M., Huber, S., Itten, K. and Zimmermann, N.E. 2011. Hyperspectral remote sensing for estimating aboveground biomass and for exploring species richness patterns of grassland habitats. Int J Remote Sens, 32: 9007–9031.
37. Quiroga, A., Fernandez, R. and Noellemeyer, E. 2009. Grazing effect on soil properties in conventional and no-till systems. Soil Till. Res., 105: 164-170
38. Ray, S.S., Singh, J.P., Dasa, G. and S. Panigrahy. 2004. Use of high resolution remote sensing data for generating sitespecific soil mangement plan. Proceedings of The 4th International Society for Photogrammetry and Remote sensing congress. July 12-23, Istanbul, Turkey.

39. Saleh, A. M. 2015. Relationship between vegetation indices of Landsat-7 ETM+, MSS data and some soil properties: case study of Baghdad, Diyala, Iraq. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), 8(2): 18-31.
40. Saxsena, R.K., Verma, K.S., Rajeev Srivastava, Janardan Yadav, N.K., Patel, Nasre, R.A., Barthwal, A.K., Shiwalkar, A.A. and S.L. Londhe. 2003. Spectral reflectance properties of some dominant soils occurring on different altitudinal zones in Uttarancha Himalayas. Agropedology, 13: 35-43.
41. Schimel, D., Stillwell, M.A. and Woodmansee, R.G. 1985. Biogeochemistry of C, N and P in a soil catena of short grass steppe. Ecology, 66: 276-282.
42. Schmidt, M., Torn, W.I., Abiven, M.S., Dittmar, S., Guggenberger, T., Janssens, G., Kleber, I.A., Kogel-Knabner, M., Lehmann, I., Manning, J., Nannipieri, P., Rasse, D.P., Weiner, S. and S.E. Trumbore. 2011. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. Nature, 478 (7367): 49-56.
43. Sierra C.A., Trumbore, S.E., Davidson, E.A., Vicca, S. and I. Janssens. 2015. Sensitivity of decomposition rates of soil organic matter with respect to simultaneous changes in temperature and moisture. J Adv Model Earth Sy, 7: 335-356.
44. Stephens, S.C., Rasmussen, V.P., Ramsey, R.D., Whitesides, R.E., Searle, G.S. and R.L. Newhall. 2005. Remote sensing organic carbon in soil. USU/NASA SGEP Projects; available online (15-09-05) , www.extnasa.usu.edu/link_pages/downloads/remote_sensing_carbon.pdf.
45. Su, Y.Z., Zhao, H.L., Zhang, T.H. and Zhao, X.Y. 2004. Soil properties following cultivation and non-grazing of a semi-arid sandy grassland in northern China. Soil Till. Res., 75: 27–36.
46. Snyman, H.A. and Du Preez, C.C. 2005. Rangeland degradation in a semi-arid South Africa — II: influence on soil quality. J. Arid Environ., 60: 483–507.
47. Vahabi, J. and D. Nikkami. 2008. Assessing dominant factors affecting soil erosion using a portable rainfall simulator. Int J Sediment Res, 23: 376-386.
48. Viscarra Rossel, R.A. 2008. ParLeS: software for chemometric analysis of spectroscopic data. Chemom. Intell. Lab. Syst, 90: 72–83.
49. Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. J Soil Sci, 37: 29-37.
50. Walker SM, Desanker PV. 2004. The impact of land use on soil carbon in Miombo Woodlands of Malawi. Forest Ecology and Management, 203: 345–360.
51. Wen, L., Dong, S., Li, Y., Wang, X., Li, X., Shi, J. and Dong, Q. 2012. The impact of land degradation on the C pools in alpine grasslands of the Qinghai–Tibet Plateau. Plant Soil, 368: 329–340.
52. Wu, R. and Tiessen, H. 2002. Effect of land use on soil degradation in alpine grassland soil, China. Soil Sci. Soc. Am. J., 66: 1648–1655.
53. Xiangfeng, W.and M. Jihua. 2014. Mapping soil organic matter content in field using HJ-1 satellite image. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 30(8): 101-108.
54. Yibing, Q. 2008. Impact of habitat heterogeneity on plant community pattern in Gurbantunggut Desert. Geogr Sci, 14: 447-455.
55. Zare Chahouki, M.A., Khalasi Ahvazi, L. and H. Azarnivand. 2010. Environmental factors affecting distribution of vegetation communities in Iranian Rangelands. Vegetos, 23: 1-15.

Estimating Soil Organic Matter in Semirom Area by Using Satellite Images

M. Fakheri, M. Ahmadi Nadoushan[1], and E. Chavoshi

MSc., Environmental Sciences, Department of Environmental Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran; E-mail: motahar.fakheri@gmail.com

Assistant Professor of Environmental Sciences, Department of Environmental Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran; Waste and Wastewater Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran;
E-mail: m.ahmadi1984@gmail.com

Assistant Professor of Soil Sciences, Department of Environmental Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran; E-mail: chavoshie@yahoo.com

Received: J uly, 2019 and Accepted: February, 2020

Abstract

Soil organic matter is one of the most important physical properties of soil, and is affected by such factors as vegetation, soil properties, and the climate of the region. In order to determine the amount of soil organic matter, after studying satellite images and resource assessment and land capability maps, a part of Semirom region was selected for conducting field studies, and Landsat 8 OLI image was cut in accordance with the border of the study area. Sampling points were chosen through identification of the region and using maps, official statistics, and false-color composite images of the area. Accordingly, 50 soil samples were taken from the surface soil (0-20 cm) and the amount of organic matter, electrical conductivity and pH were measured. To investigate the efficiency of satellite images in determining the amount of soil organic matter, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) were estimated using satellite images and Terrest and ArcGIS 10.5 softwares, and the corresponding maps were developed. The relationship between the organic matter and vegetation indexes was examined using linear regression analysis and correlation coefficient. The results indicated significant correlation higher than 70 % between the organic matter and the vegetation indices. It could be concluded that remote sensing and satellite images can serve as tools for overcoming the limitations of traditional methods and are appropriate for monitoring the quality of soil. Remote sensing allows for displaying the results in terms of temporal and spatial scales, and is especially appropriate for extensive areas.

Keywords: Remote sensing, Normalized Difference Vegetation Index, Soil Adjusted Vegetation Index

[1]. Corresponding author: Department of Environmental sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran