

اثر مقیاس و نوع سامانه‌ی طبقه‌بندی بر نتایج نقشه‌برداری خاک به روش ژئوپدولوژی (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی دماوند، استان تهران)

زکیه رشیدی کوچی^{۱*} - عیسی اسفندیارپور بروجنی^۲ - علی عباس پور^۳ - اردوان کمالی^۴ - علی اصغر نادری^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۵

چکیده

ژئوپدولوژی، کاربرد روشمند تجزیه و تحلیل سطوح ژئومرفیک برای نقشه‌برداری خاک است که عوارض طبیعی زمین را متناسب با مقیاس، در یک سامانه‌ی سلسله‌مراتبی، منظم و استاندارد می‌نماید. در این راستا تأثیر مقیاس و نوع سامانه‌ی طبقه‌بندی خاک بر قابلیت اعتماد نتایج روش ژئوپدولوژی مورد پژوهش قرار گرفت. برای این منظور، دو محدوده‌ی مشابه A و B پس از تهیه‌ی نقشه‌ی تفسیری اولیه منطقه‌ای به وسعت ۱۵۰۰ هکتار در شرق دماوند بر روی عکس‌های هوایی با دو مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۴۰۰۰۰، انتخاب شدند. سپس، متناسب با مطالعات نیمه‌تفصیلی خاک، به حفر خاک‌رخ در هر کدام از محدوده‌های مشابه مورد نظر اقدام گردید. با تشریح و نمونه‌برداری از همه‌ی افق‌های پیدایشی خاک‌رخ‌های مطالعاتی و انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی نمونه‌ها، رده‌بندی خاک‌رخ‌ها بر اساس سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (تا سطح فامیل) و بر مبنای سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی (تا سطح زیرواحد) نهایی گردید. نتایج، حاکی از تأثیر قابل ملاحظه‌ی مقیاس نقشه‌برداری بر نتایج روش ژئوپدولوژی بود؛ به‌طوری‌که میزان شباهت نسبی خاک‌های دو واحد مشابه گفته‌شده در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰، همواره و در همه‌ی سطوح طبقه‌بندی، کمتر از مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ بود. از سوی دیگر، سامانه‌ی رده‌بندی خاک آمریکایی نسبت به سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی در برآورد میزان شباهت نسبی خاک‌های موجود در ژئوفرم‌های مشابه، از هم‌خوانی بالاتری با روش ژئوپدولوژی برخوردار بود. به‌طور کلی، روش ژئوپدولوژی هنوز قادر به برآورد و تعیین تغییرات کامل خاک‌ها و تعریف دقیق طبیعت بی‌نظم و درهم آن‌ها نمی‌باشد و کارایی این روش، محدود به مقیاس‌های نیمه‌تفصیلی و کوچک‌تر است.

واژه‌های کلیدی: برون‌یابی، روش ژئوپدولوژی، مقیاس، واحدهای مشابه، نقشه‌برداری خاک

مقدمه

شیوه اصطلاحاً^۶ روش ژئوپدولوژی^۶ گفته می‌شود (۲۴).

روش ژئوپدولوژی، نخستین بار به‌وسیله‌ی زینک (۳۳) ابداع و گسترش یافت. این روش، بیانگر کاربرد روشمند تجزیه و تحلیل سطوح ژئومرفیک برای نقشه‌برداری خاک است که تلاش دارد پدیده‌ها و عوارض طبیعی زمین را متناسب با مقیاس در یک سامانه‌ی سلسله‌مراتبی (به‌طور عمده، در بر گیرنده‌ی چهار سطح سیمای زمین^۷، پستی و بلندی^۸، سنگ‌شناسی^۹ و شکل زمین^{۱۰})، منظم و استاندارد نماید (۲۴). به عبارت دیگر، هر سطح از سطوح چهارگانه‌ی گفته‌شده را در مقیاس معینی می‌توان تفکیک نمود (۹). به گفته‌ی دیگر، در روش ژئوپدولوژی، نتایج به‌دست آمده از مطالعات انجام‌شده

نقشه‌برداری خاک، بیانگر تشریح روشمند خاک‌ها در صحرا و گروه‌بندی آن‌ها در قالب واحدهای نقشه، به‌منظور تعیین بهترین کاربری خاک‌ها و نیز نمایش موقعیت آن‌ها بر روی نقشه می‌باشد (۱۸). مرزبندی و تفکیک واحدهای نقشه باید به‌گونه‌ای صورت پذیرد که تفاوت میان آن‌ها حداکثر و تغییرپذیری درونی آن‌ها حداقل باشد (۳۲). استفاده از داده‌های علم ژئومرفولوژی برای ترسیم مرزها یکی از روش‌های مهم تفکیک زمین و واحدهای نقشه می‌باشد که به این

