استفاده از داده‌های پهباد در مطالعات نقشه‌برداری رقومی خاک آینده؟ صحت، پوشش و اثرات آن در تهیه نقشه ژئومرفولوژی

صدیقه ملکی[۱]، فرهاد خرمالی[۲]، محسن باقری بداغ آبادی[۳]، جهانگیر محمدی[۴]، مارتین کهل[۵]، درک هافمیستر[۶]، مهران غفاری [۷]

[۱، ۲ و ۴] به ترتیب دانشجوی دکتری علوم خاک، استاد گروه علوم خاک و استادیار گروه علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳] استادیار گروه خاک، مرکز تحقیقات خاک و آب کرج، [۵ و ۶] به ترتیب استاد و استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه کلن، آلمان، [۷] عضو شرکت پارس اطلس، پارک علمی و فناوری خراسان، مشهد

چکیده

ارتباط نزدیک و متقابلی بین موقعیت ژئومرفیک و نحوه‌ی تشکیل و تکامل خاک وجود دارد. چنانچه مطالعات خاک‌شناسی در ارتباط با سطوح ژئومرفیک انجام پذیرند، درک عمیق‌تری از فرآیندهای خاک‌سازی فراهم خواهد گردید. از این رو پژوهش حاضر به بررسی کارایی استفاده از داده‌های پرنده‌های بدون سرنشین (UAV) در کاهش زمان و هزینه‌های تهیه نقشه ژئومورفولوژی در سطح فاز اراضی می‌پردازد. برای این منظور بخشی از منطقه فلات لسی استان گلستان به وسعت ۲۰۰ هکتار انتخاب گردید. نتایج نشان داد که عکس‌های هوایی تهیه شده با استفاده از تکنیک UAV می‌توانند واحدهای ژئومرفیک را به خوبی جدا نمایند. همچنین استفاده از این تکنیک می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش زمان و بازدیدهای صحرایی و افزایش دقت داشته باشد به‌طوری که نتایج حاصل از صحت سنجی نقشه سطوح فاز اراضی نشان داد صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۴ برای نقشه فاز اراضی نهایی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: پرنده های بدون سرنشین (پهباد)، جهت شیب، فاز اراضی، فلات لسی

مقدمه

هرچند درخواست‌های زیادی برای مطالعات تفصیلی خاک وجود دارند، لیکن در بیش‌تر کشورها نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و بزرگ‌تر، بسیار کم تهیه شده‌اند. مطالعات تفصیلی خاک، به غیر از افراد خبره، نیازمند زمان و هزینه‌های تقریبا زیادی می‌باشند (Bagheri Bodaghabadi et al., 2015). این عوامل در نقشه‌برداری خاک برای مقیاس‌های بزرگ به‌شدت نقش محدودکننده دارند. به همین دلیل، پیش‌بینی و برآورد خاک‌ها بر اساس ارتباط خاک و عوارضی که به راحتی در سطح زمین قابل مشاهده و اندازه‌گیری باشند، به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنچه در این بین همواره برای خاک‌شناسان مورد بحث و بررسی است، ارایه‌ی راهکارهایی برای کاهش زمان و هزینه و افزایش دقت نقشه‌های خاک بوده است (باقری بداغ‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۴).

از دیگر سو یکی از پارمتراهای ورودی بسیار تاثیرگذار در مطالعات نقشه‌برداری رقومی خاک، بررسی‌های تشکیل و طبقه‌بندی زمین‌نما و تهیه نقشه ژئومرفولوژی می‌باشد. اصولا خاک و موقعیت ژئومرفیک اثر متقابلی برهم دارند؛ بدین معنی که نه تنها موقعیت ژئومرفیک به درک فرآیندهای خاک‌سازی کمک می‌کند، بلکه خاک شناسی نیز در بررسی فرآیندهای تکامل اشکال زمین مهم است (Gerrard, 1992)، بطوری‌که ارتباط نزدیک و متقابلی بین موقعیت ژئومرفیک و نحوه‌ی تشکیل و تکامل خاک وجود دارد. نتایج مطالعات محققان زیادی نشان داده است که نقشه ژئومرفولوژی، یک ابزار مهم برای روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک است که به افزایش دقت پیش‌بینی کمک می‌کند (Hoffmeister et al., 2016, Moravej et al., 2012, Jafari et al., 2013, Pahlavan Rad et al., 2014).

