محور مقاله: فناوری‌های نوین در علوم خاک

استفاده از داده‌های پهپاد در نقشه‌برداری رقومی خاک مناطق با محدودیت داده

صدیقه ملکی[۱*]، فرهاد خرمالی[۲]، محسن باقری بداغ‌آبادی[۳]، جهانگیر محمدی[۴]

[۱] دانش‌آموخته گروه علوم خاک دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳] موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۴] استادیار گروه علوم جنگل دانشکده جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

در روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک داده‌های کمی کیفی برای تخمین بکار می‌روند اما به‌کارگیری این روش‌ها در مناطق با محدودیت داده و عدم دسترسی مناسب بسیار سخت می‌باشد. در نقشه‌برداری رقومی باور بر این است که وجود یک خاک منحصر به فرد در منطقه وابستگی زیادی به متغیرهای محیطی آن منطقه و شناسایی دقیق آن‌ها دارد. بنابراین، در این مطالعه از ۱۹ متغیر محیطی که به دو روش تکنیک عکس‌برداری با پهپاد (UAV) برای تهیه نقشه رقومی ارتفاع (DEM) با قدرت تفکیک مکانی ۰/۳×۰/۳ متر و نیز DEM با قدرت تفکیک ۵×۵ متر بدست آمدند، استفاده گردید. روش نقشه‌برداری رقومی خاک الگوریتم جنگل تصادفی بود که در بخشی از فلات لسی استان گلستان بکار برده شد. سپس دقت نقشه‌های خاک تولید شده با استفاده از دو اندازه پیکسل DEM مورد مقایسه قرار گرفت. مقدار خطای تخمین مدل‌سازی برای سطح گروه بزرگ، به ترتیب ۳۵/۷۱ و ۵۷/۱۴ درصد برای DEM=0.3×0.3 و DEM=5×5 به‌دست آمد. هچنین نتایج دقت بالاتر اجزای سرزمین مستخرج شده از تکنیک UAV را نشان داد. بنابراین می‌توان گفت استفاده از متغیرهای محیطی با دقت بالا می‌توانند تا حدی تعداد کم نمونه خاک در مناطق با محدودیت داده را بهبود بخشیده و نتایج مطلوبی را در سطوح بالای رده‌بندی ارائه دهند.

کلمات کلیدی: پرنده‌های بدون سرنشین، پیش‌بینی کلاس خاک، دقت نقشه، فلات لسی ایران

مقدمه

وجود نقشه‌های خاک از نیازهای اساسی در مطالعات علوم زمین می‌باشد (Pahlevan Rad و همکاران ۲۰۱۴). با وجودی که بیش از ۵۰ سال از شروع مطالعات خاک‌شناسی در ایران می‌گذرد، نقشه‌های خاک کشور به طور کامل تهیه نشده‌اند. با توجه به وسعت زیاد کشور ایران، استفاده از روش‌های مرسوم نقشه‌برداری خاک برای تهیه نقشه‌های خاک کل مناطق کشور با مقیاس مناسب، به دلیل هزینه‌بر و وقت‌گیر بودن بسیار مشکل است. تکنیک‌های نقشه‌برداری سنتی نیازمند تعداد مشاهدات صحرایی زیادی می‌باشند (Stoorvogel و همکاران ۲۰۰۹). بنابراین برای به تصویر کشیدن تغییرات مکانی خاک‌ها با هزینه کمتر و در مدت زمان کوتاه‌تر به گونه‌ای که نقشه‌های قابل قبول از خاک ارائه شود، روش‌های تخمین مکانی خاک با تاکید بر منابع داده‌های قابل دسترس ارائه شده است، که در اصطلاح نقشه‌برداری رقومی خاک نامیده می‌شود (McBratney و همکاران ۲۰۰۳) و بر معادله اسکورپن[۱] استوار می‌باشد. در این معادله ویژگی‌ها یا کلاس‌های خاک با یکسری متغیرهای محیطی (متغیرهای کمکی) ارتباط داده می‌شود. یک جز اصلی معادله اسکورپن فرآیند یادگیری یا به عبارتی مدل پیش‌بینی‌کننده ویژگی‌های خاک یا کلاس خاک می‌باشد.

