شاخص کیفیت خاک در واحدهای کاربری اراضی با استفاده از مدل ESA

عباس طاعتی[۱]، فریدون سرمدیان[۲]، ، صفورا میرباقری[۳]
۱ و ۳- دانشجوی دکتری و کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندس خاک دانشگاه شهرکرد و ۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین شاخص کیفیت خاک در واحدهای کاربری اراضی در قسمتی از اراضی دشت قزوین اتجام شد. بدین منظور، ۶۱ پروفیل بر اساس الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم حفر و خصوصیات فیزیکی نمونه‌های جمع آوری شده اندازه‌گیری شدند. نقشه کاربری اراضی منطقه نیز بر اساس تصاویر لندست ۷ و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به دست آمد. ارزیابی صحت نقشه تهیه شده نشان داد که صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۸۶/۶۷ و ۰/۸۲ می‌باشد. در مرحله بعد شاخص کیفیت خاک بر اساس مدل ESA در هر واحد کاربری تعیین شد. نتایج نشان داد در واحدهای کاربری اراضی تحت کشت آبی، آیش۱، آیش۲، اراضی دیم و مرتع شاخص کیفیت خاک متوسط و در اراضی شور پایین می‌باشد. کیفیت پایین خاک در اراضی شور را می توان به بافت سنگین خاک و وضعیت نامناسب زهکشی خاک نسبت داد.

واژه های کلیدی: کاربری اراضی، ماشین بردار پشتیبان ، ضریب کاپا، اراضی شور

مقدمه

آگاهی از کیفیت خاک در اراضی کشاورزی و منابع طبیعی برای رسیدن به حداکثر تولید و پایداری محیط زیست به خصوص در کشورهای در حال توسعه ضروری می‌باشد. کیفیت خاک را می‌توان ظرفیت دائم خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت بهره‌برداری‌های متفاوت تعریف کرد. این سیستم حیاتی باید علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک، کیفیت آب و هوا را نیز بهبود بخشد و تأمین کننده سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد (Obade and Lal, ۲۰۱۶). کیفیت خاک از دو جزء تشکیل شده است: کیفیت ذاتی خاک: که بر اثر فاکتورهای تشکیل خاک (خاکسازی) یعنی آب و هوا، توپوگرافی، پوشش گیاهی، مواد مادری و زمان حاصل می‌شوند و بیانگر پتانسیل ذاتی خاک در انجام یک عملکرد خاص می‌باشد و کیفیت دینامیک خاک: که تحت تأثیر چگونگی استفاده و مدیریت انسان است. اگر چه کیفیت خاک به طور مستقیم مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرد، اما امروزه استفاده از شاخص‌های کیفیت خاک کاربرد فراوانی پیدا کرده است (Lima et al.,۲۰۱۶). در این میان شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک با توجه به تأثیر مستقیم بر روی رشد گیاه و ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک، از اهمیت به سزایی در برآورد کیفیت خاک برخوردارند (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۴). ارزیابی کیفیت خاک و در نظر گرفتن تغییرات آن هنگام استفاده از زمین برای کاربری‌های تعیین شده، پیش از بهره‌برداری از زمین ضروری است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به منظور استخراج اطلاعات مورد نیاز و تهیه نقشه شاخص‌های خاک برای اتخاذ تصمیم‌های بهینه، به جزء جدایی ناپذیر مدیریت پایدار اراضی تبدیل شده‌اند.کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف اراضی به دلیل تغییر در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژی خاک و همچنین تخریب اراضی به وسیله انسان تغییر می‌کند، بنابر این با داشتن نقشه کاربری اراضی می توان شاخص کیفیت خاک را در هر واحد به دست آورد (Cruz et al.,۲۰۱۲). ایمبرندا و همکاران (۲۰۱۴) از مدل ESA (Environmentally Sensitive Areas) برای تعیین شاخص کیفیت خاک در استفاده کردند، آن‌ها از ماهواره MODIS برای تعیین شاخص پوشش گیاهی استفاده کردند و نتیجه گرفتند در مناطقی که مقادیر این شاخص بیشتر است کیفیت خاک نیز مطلوب می‌باشد.مدل ESA به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی بیابان زدایی می‌باشد. در این روش، چهار معیار شامل کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، که در این تحقیق از کیفیت خاک استفاده شده است. حبیبی و همکاران (۱۳۹۴) برخی شاخص‌های فیزیکی خاک را با استفاده از سنجش از دور در منطقه بافت استان کرمان مورد ارزیابی قرار دادند و از تصاویر