امروزه آگاهی بر نقش ژئومرفولوژی در خاک‌شناسی، نیاز جدیدتری را می‌طلبد؛ چرا که مطالعات ژئومرفولوژی، در زمینه‌های منابع‌طبیعی تجدید شونده از قبیل گیاه‌شناسی، سنگ‌شناسی، هیدرولوژی، اکولوژی و خاک‌شناسی دخالت دارد.

بنابراین، لازم است نقشه واحدی در ارتباط با ژئومرفولوژی مناطق که جواب‌گوی پرسش‌هایی در زمینه‌های مذکور باشد تهیه شود تا بتوان با مطالعات بنیادی و تلفیق علوم مختلف، کارایی پروژه‌های مربوط را مورد ارزیابی قرار داد.

اگرچه مطالعات انجام شده در فلات لسی استان گلستان نشان می‌دهند که این لس‌ها حاوی اطلاعاتی مفیدی برای تغییر اقلیم و تکامل زمین‌نما دردوره کواترنر می‌باشند (Khormali and Kehl, 2011and Frechen et al., 2009)؛ اما اطلاعات بسیار کمی در مورد تکامل خاک، ژئومرفولوژی و پوشش گیاهی منطقه در دسترس می‌باشد. از طرفی در اقلیم نیمه خشک فلات لسی استان گلستان جهت شیب نقش مهمی را در تکامل خاک از طریق حفظ رطوبت در شیب‌های شمالی ایفا می‌کند؛ به طوری‌که تقریبا شیب‌های جنوبی فاقد پوشش گیاهی و در مقابل شیب‌های شمالی حاوی پوشش‌گیاهی متراکم می‌باشند (شکل ۱). بنابراین شیب‌های شمالی که حاوی پوشش‌گیاهی هستند خاک را در مقابل فرسایش محافظت می‌نمایند و تشکیل خاک‌های اینسپتی‌سویل و در شیب‌های جنوبی انتی‌سویل خواهند داد. روی این سطوح شیب‌دار معمولا پوشیده از خراش‌ها و ترک‌هایی است که مربوط به چرای دام در این نواحی می‌باشد. با توجه به این‌که اغلب اوقات سال، سطح خاک در مقابل بارندگی‌ها بدون پوشش گیاهی می‌باشد که یکی از عوامل تشدیدکننده سیلاب و ایجاد فرسایش در منطقه است از این رو مطالعات دقیق خاک‌شناسی برای به‌دست آوردن اطلاعات در مورد این منطقه ناهمگن و پیچیده لسی برای مدیریت مناسب لس‌ها ضروری بنظر می‌رسد.

شکل۱- نمایی از تاثیر جهات شیب بر پوشش گیاهی در منطقه آق بند عکس الف). گرفته شده توسط نویسنده اواخر خرداد ماه سال ۱۳۹۳، ب) عکس هوایی گرفته شده با استفاده از تکنیک UAV اوایل آذر ماه سال ۱۳۹۴

از این رو هدف از این پژوهش بدست آوردن نقشه سطوح ژئومرفیک در حد فاز اراضی می‌باشد، که در نهایت به عنوان پارامتر ورودی برای تهیه نقشه خاک با استفاده از روش SCORPAN استفاده خواهد گردید. از این رو با توجه به فواصل اندک بین تپه‌ها، پیچیدگی‌های پستی و بلندی و اثر بارز جهت شیب در خاکسازی منطقه از تکنیک سیستم عکسبرداری بدون سرنشین[1] (UAV) برای تهیه عکس هوایی به روز منطقه مطالعاتی استفاده شد. بدین ترتیب دانش موجود در مورد منطقه و استفاده از تکنیک‌های جدید نقشه‌برداری (UAV) در فلات لسی به کار گرفته شدند تا از نتایج آن برای تهیه نقشه خاک منطقه فلات لسی با روش‌های سریع‌تر و کم هزینه‌تر در مقیاس دقیق استفاده گردد.