۱، ۳ و ۵- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران گروه علوم خاک،

دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

*- نویسنده مسئول: (Email: Zakiehrashidi@yahoo.com)

۲ و ۴- استادیاران گروه علوم خاک، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)

رفسنجان

6- Geopedologic approach

7- Landscape

8- Relief

9- Lithology

10- Landform

مواد و روش‌ها

انتخاب منطقه‌ی مطالعاتی

با توجه به وضعیت توپوگرافی، زمین‌شناسی و ژئومرفولوژی موجود در منطقه‌ی دماوند که تکرارپذیری اشکال زمین در آن به خوبی دیده می‌شود، منطقه‌ای مناسب در پنج کیلومتری شرق دماوند انتخاب گردید. منطقه‌ی مورد مطالعه با مساحتی حدود ۱۵۰۰ هکتار در حد فاصل طول‌های جغرافیایی "۰۰' ۳۱" ۵۲° تا "۵۸' ۵۱" ۵۳° شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۰۵' ۴۰" ۳۵° تا "۵۶' ۴۱" ۳۵° شمالی و در میانگین بلندی ۱۹۷۰ متری از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). میانگین ۱۴ ساله‌ی (۱۳۷۵ تا ۱۳۸۸) بارش و دمای هوای سالانه‌ی این منطقه، به ترتیب، ۴۴۳/۳ میلی‌متر و ۱۲/۵ درجه‌ی سلسیوس می‌باشند. رژیم‌های دمایی و رطوبتی خاک منطقه‌ی مطالعاتی نیز به ترتیب، مزیک^۳ و زریک^۴ هستند (۲). منطقه‌ی مورد مطالعه شامل دو چشم‌انداز تپه‌ماهور^۵ و دامنه^۶ است (شکل ۱). مواد مادری این منطقه، به‌طور عمده شامل توف سبز و گدازه‌های برشی‌شده‌ی آندزیت-بازالت می‌باشند (۶). سیب، گلابی و دیگر میوه‌های سردسیری، به‌همراه تره‌بار، علوفه، گندم، سیب‌زمینی و لوبیا-سبز از فرآورده‌های عمده‌ی منطقه‌ی مطالعاتی به‌شمار می‌آیند.

تهیه‌ی نقشه‌ی تفسیری اولیه (نقشه‌ی ژئوفرم) منطقه‌ی

مطالعاتی

پس از تدارک لوازم و اطلاعات مورد نیاز شامل عکس‌های هوایی منطقه با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ و ۱:۵۵۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (۴) و ۱:۵۰۰۰۰ (۵) و نقشه‌ی زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (۶)، براساس دیدگاه ژئومرفیک و با توجه به سطوح طبقاتی روش ژئوپدولوژی (۳۳)، نقشه‌ی تفسیری اولیه‌ی منطقه‌ی مطالعاتی به‌صورت مرحله‌ای و از طریق تفسیر استریوسکوپ، یک‌بار با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و بار دیگر با کاربرد عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ تهیه شد. پس از آن، عکس‌های تفسیرشده، اسکن و وارد محیط نرم‌افزار آرک-جی‌آی‌اس^۷ شدند. در مراحل بعد، عکس‌های واردشده به این محیط، با استفاده از نقاط مرجع برداشت‌شده در صحرا و هم‌چنین با کمک گرفتن از تصاویر ماهواره‌ای گرفته‌شده از بخش زمین‌شناسی آمریکا و به روش "اورتو-فتو-ژئورفرنس"^۸ (۲۶)، زمین‌مرجع شدند. با رقومی کردن مرزهای ترسیم‌شده بر روی همه‌ی عکس‌ها، نقشه‌ی اولیه‌ی شکل‌های زمین منطقه‌ی مورد مطالعه ایجاد شد (شکل ۱).

در یک واحد ژئومرفیک به سایر واحدهای مشابه موجود در منطقه‌ی مطالعاتی تعمیم داده می‌شوند. بنابراین، ژئوپدولوژی می‌کوشد تا مطالعات خاک‌شناسی را ساده کند و افزون بر گزینش واحدهای نقشه‌ی یکنواخت و ارایه‌ی الگوی پراکنش خاک‌های یک منطقه، هزینه‌ی انجام مطالعات را کاهش دهد (۳۳).