ماهواره لندست ۸ برای تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده کردند. و بیان داشتند که شاخص پایداری ساختمان خاک منطقه مورد مطالعه در محدوده تخریب قرار دارد و از نظر فراهم کردن آب قابل استفاده گیاه و گنجایش زراعی نسبی در حد مطلوب می‌باشد. هدف این پژوهش تهیه و تعیین شاخص کیفیت خاک با استفاده از مدل ESA در واحدهای کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و GIS می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی دشت قزوین می‌باشد که در محدوده‌ی نصف النهارهای "۰۳ '۱۶ ° ۵۰ تا "۵۰ '۲۱° ۵۰ طول شرقی و مدارهای "۰۵ '۵۹ °۳۵ تا "۳۹ '۰۸ °۳۶ عرض شمالی قرار دارد. وسعت منطقه مورد مطالعه ۱۶۶۱۸ هکتار می‌باشد. ارتفاع دشت از سطح دریا ۱۱۵۰ متر در پایین‌ترین نقطه و ۱۵۰۰ متر در بالاترین نقطه می‌باشد. شرایط آب و هوایی، نوع رسوبات و ترکیبات خاک شرایط مناسبی را برای کشت انواع محصولات کشاورزی در این دشت فراهم آورده است. برای نمونه‌برداری در این مرحله ابتدا موقعیت حفر ۶۱ پروفیل بر اساس الگوی نمونه‌برداری به صورت شبکه منظم بر روی تصاویر Google Earth مشخص با استفاده از GPS مکان دقیق نقاط نمونه برداری در صحرا تعیین و اقدام به حفر و تشریح پروفیل‌ها گردید. و از افق‌های پروفیل‌های مورد نظر نمونه‌برداری به عمل آمده و در نهایت ۲۱۴ نمونه خاک تهیه شد و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی مختلف به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه از داده های سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ مربوط به سال ۲۰۱۱ با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر و PAN ماهواره IRS مربوط به سال ۲۰۰۶ با قدرت تفکیک مکانی ۶ متر استفاده شد. پس از انجام پردازش تصاویر ماهواره‌ای، نقشه کاربری اراضی منطقه، توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان استخراج شد. روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان یا SVM توانایی بالایی در حداقل کردن خطای طبقه‌بندی دارد. برخلاف روش‌های پارامتریک مثل روش بیشترین شباهت که بر اساس نحوه توزیع داده‌های آموزشی مستقیماً و به صورت تجربی میزان خطای طبقه‌بندی نادرست را حداقل می‌کند، در روش SVM احتمال طبقه‌بندی غلط داده‌های طبقه‌بندی نشده که از یک توزیع مشخص و نامعلوم تبعیت می‌کنند حداقل می‌شو. SVM یکی از روش‌های طبقه‌بندی است که تحت تاثیر محدودیت داده‌های آموزشی برای داده‌های سنجش از دوری با ابعاد طیفی وسیع نیست. این روش به طور مستقیم از طریق یک فرآیند بهینه سازی به ایجاد سطح جداکننده (فراصفحه) بین کلاس‌های طیفی می‌پردازد. این سطح جداکننده با مرز بین کلاس‌ها، با استفاده از داده‌های آموزشی محدودی که نزدیکترین فاصله تا یک فراصفحه را دارند و به بردارهای پشتیبان معروف هستند مشخص می‌شود. برای تهیه نقشه کیفیت خاک از مدل ESA استفاده شد (Cosmas et al., ۱۹۹۹). این شاخص کیفیت بر اساس دو پارامتر مقاومت خاک به فرسایش و نفوذپذیری خاک، استفاده می‌شود. این شاخص کیفیت می‌تواند با استفاده از خصوصیات خاک مانند: بافت خاک، زهکشی، عمق خاک، شیب، مواد مادری و درصد سنگریزه ارزیابی شود. هر یک از موارد فوق با استفاده از جدول ۱ ارزیابی شده و با توجه به معادله ۱ امتیاز شاخص خاک اندازه‌گیری شده و با استفاده از جدول ۲ کلاس شاخص کیفیت خاک تعیین می‌شود. در نهایت لایه رستری شاخص کیفیت خاک با استفاده از نرم افزار ArcGIS 10 تهیه گردید.

$$SQI=(\text{بافت خاک}\times\text{شیب}\times\text{زهکشی}\times\text{عمق خاک}\times\text{درصد سنگریزه}\times\text{مواد مادری})^{1/6} \quad (۱)$$

جدول ۱- عوامل مؤثر بر شاخص کیفیت خاک بر اساس مدل ESA (کازمس و همکاران، ۱۹۹۹).