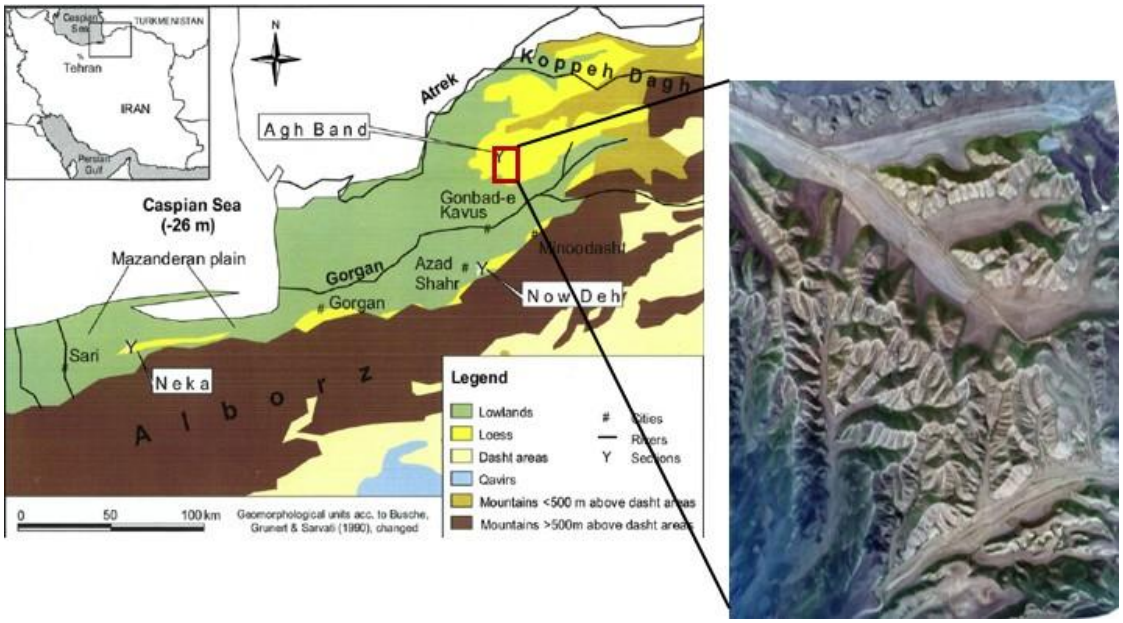
در سال‌های اخیر پهباد به طور گسترده‌ای در کشورهای مختلف در صنایع هوایی نظامی و غیرنظامی همانند نقشه‌برداری مناطق شهری و تولید مدل رقومی ارتفاعی[2] (DEM) مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اما لازم به ذکر است این تکنیک به میزان اندکی در مطالعات مربوط به تهیه نقشه سطوح ژئومرفیک و نقشه خاک استفاده گردیده است. از دیگر سو استفاده از جفت عکس‌های هوایی تهیه شده در سال‌های گذشته برای تهیه نقشه ژئومرفولوژی بسیار استفاده گردیده است (Gruen, 2012, Jafari et al., 2013, and Pahlavan Rad et al., 2014). با این حال این روش با توجه به داشتن قیمت پایین و دستیابی

[1] Unmanned Aerial Vehicle (UAV)
[2] Digital Elevation Model (DEM)

راحت‌تر در جاهایی قابل استفاده می‌باشد که نقشه تهیه شده برای مناطق بزرگ با عدم وجود موانع پروازی و شیب‌های پیچیده باشد. اما استفاده‌های اخیر از تکنیک‌های UAV به عنوانی راهی برای تولید عکس‌های هوایی با دقت بالا در بازه مکانی و زمانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مطالعاتی به مساحت تقریبی ۲۰۰ هکتار در بین طول‌های جغرافیایی "۳۶ '۰۸ °۵۵ تا "۲۶ '۰۹ °۵۵ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۳۷ '۳۷ °۳۷ تا "۴۱ '۳۷ °۳۷ شمالی در فلات لسی استان گلستان قرار گرفته است (شکل ۲). میانگین بارش سالانه‌ی منطقه، ۳۸۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه‌ی آن، ۲۲ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک منطقه‌ی مطالعاتی، به‌ترتیب، زریک خشک و ترمیک می‌باشند. از دیدگاه ژئومرفولوژی، منطقه‌ی مورد مطالعه، دو سیمای سرزمینی مختلف شامل اراضی تپه‌ماهوری[3] و دره[4] را در بر می‌گیرد. کشت آبی گندم و مرتع، مهم‌ترین کاربری‌های اراضی موجود در منطقه را شامل می‌شوند، که به وسیله رسوبات لسی با ضخامت حدود ۷۰ متر پوشیده شده است.