یکی از این مدل‌ها، مدل جنگل تصادفی (RF) است که شامل رشد دادن مجموعه‌ای از درختان در مدل درخت تصمیم می‌باشد. این مدل دقیق بوده و از لحاظ محاسباتی نیز سریع می‌باشد و به جای رشد دادن یک درخت، تعداد زیادی درخت مثلا صدها یا هزارها درخت، مستقل رشد داده می‌شود (Breiman and Cutler, 2004). در این راستا Pahlevan Rad و همکاران (۲۰۱۴) برای به روز کردن نقشه‌های قدیمی از RF استفاده نمودند، نتایج آن‌ها نشان داد که RF یک روش قابل اعتماد و با دقت مناسب است که با تعداد نمونه کم تخمین قابل قبول ارائه می‌دهد.

* ایمیل نویسنده مسئول: elymaleki@yahoo.com

[1] Scorpan

با تمام مباحث ذکر شده، هنوز در برخی مناطق دنیا به علت عدم وجود داده‌های خاک در دسترس، تکنیک‌های نقشه‌بردرای رقومی به خوبی قابل استفاده نیستند (Stoorvogel و همکاران ۲۰۰۹). اکثر مطالعات در زمینه‌ی نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک در ایران و جهان نیز با استفاده از تعداد داده بیشتر از ۱۰۰ نمونه خاکرخ انجام شده است (به عنوان مثال، Jafari و همکاران (۲۰۱۳) و Abbaszadeh Afshar و همکاران (۲۰۱۸) با ۱۲۶ نمونه به ترتیب در منطقه زرند و بم استان کرمان، Brungard, 2009 با ۳۰۰ مشاهده خاکرخ در مناطق خشک از امریکا و در مقابل مطالعات اندکی (همچون Stoorvogel و همکاران ۲۰۰۹ و Zhu و همکاران ۲۰۰۸)، اقدام به بررسی اثر تعداد نمونه محدود در تهیه نقشه خاک پرداخته‌اند. این در حالی است که برای کشوری مانند ایران که در حال حاضر نگرانی درباره منابع آب و خاک برای تامین مواد غذایی راه‌های مدیریت خاک را تغییر داده است، نیاز به اطلاعات و نقشه‌های خاک بیش از پیش احساس می‌گردد. بنابراین استفاده بهینه از علم نقشه‌برداری رقومی، به کارگیری متغیرهای کمکی دقیق‌تر و استفاده از دانش افراد خبره در زمینه شناسایی خاک بایستی افزون بر تسهیل در مطالعات خاک و انتخاب واحدهای نقشه یکنواخت، منجر به برداشت تعداد نمونه کمتر و کاهش هزینه‌های نمونه‌برداری و آزمایشگاهی در جهت پیش‌برد نقشه‌برداری مناطق با عدم داده در دسترس گردد. از دیگر سو با توجه به اهمیت توپوگرافی به عنوان عامل مهمی در نقشه‌برداری رقومی خاک و تقریبا وجود مدل رقومی ارتفاعی (DEM) برای کل کشور، با توجه به عدم وجود مطالعات خاک برای بخش گسترده‌ای از ایران، انتظار می‌رود که استفاده از DEM و پارامترهای اجزای سرزمین آن، بتواند کمک شایانی در ارتباط با برآورد کلاسه‌ای خاک و یا ویژگی‌های آن‌ها در مناطق مختلف کشور ارایه نماید (باقری بداغ‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۰). اگرچه مطالعات بسیار اندکی در زمینه بررسی اثر دقت DEM بر نتایج نقشه‌برداری کلاس خاک در دنیا صورت گرفته است، اما تعیین اندازه مناسب پیکسل‌ها برای استخراج متغیرهای محیطی در تخمین خصوصیات خاک یک چالش حل نشدنی در نقشه‌برداری رقومی خاک می‌باشد. این در حالی است که موفقیت و صحت تخمین خصوصیات خاک تا حد زیادی به دستیابی به یک DEM مناسب وابسته می‌باشد. در سال‌های اخیر نیز پهپاد به طور گسترده‌ای در کشورهای مختلف در صنایع هوایی نظامی و غیرنظامی همانند نقشه‌برداری مناطق شهری و تولید DEM مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اما لازم به ذکر است این تکنیک به میزان اندکی در مطالعات مربوط به تهیه نقشه سطوح ژئومرفیک و نقشه خاک استفاده گردیده است. این رو در این مطالعه، سعی بر آن است که با استفاده از الگوریتم RF، دانش فرد خبره در جداسازی خاک‌های منطقه و استفاده از تعداد کم مشاهدات خاک، نقشه کلاس خاک در سطح گروه بزرگ خاک در بخشی از منطقه فلات لسی استان گلستان که توپوگرافی یکی از پارامترهای تاثیرگذار در تشکیل خاک‌های منطقه می‌باشد، با استفاده از اطلاعات دو DEM با قدرت‌های تفکیک مکانی متفاوت تهیه شود. بنابراین از تکنیک پرنده‌های بدون سرنشین (UAV) برای تهیه عکس هوایی به روز بخشی از منطقه مطالعاتی برای تهیه DEM و استخراج خصوصیات توپوگرافی بخصوص تهیه نقشه جهت شیب دقیق از آن و همچنین نقشه سطوح ژئومرفیک استفاده شد. تا نتایج آن با روش‌های سریع‌تر و کم هزینه‌تر در مقیاس دقیق استفاده گردد، که در نهایت به عنوان پارامتر ورودی برای تهیه نقشه خاک با استفاده از روش اسکورپن استفاده خواهد گردید.