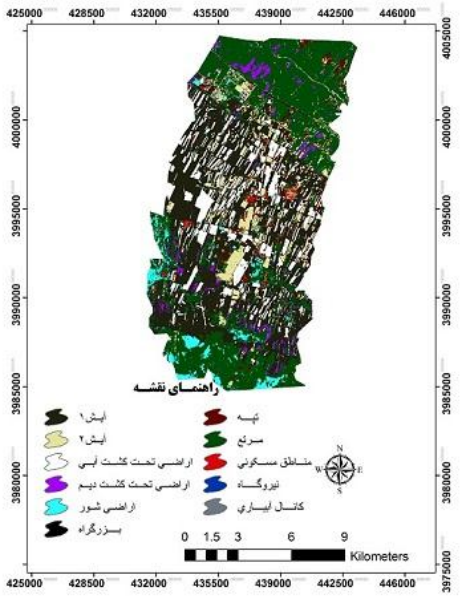
عامل	زیر معیار	شرح	امتیاز
خاک	بافت خاک	L, SCL, SL, LS, CL	۱
		SC, SiL, SiCL	۱/۲
		Si, C, SiC	۱/۶
		S	۲
	زهکشی	نفوذپذیری خوب	۱
		تا حدودی نفوذپذیری	۱/۲
		نفوذپذیری کم	۲
	شیب (٪)	<۶	۱
		۶-۱۸	۱/۲
		۱۸-۳۵	۱/۵
		>۳۵	۲
	مواد مادری	شیل، شیست، بازیک، اولترا بازیک، کنگلومرا	۱
		سنگ آهک، گرانیت، ریولیت، ماسه سنگ	۱/۷
		مارن، پیروکلاستیک	۲
	عمق خاک (cm)	عمیق (>۷۵)	۱
		متوسط (۷۵-۳۰)	۱/۲
		کم عمق (۳۰-۱۵)	۱/۶
		خیلی کم عمق (<۱۵)	۲
	سنگریزه سطحی (٪)	<۶۰	۱
		۶۰-۲۰	۱/۳
		>۲۰	۲

جدول ۲- کلاس شاخص کیفیت خاک بر اساس مدل ESA (کازمس و همکاران، ۱۹۹۹).

	دامنه	کلاس
شاخص کیفیت خاک	<۱/۱۳	کیفیت بالا
	۱/۱۳-۱/۴۵	کیفیت متوسط
	>۱/۴۶	کیفیت پایین

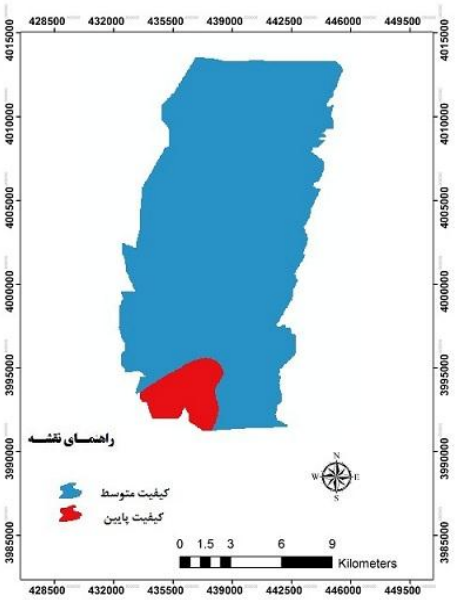
نتایج و بحث

پس از انجام پردازش تصاویر ماهواره‌ای، نقشه کاربری اراضی منطقه، توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان انجام، و کلاس‌های کاربری، اراضی کشاورزی آبی شامل اراضی تحت کشت آبی، آیش۱، آیش۲، بزرگراه، تپه اراضی دیم، کانال آب، مرتع، مناطق مسکونی، نیروگاه و اراضی شور استخراج گردید. شکل ۱ نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نشان می‌دهد. ارزیابی صحت نقشه تهیه شده نشان داد که صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۸۶/۶۷ و ۰/۸۲ می‌باشد. اتوکی و بلشک (۲۰۱۰) نیز در مطالعه‌ای که بر روی ارزیابی الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی در تهیه نقشه کاربری اراضی داشتند نتیجه گرفتند که الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با الگوریتم‌های بیشترین شباهت و درخت تصمیم دارای صحت بالاتری در تهیه نقشه کاربری اراضی می‌باشد.