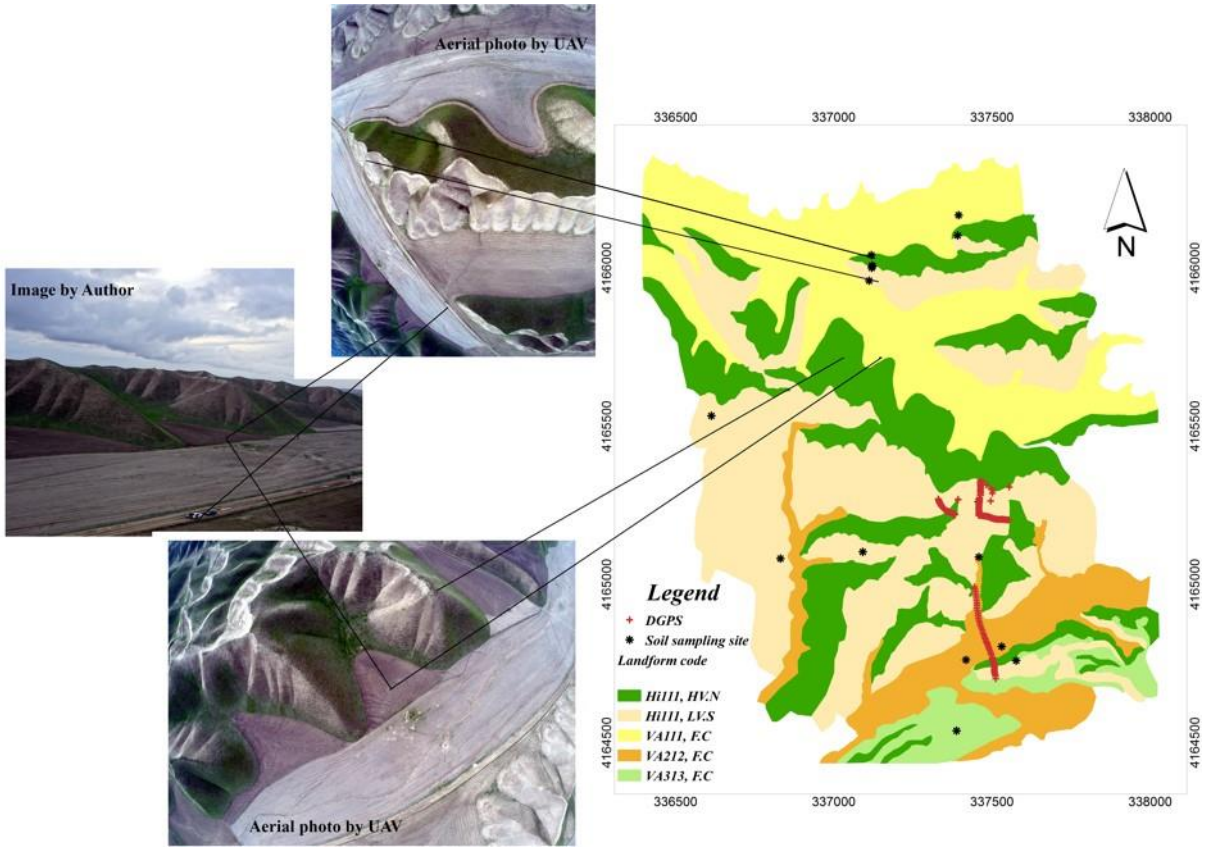
شکل ۲- نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی در کشور ایران و استان گلستان همراه با موزاییک تصاویر عکس‌های هوایی

واحدهای ژئومرفیک با استفاده از روش تفسیر عکس‌های هوایی تهیه شده توسط پهباد براساس روش تومانیان و همکاران (۲۰۰۶) تعیین شدند. در تفکیک واحدها از ارتباط خاک- اراضی استفاده شد و براساس دانش ژئومرفولوژی و با در نظر گرفتن فاکتورهای توپوگرافی و پوشش گیاهی، توزیع و پراکنش اشکال اراضی حاصل گردید. مزیت استفاده از این عکس‌های هوایی علیرغم به روز بودن به لحاظ زمانی و مکانی، رنگی بودن، قدرت تفکیک بالا (رزولوشن ۱۳ سانتی‌متر) این است که برای تفسیر عکس‌ها و برجسته‌بینی نیازی به استفاده از استریسکوپ همانند عکس‌های هوایی گذشته نمی‌باشد. ضمنا استفاده از این عکس‌ها در مرحله تفسیر و ترسیم به صرف زمان کمتری نیاز دارند زیرا از همان ابتدا در محیط نرم‌افزار به صورت رقومی ترسیم می‌گردند و مشکلات هم مقیاس‌سازی و اسکن عکس‌های هوایی قدیمی را ندارند.