مواد و روش‌ها

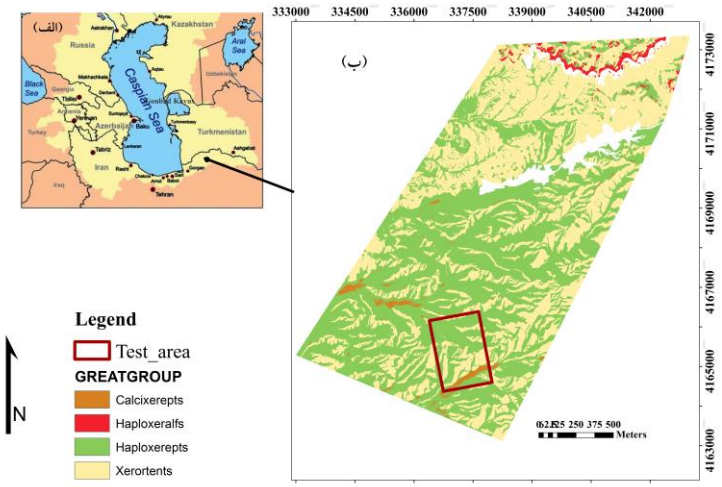
منطقه‌ی مطالعاتی به مساحت تقریبی ۵۳۹۰/۳۷ هکتار در بین طول‌های جغرافیایی "۳۶ '۰۹ °۵۵ تا "۲۶ '۱۳ °۵۵ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۳۷ '۳۶ °۳۷ تا "۴۱ '۴۱ °۳۷ شمالی در فلات لسی استان گلستان قرار گرفته است که پیش از این نقشه خاک آن توسط ملکی و همکاران (۱۳۹۷) در سطح گروه بزرگ تهیه شده است. میانگین بارش و دمای سالانه منطقه به ترتیب ۳۵۰ میلی‌متر و ۱۷ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مطالعاتی، به‌ترتیب، زریک خشک و ترمیک می‌باشند. کاربری زراعی همراه با کشت گندم دیم و مرتع، مهم‌ترین کاربری‌های اراضی موجود در منطقه را شامل می‌شوند. مواد مادری منطقه عمدتا رسوبات لس و لس‌های منتقل شده با آب[2] بوده و در برخی مناطق شیل سیلتی، مارن و آهک نیز مشهود است، سازندهای موجود از نظر سن زمین‌شناسی متعلق به دوران سنوزوئیک و مزوزوئیک هستند.. منطقه تست برای آزمون اثر خصوصیات توپوگرافی به مساحت تقریبی ۲۱۰ هکتار در بین طول‌های جغرافیایی ۳۳۶۶۰۰ تا ۳۳۷۹۰۰ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۴۱۶۵۲۰۰ تا ۴۱۶۶۴۰۰ شمالی انتخاب و اجزای سرزمین از آن استخراج گردید (شکل ۱).