شکل ۱- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه توسط الگوریتم بیشترین شباهت

شکل ۲ نیز نقشه شاخص کیفیت خاک بر اساس مدل ESA ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشتر سطح منطقه دارای کلاس کیفیت متوسط می‌باشد و فقط قسمت جنوبی منطقه دارای کیفیت پایین می‌باشد. در جدول ۳ نیز کلاس‌های شاخص کیفیت خاک در هر واحد کاربری اراضی آمده است. در اکثر کاربری‌ها کلاس کیفیت خاک متوسط (۱/۴۵-۱/۱۳) می‌باشد و فقط در کلاس کاربری اراضی شور کلاس کیفیت خاک پایین (۱/۴۶>) می‌باشد. دلیل پایین بودن کیفیت خاک در قسمت‌های جنوبی، بالا بودن سطح آب زیرزمینی و زهکشی نامناسب اراضی، همچنین بافت سنگین خاک می‌باشد. کیفیت پایین این اراضی در تولید محصولات تأثیر مستقیم داشته و عملکرد محصول را کاهش می‌دهد و با اقدامات مدیریتی از قبیل ایجاد سیستم زهکشی می توان کیفیت خاک این اراضی را افزایش داد. پرواری و همکاران (۲۰۱۱) شاخص کیفیت خاک را در اراضی هامون سیستان و بلوچستان به دست آوردند. و نتیجه گرفتند که این شاخص در اکثر واحدهای کاربری منطقه متوسط می‌باشد.



شکل ۲- نقشه شاخص کیفیت خاک منطقه مورد مطالعه توسط مدل ESA

جدول ۳- شاخص کیفیت خاک بر اساس مدل ESA در واحدهای کاربری اراضی

اراضی شور	نیروگاه	مناطق مسکونی	مرتع	کانال آب	اراضی دیم	تپه	بزرگراه	آیش ۲	آیش ۱	اراضی تحت کشت آبی	نام کاربری
کیفیت پایین	-	-	کیفیت متوسط	-	کیفیت متوسط	-	-	کیفیت متوسط	کیفیت متوسط	کیفیت متوسط	شاخص کیفیت خاک

منابع

حبیبی، م. شیرانی، ح. کمالی، ا و اسفندیارپور بروجنی، ع. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی شاخص های کیفیت فیزیکی خاک با استفاده از سنجش از دور و زمین آمار در منطقه بافت کرمان، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد پنجم، شماره۱: صفحه های۱۷۲-۱۵۹

Cruz A.B., Castillo R.F., Barra D.B., Castorena C.G. and Baez, A. 2012. Selection and interpretation of soil quality indicators for forest recovery after clearing of a tropical montane cloud forest in Mexico. Forest Ecology and Management, 277: 74-80.

Imbrenda V., Emilio M.D., Lanfredi M., Macchiato M., Ragosta M. and Simoniello, T. 2014. Indicators for the estimation of vulnerability to land degradation derived from soil compaction and vegetation cover. European Journal of Soil Science, 65 (6): 907-923.

Kosmas C., Kirkby M. and Geeson., N. 1999. The Medalus project: Mediterranean desertification and land use, Manual on key indicatos of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Commission, Project ENV4 CT 95 0119 (EUR 18882).

Lima G., Silva N., Freitas F., Candido M., Curi N. and Oliveira, S. 2016. Spatialization of soil quality index in the Sub-Basin of Posses, Extrema, Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental, 20 (1): 78-84.

Obade V.D.P. and Lal, R. 2016. Towards a standard technique for soil quality assessment. Geoderma, 296: 96-102.

Otukei JR, Blaschke T. 2010. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 125: 527-531.

Parvari S.H., Pahlavanravi A., Moghaddam Nia A.R., Dehvari A. and Parvari, D. 2011. Application of Methodology for Mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification in Dry Bed of Hamoun Wetland (Iran). International Journal of Natural Resources and Marine Sciences, 1 (1): 65-80.

Soil quality index in land use units using ESA

A. Taati[1], F. Sarmadian[2], S. mirbagheri[3]
1, 3- Ph.D and M.Sc Students, Department of Soil Science Engineering, University of Shahrekord and 2- Professor, Department of Soil Science Engineering, University of Tehran

Abstract

This study aimed on determining the soil quality index in land use units in a part of Qazvin plain lands. For this purpose 61soil profiles were dug and, the soil sampling was taken based on the regular sampling pattern and the physical properties of the collected samples. The land use map of the area was also obtained based on Landsat 7 images and (SVM). The accuracy of the prepared map showed that the overall accuracy and kappa coefficient were 86.67 and 0.82, respectively. Furthermore, the soil quality index was determined based on the ESA model in each land use unit. The results showed that in land use units under irrigated lands, fallow 1, fallow 2, drylands and rangelands, the soil quality index is moderate and low in saline lands. Low soil quality in saline lands can be attributed to heavy soil texture and inadequate soil drainage.

Key words: Land use, Support Vector Machine, kappa coefficient, Saline land