[3] Hillslope
[4] Valley

نتایج و بحث

نقشه واحدهای ژئومرفیک منطقه مطالعاتی و راهنمای آن به ترتیب در شکل شماره ۳ و جدول شماره ۱ آورده شده است.



شکل ۳- نقشه سطوح ژئومرفیک، نقاط کنترلی و محل حفر پدون‌ها در منطقه مطالعاتی

جدول ۱- راهنمای واحدهای ژئومورفولوژی تفکیک شده

زمین نما	لندفرم	لیتولوژی	سطح ژئومرفیک	فاز اراضی	علامت	خاکرخ شاهد طبقه‌بندی شده (زیر گروه خاک)
دره	دره وسیع	لس	دشت	مسطح وکشت شده	VA111, F.C	Typic Calcixerepts and Typic Haploxerepts
	دره باریک		دره مسطح در برخی موارد همراه با سطوح فرسایش یافته و فرو افتاده (sinkhole)	مسطح و کشت شده	VA212, F.C	Typic Haploxerepts
	تراس		سطوح هموار و تراس‌های فرسایشی	مسطح و کشت شده	VA313, F.C	Typic Calcixerepts
تپه‌ماهور	تپه‌های با ارتفاع متوسط	لس	سطوحی با شیب تند و کمپلکس	جهت شیب شمالی و پوشش گیاهی مرتعی متراکم	Hi111, HV.N	Typic Haploxerepts
				جهت شیب جنوبی و پوشش گیاهی مرتعی کم تراکم	Hi111, LV.S	Typic Xerortents

جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که براساس طبقه‌بندی فاز اراضی ۵ کد مختلف در محدوده مطالعاتی وجود دارد. نتایج این جدول و خاکرخ‌های حفر شده، حاکی از آن می‌باشد که استفاده از سطح فاز اراضی در این منطقه جهت تهیه نقشه سطوح ژئومرفیک ضرورت دارد. به طوری‌که اگر توجه به اثر جهت شیب در فرآیند خاکسازی در منطقه مطالعاتی صورت نگیرد نقشه کلاس خاک رقومی بدست آمده مناسب نخواهد بود. زیرا دو کد Hi111, HV.N و Hi111, LV.S به ترتیب در دو کلاس خاک اینسپتی‌سویل و انتی‌سویل قرار گرفته‌اند که تنها در سطح فاز اراضی از یکدیگر قابلیت تفکیک داشته‌اند.

۱۷۵ نقطه نیز توسط GPS دو فرکانسه[5] جهت صحت سنجی واحدهای فاز اراضی استخراج شده از تصویر در منطقه مطالعاتی برداشت گردید که نتایج نشان داد مقادیر درصد صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۴ می‌باشند.

با توجه به این‌که توپوگرافی یکی از عوامل بسیار مهم خاکسازی در این منطقه می‌باشد و علیرغم این، بدلیل فواصل بسیار کم تپه‌های این منطقه با یکدیگر، برداشت تصاویر با استفاده از تکنیک UAV نشان داد که این تصاویر می‌توانند پراکنش واحدهای ژئومرفیک را با دقت بالا تعیین کنند. براساس نتایج کسب شده، نقش و اهمیت ویژگی‌های توپوگرافی در مدل‌سازی خاک- زمین‌نما در این منطقه به‌خوبی نمایان می‌باشند (به‌ویژه اثر جهت شیب). بنابراین در آینده نیز می‌توان از DEM بدست آمده از داده‌های UAV نیز برای استخراج لندفرم به روش اتوماتیک استفاده نمود. چنانچه تحقیقات ملکی و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان داد دقت و رزولوشن DEM در بهبود خصوصیات توپوگرافی مستخرج شده از آن بسیار موثر می‌باشد.

به طور کلی اطلاعات بدست آمده توسط تکنیک UAV، علاوه بر این‌که می‌تواند در دقت و صحت نقشه‌های پایه مطالعات خاکشناسی تاثیرگذار باشد؛ می‌تواند عوارض زمین را به طور شبیه‌سازی شده در اختیارکاربران قرار دهد. زیرا در این روش شبیه‌سازی به صورت پرواز بر فراز نقطه انجام می‌شود به طوری‌که با تنظیم ارتفاع و زاویه دید می‌توان عوارض را از جنبه‌های گوناگون مورد بررسی قرار داد که تاثیر قابل توجهی در کاهش بازدیدهای صحرایی و زمان دارد. لازم به ذکر است که بیشتر برنامه‌های مربوط به پهپادها دچار مشکلاتی هستند که این مشکلات ناشی از هزینه زیاد و خارج از برنامه بودن است که این خود باعث از بین رفتن این پروژه‌ها می‌شود.