به‌طور کلی، تغییرات سیمای زمین به مقیاس وابسته‌اند و از نظر سلسله‌مراتبی، سامانه‌های پیچیده‌ای را ایجاد می‌کنند که از تعداد زیادی اجزای ناهمگن دارای روابط غیرخطی تشکیل می‌شوند (۱۵). از سوی دیگر، با توجه به این‌که عوامل خاک‌سازی در طول سیمای زمین به‌طور پیوسته تغییر می‌کنند، خاک‌ها نیز دارای تغییرپذیری مکانی^۱ می‌باشند و به‌گونه‌ای پیوسته تغییر می‌کنند. بارو (۱۰) و سیلا و همکاران (۳۱) عنوان کرده‌اند که مطالعه‌ی تغییرپذیری خاک در مقیاس‌های متعدد می‌تواند در راستای مدل‌سازی و پیشگویی رفتار خاک مفید واقع شود.

از آنجا که ژئوپدولوژی، یک روش سلسله‌مراتبی برای سامان‌دهی و طبقه‌بندی سیمای زمین به حساب می‌آید و میان سطوح آن و مقیاس نقشه‌برداری، رابطه‌ی مستقیم وجود دارد (۹)؛ مقیاس می‌تواند نقش مهمی در تعمیم‌پذیری نتایج حاصل از آن ایفا کند. در سال‌های اخیر پژوهش‌های متعددی در ارتباط با روش ژئوپدولوژی صورت گرفته‌اند (از جمله، مؤمنی (۲۱ و ۲۲)؛ آرکاک و همکاران (۸)؛ شیپانده (۲۸)؛ هنگل و رزیتز (۱۶)؛ بنی‌نعمه و همکاران (۳)؛ فرشاد و همکاران (۱۲)؛ یودامسری (۳۲)؛ اسفندیارپور بروجنی و همکاران (۱۱)) که در بیشتر این پژوهش‌ها تنها به میزان کارایی و قابلیت‌های روش ژئوپدولوژی اشاره شده است. هرچند اسفندیارپور بروجنی و همکاران (۱۱) با پژوهش بر روی تأثیر فاصله‌ی نمونه‌برداری بر دقت نتایج روش ژئوپدولوژی، بهبود کاربرد این روش را برای مقیاس‌های بزرگ، منوط به اضافه نمودن یک سطح جدید با عنوان فاز شکل اراضی^۲ به سطوح چهارگانه‌ی آن دانسته‌اند؛ لیکن احساس نیاز به بررسی اثر مقیاس نقشه‌برداری بر نتایج روش ژئوپدولوژی هم‌چنان به قوت خود باقی است. بنابراین، پژوهش حاضر تلاش می‌کند تا ارتباط و تأثیر دو مقیاس نقشه‌برداری مختلف (۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۴۰۰۰۰) را بر تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی برای واحدهای ژئومرفیک مشابه در منطقه‌ی دماوند (استان تهران) بررسی کند. هم‌چنین، ارزیابی تأثیر نوع سامانه‌ی طبقه‌بندی خاک (سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۹) و طبقه‌بندی جهانی (۱۷)) بر قابلیت اعتماد برون‌یابی موجود در روش ژئوپدولوژی برای واحدهای مشابه، از دیگر اهداف انجام این پژوهش می‌باشد.