در این پژوهش برای انتخاب محل‌های نمونه‌برداری خاکرخ‌ها از روش مربع لاتین (CLHS[3]) که توسط Minasny and McBratney (۲۰۰۶) معرفی و در نرم‌افزار متلب برنامه‌نویسی شده استفاده گردید. لازم به ذکر است به دلیل عدم وجود اطلاعات پایه و خاکی در ارتباط با منطقه مطالعاتی،

[2] Reworked loess
[3] Conditioned Latin Hypercube Sampling

کلیه نقاط مشخص شده با روش CLHS در صحرا توسط فرد خبره مورد بازبینی قرار گرفت و با توجه به ویژگی‌های خاک‌ساز مهم منطقه تعداد ۱۹ خاکرخ در منطقه تست حفر گردید.

DEM منطقه مطالعاتی با پیکسل‌هایی به ابعاد ۵×۵ متر از خطوط توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شد. لازم به ذکر است که این DEM توسط ۶۰۰ نقطه ارتفاعی برداشت شده در منطقه توسط دوربین تئودلیت تصحیح گردید. همچنین DEM تهیه شده توسط تکنیک UAV دارای قدرت تفکیک مکانی ۰/۳×۰/۳ متر می‌باشد. ویژگی‌های اولیه و ثانویه پستی و بلندی با استفاده از محاسبات روی DEMها در محیط سامانه جغرافیایی SAGA محاسبه و استخراج شد. روش استخراج همه پارامترهای مزبور را، Hengl و همکاران (۲۰۰۴) تشریح کردند. از SAVI[4] (Huete, 1988) به عنوان شاخص پوشش گیاهی استفاده گردید، که از تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به اواخر اسفند ماه ۱۳۹۳ (۲۵ فوریه ۲۰۱۴) با استفاده از نرم‌افزار پردازشی ENVI 4.4 محاسبه شد. واحدهای ژئومرفیک با استفاده از روش تفسیر عکس‌های هوایی (Zinck, 1989) در سطح فاز لندفرم با استفاده از تصاویر ماهواره Quickbird و موزاییک عکس‌های هوایی پهپاد تعیین شدند. در این پژوهش الگوریتم RF با استفاده از نرم‌افزار R اجرا گردید. اگرچه الگوریتم خود اعتبارسنجی انجام می‌دهد ولی در این تحقیق برای بررسی دقت روش، همه نقشه‌های خاک تولید شده به طور مستقل اعتبارسنجی گردید. از این رو پارامترهای دقت کلی و شاخص کاپا برای نقشه خاک نهایی تعیین شد.



شکل ۱. (الف)، موقعیت منطقه مطالعاتی در استان گلستان (ب)، نقشه خاک سطح گروه بزرگ منطقه ۵۳۹۰/۳۷ همراه با نمایشی از منطقه تست

نتایج و بحث

کلاس خاک توسط داده‌های توپوگرافی مستخرج شده از DEM با دقت مکانی ۵×۵ متر و تکنیک UAV با دقت مکانی ۰/۳×۰/۳ متر تهیه گردید.. شاخص کاپا، صحت کلی و درصد خطای OOB برای دو DEM در جدول ۱ ارائه گردیده است. در هر دو مدل، خلوص (درجه یکنواختی بالا)، نتیجه تشخیص روابط بین متغیرها در مدل‌سازی می‌باشد. اما نتایج DEM=0.3×0.3 m دارای شاخص کاپا و صحت کلی ۱۰۰ درصد و میزان OOB بسیار اندک بوده است. با این درجه خلوص بالا، به نظر می‌رسد که DEM مورد استفاده، قابلیت کاربرد در تخمین یک متغیر طبقه‌ای (مانند کلاس خاک) را همراه با تعداد داده خاک محدود به خوبی دارا باشد.