منابع

باقری بداغ‌آبادی، م.، اسفندیارپور بروجنی، ع.، صالحی، م.ح.، محمدی، ج. و تومانیان، ن. ۱۳۹۴. تاثیر نظر افراد خبره در نقشه‌برداری رقومی خاک و روش نمونه‌برداری. صفحه‌های ۳۷ تا ۴۱. مقالات چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران – پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما ایران، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، کرمان.

ملکی، ص.، خرمالی، ف. و کریمی، ع.ر. ۱۳۹۳. معرفی الگوریتم‌های مختلف جریان، برای تهیه نقشه شاخص خیسی و کربن آلی خاک در بخشی از اراضی لسی، منطقه توشن استان گلستان. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، (۱) ۲۱: ۱۶۲-۱۴۵.

Bagheri Bodaghabadi M., Mart´ınez-Casasnovas J.A., Salehi M.H., Mohammadi J., Esfandiarpoor Borujeni I., Toomanian N. and Gandomkar, A. 2015. Digital soil mapping using artificial neural networks and terrain-related attributes. Pedosphere, 25(4): 580–591.

Frechen M., Kehl M., Rolf C., Sarvati R. and Skowronek A. 2009. Loess chronology of the Caspian Lowland in Northern Iran. Quaternary International, 128(1-2): 220-233.

Gerrard J. 1992. Soil Geomorphology. Chapman and Hall Pub. Company, Landan.

Gruen A. 2012. Development and status of image matching in photogrammetry. Photogramm. Rec, 27: 36–57.

Hoffmeister D., Kramm T., Curdt C., Maleki S., Khormali F. and Kehl M. 2016. Comparison of different landform classification methods for digital landform and soil mapping of the Iranian loess plateau. Geophysical Research Abstracts. Vol. 18, EGU2016-12248-1.

Toomanian, N., Jalalian, A., Khademi, H., Karimian Eghbal, M., Papritz, A., 2006. Pedodiversity and pedogenesis in Zayandeh-rud Valley, Central Iran. Geomorphology 81: 376–393.

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.

[5] DGPS

Khormali F. and Kehl M. 2011. Micromorphology and development of loess-derived surface and buried soils along a precipitation gradient in Northern Iran. Quaternary International, 234: 109–123.

Moravej K., Karimian Eghbal M., Toomanian N. and Mahmoodi Sh. 2012. Comparison of automated and manual landform delineation in semi detailed soil survey procedure. African Journal of Agricultural Research, .7(9).

Pahlavan Rad M.R., Toomanian N., Khormali F., Brungard C., Bayram Komaki Ch. 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.

Using Unmanned Aerial Vehicle in future studies of digital soil mapping? Accuracy, coverage and the effects on preparing of geomorphology map

S. Maleki[1], F. Khormali[2], M. Bagheri Bodaghabadi[3], J. Mohammadi[4], M. Kehl[5], D. Hoffmeister[6], M. Ghaffary[7]
[1 and 2]Department of Soil Science, Faculty of Water and Soil Engineering Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, [3]Department of Soil Science, Soil and Water research Institute of Karaj, Iran, [4]Forestry Department, Gorgan University of Agriculture and Natural Sciences, Gorgan, Iran, [5 and 6] Institute of Geography, University of Cologne, Cologne, Germany, [7] Pars Atlas RS, Khorasan science and technology park, Mashhad, Iran

Abstract

Geomorphology and soil genesis and its development are closely related. Besides, soil-landscape studies provide a better understanding of soil forming processes. Therefore, the present research include investigates assessment of using of unmanned aerial vehicle (UAV) to reduce the time and the cost of geomorphology mapping in land phase level. For this purpose, part of loess plateau of Golestan province were selected with area around 200 ha. The results showed aerial photos that prepared by UAV technique can be abrupt of geomorphic units well. Also, the using of this technique have a significant effect in reducing the time and field checking and increasing precision, so results of the map assessment of land phase showed overall accuracy and kappa index were for final land phase map 0.97 and 0.94, respectively.

Keywords: Unmanned aerial vehicle (UAV), Slope aspect, Land phase, Loess plateau