[4] Soil Adjusted Vegetation Index

جدول ۱. نتایج خطای OOB، شاخص‌کاپا و صحت‌کلی نقشه برای سطح گروه بزرگ

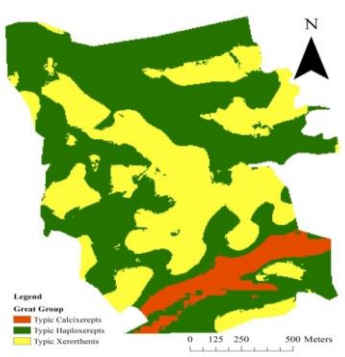
تعداد کلاس	خطای OOB (درصد)		شاخص کاپا		صحت کلی	
	DEM ۰/۳×۰/۳	DEM ۵×۵	DEM ۰/۳×۰/۳	DEM ۵×۵	DEM ۰/۳×۰/۳	DEM ۵×۵
۳	۳۵/۷۱	۵۷/۱۴	۱/۰۰	۰/۶۸	۱/۰۰	۰/۸۰

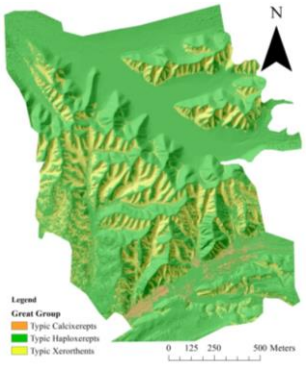
نتایج نشان می‌دهند که بیشترین کاهش در عملکرد پیش‌بینی هر دو مدل، مربوط به کلاس‌هایی از خاک است که دارای فراوانی کمتر در داده‌های آزمون و اعتبارسنجی بوده است (جدول ۲). به‌عبارتی هر چه داده‌های بیشتری برای برازش مدل استفاده شوند، تغییرپذیری کلاس‌های خاک بهتر نشان داده می‌شود و پیش‌بینی کلاس‌های خاک در داده‌های آزمایشی بهتر صورت خواهد پذیرفت.

جدول ۲. نتایج خطای OOB برای هر کلاس در سطح گروه بزرگ

کلاس گروه بزرگ	فراوانی	مساحت (هکتار)		خطای OOB (درصد)	
		DEM ۰/۳×۰/۳	DEM ۵×۵	DEM ۰/۳×۰/۳	DEM ۵×۵
Haploxerepts	۱۰	۱۵۸/۰۱	۱۱۹/۲۸	۲۵/۰۰	۳۷/۵۰
Xerortents	۶	۴۷/۷۶	۷۵/۶۹	۲۵/۰۰	۷۵/۰۰
Calcixerepts	۳	۳/۱۲	۱۴/۱۸	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰

در بین کلاس‌های خاک مورد پیش‌بینی، کلاس Calcixerepts میزان OOB ۱۰۰ درصد را نشان داد زیرا مدل نتوانسته است رابطه این کلاس را با متغیرهای محیطی به‌خوبی برقرار کند و تشخیص مقادیر حدود آستانه برای طبقه‌بندی کلاس‌های خاک را دچار مشکل می‌کند. زیرا حضور کم این گروه بزرگ در داده‌های اعتبارسنجی، ممکن است که باعث شده باشد پیش‌بینی به صورت شانسی و تصادفی انجام شود و در نتیجه، مدل آموزش دیده ضعیف عمل می‌کند. در ارتباط با تفاوت پیش‌بینی و نمایش از این کلاس‌ها در دو نقشه باید اذعان داشت که با توجه به تعداد کم نمونه خاک DEM=0.3×0.3 سعی نموده است با توجه به متغیرهای محیطی و شباهت این بخش دره با دیگر مناطق تنها مناطقی را که در آن نمونه خاکرخ وجود داشته با اطمینان به عنوان کلاس‌های مذکور نمایش دهد. اگرچه دقت پیش‌بینی برای داده‌های اعتبارسنجی مناسب می‌باشد (جدول ۱) اما احتمالا به دلیل تعداد کم داده‌ها نمی‌توان با اطمینان در مورد ضریب صحت و شاخص کاپای ۱ با قطعیت نظر داد. افزایش دقت و کارآیی بهتر مدل برای مناطق با ناهمواری بیشتر (شکل ۲) را می‌توان تاثیرگذاری بهتر و مطلوب‌تر ویژگی‌های به کار رفته در مدل برای این منطقه دانست. نکته جالب توجه در شکل ۲ که احتمالا هر خواننده‌ای از این پژوهش را به فکر وادار می‌نماید، نقشه بدست آمده با استفاده از تکنیک UAV می‌باشد که کاملا با تصویر موزاییک مربوط به منطقه همخوانی دارد و گواه بر دقت پیش‌بینی می‌باشد. با کمی دقت در می‌یابیم که شکل تپه‌ماهورها کاملا با واقعیت زمینی همخوانی داشته، در صورتی‌که نقشه موجود در شکل ۲ قسمت ج این قابلیت را نداشته است.





(الف) (ب) (ج)

شکل ۲. (الف). موزاییک تصاویر تهیه شده در منطقه تست توسط تکنیک UAV، (ب). نقشه پیش‌بینی سطح گروه بزرگ خاک با استفاده از داده‌های DEM=0.3×0.3 m. ج). نقشه پیش‌بینی سطح گروه بزرگ خاک با استفاده از داده‌های DEM=5×5 m

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، ویژگی‌های توپوگرافی و سطوح ژئومرفیک هم به لحاظ منطقی و ریاضی، و هم از نظر تجربی دارای رابطه‌ی نزدیکی با ویژگی‌های خاک در منطقه هستند. بنابراین استفاده از این ویژگی‌ها با دقت و قدرت تفکیک مکانی بالا در شناسایی خاک برخی مناطق می‌تواند تا حد زیادی ضمن افزایش دقت کار و صرفه جویی در هزینه و زمان اطلاعات ارزشمندی را در اختیار مدیران، برنامه‌ریزان و کارشناسان به منظور اعمال مدیریت صحیح در حفاظت از منابع خاک و آب قرار دهد. از دیگر سو، نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از DEM سازمان نقشه‌برداری کشور و تصحیح آن با نقاط ارتفاعی زمینی با توجه به استخراج مولفه‌های توپوگرافی نتایج قابل قبولی بخصوص در سطوح بالای رده‌بندی ارائه داده است. همچنین نقش تصاویر تهیه شده از تکنیک UAV و تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و تهیه نقشه سطوح ژئومرفیک از آن‌ها در سطح فاز لندفرم به عنوان یکی از مهمترین متغیرهای ورودی به مدل نقش بسیار به‌سزایی در افزایش صحت نقشه خاک تولید شده داشته است. لازم به ذکر بهترین انتخاب در تفکیک قدرت مکانی DEM در هر منطقه وابسته به علم پدولوژی و تشخیص خصوصیات پدوژنز و عوامل تاثیرگذار در تشکیل و تکامل خاک خواهد بود. در این صورت با داشتن یک DEM مناسب و دانش کیفی و کمی خاک نتیجه بسیار مناسبی در بهبود تخمین خاک حاصل خواهد شد .

منابع

باقری بداغ‌آبادی، م.، صالحی، م.ح.، محمدی، ج.، تومانیان، ن. و اسفندیارپور بروجنی، ع. ۱۳۹۰. کارآیی مدل رقومی ارتفاع و مشتقات آن در نقشه برداری خاک با استفاده از مدل استنباطی خاک سرزمین (SoLIM). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۵)، ۱۱۱۸-۱۱۰۶.

ملکی، ص.، خرمالی، ف.، باقری بداغ آبادی، م. و محمدی، ج. ۱۳۹۷. ارزیابی دقت نقشه‌برداری رقومی خاک با محدودیت داده در بخشی از فلات لسی استان گلستان. مجله تحقیقات کاربردی خاک، در حال چاپ.

Abbaszadeh Afshar F., Ayoubi Sh., and Jafari A. 2018. The extrapolation of soil great groups using multinomial logistic regression at regional scale in arid regions of Iran. Geoderma, 315: 36–48.

Breiman, L. and Cutler ,A. 2004. Random Forests homepage. Retrieved April 23rd.

Brungard, C.W. 2009. Alternative Sampling and Analysis Methods for Digital Soil Mapping in Southwestern Utah. Thesis for Master of Science, Utah State University, USA, 284p.

Hengl, T., Heuvelink, G.B.M. and Stein, A. 2004. A generic framework for spatial prediction of soil variables based on regression-kriging. Geoderma, 120 (1-2), 75-93.

Huete, A.R. 1988. A soil adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment, 25, 295–309.

Jafari, A., Ayoubi, S., Khademi, H., Finke, P.A. and Toomanian, N. 2013. Selection of a taxonomic level for soil mapping using diversity and map purity indices: A case study from an Iranian arid region. Geomorphology, No of Pages 12.

McBratney, A.B. Mendonc Santos, M.L. and Minasny, B. 2003.On digital soil mapping. Geoderma, 117, 3-52.

Minasny, B. and McBratney, A.B. 2006. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. Computers & Geosciences, 32, 1378–1388.

Pahlavan Rad, M.R., Toomanian, N., Khormali, F., Brungard, C.W., Komaki, C.B. and Bogaert P. 2014. Updating soil survey maps using random forest and conditioned Latin hypercube sampling in the loess derived soils of northern Iran. Geoderma, 232–234, 97–106.

Stoorvogel, J.J., Kempen, B., Heuvelink, G.B.M. and de Bruin, S. 2009. Implementation and evaluation of existing knowledge for digital soil mapping in Senegal. Geoderma, 149, 161–170.

Zinck, J.A. 1989. Physiography and soils. Lecture notes for soil students. Soil Science Division, Soil survey courses subject matter: K6 ITC, Enschede, The Netherlands.

Zhu, A.X., Yang, L., Li, B., Qin, Ch., English, E., Burt, J.E. and Zhou, Ch. 2008. Purposive Sampling for Digital Soil Mapping for Areas with Limited Data. In: Digital Soil Mapping with Limited Data, chapter 12. Springer Science, 223-245.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Using unmanned aerial vehicle data in digital soil mapping of region with limited data

Maleki, S[*1]., Khormali, F[2]., Bagheri Bodaghabadi, M[3]., Mohammadi, j[4].

[1] PhD. graduated, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

[2] Professor, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

[3] Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

[4] Assistant Prof., Forestry Science Department, Faculty of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

Abstract

In digital soil mapping (DSM) approaches apply quantitative and qualitative data for prediction that are difficult to implement in countries with limited data and unsuitable availability. It is believed in digital soil mapping that unique soil conditions (soil types or soil properties) can be associated with unique combination and configuration of environmental variables. Therefore, in this study, 19 environmental variables used that prepared by two methods unmanned aerial vehicle (UAV) technique for preparing of digital elevation model (DEM) with 0.3×0.3m spatial resolution and DEM=5×5. The DSM method was Random Forest algorithm that applying in a part of loess plateau, Golestan Province. Then, the accuracy of soil map which prepared by two pixel size compare. Out of bag (OOB) estimate error of modeling in great group level were 35.71 % and 57.14% for DEM=0.3×0.3 and DEM=5×5, respectively. Also, the results showed high accuracy of the extracted terrain data of UAV technique. Therefore, using high resolution ancillary data with smaller sample size can be led to an effective result in higher taxonomic levels in regions with limited data.

Keywords: Iranian loess plateau, Map accuracy, Soil class prediction, Unmanned aerial vehicle

[*] Corresponding author, Email: elymaleki@yahoo.com