3- Mesic

4- Xeric

5- Hill-land

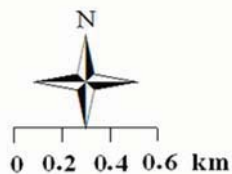
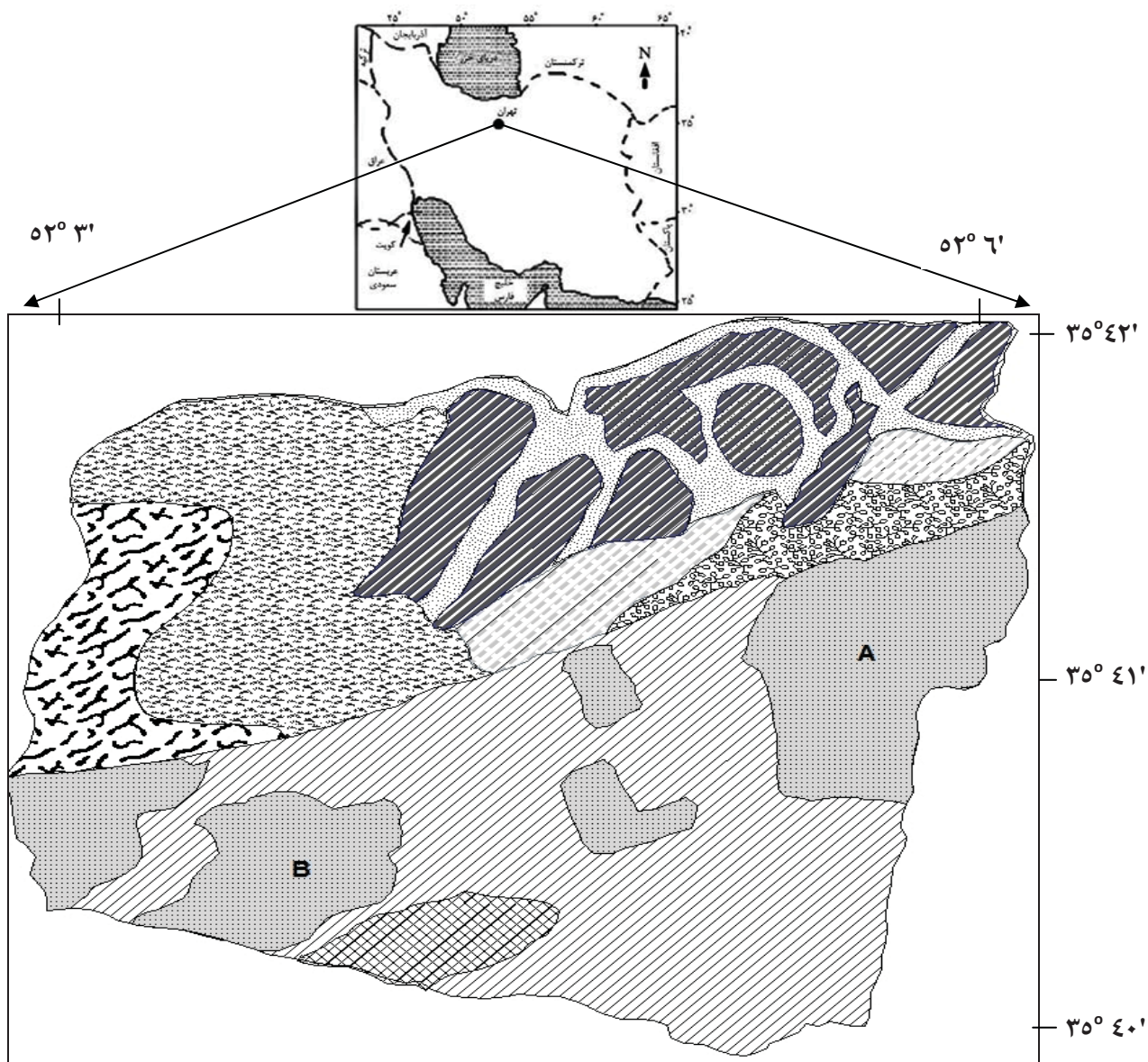
6- Piedmont

7- Arc-GIS 9.3

8- Ortho-Photo-Georeferencing

1- Spatial variability

2- Landform phase



Hi111	کمپلکس قله و شانه‌ی شیب	
Hi112	کمپلکس شیب برگشتی و پای شیب	
Hi211	کمپلکس موقعیت‌های مختلف شیب	
Pi111	مخروط‌افکنه‌های کشت‌شده	
Pi112	مخروط‌افکنه‌های کشت‌نشده	
Pi211	گلاسی‌های کشت‌شده	
Pi212	گلاسی‌های کشت‌نشده	
Pi221	کمپلکس موقعیت‌های مختلف شیب (کشت‌شده)	
Pi222	کمپلکس موقعیت‌های مختلف شیب (کشت‌نشده)	

شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مطالعاتی به همراه نقشه‌ی ژئوform آن (کدهای Hi و Pi، به ترتیب، نشانگر چشم‌اندازهای تپه‌ماهور و دامنه می‌باشند و محدوده‌های A و B، واحدهای ژئومرفیک مشابه انتخاب شده هستند)

مطالعات نهایی

با توجه به نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های خاک، رده‌بندی خاک-رخ‌ها بر اساس سامانه‌ی طبقه‌بندی آمریکایی (۲۹) تا سطح فامیل و بر مبنای سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی (۱۷) تا سطح زیرواحد (شامل توصیف‌کننده‌های پیشوندی و پسوندی) نهایی گردید. در پایان، نتایج طبقه‌بندی خاک‌های موجود در واحدهای ژئومرفیکی مشابه مورد مطالعه، برای هر مقیاس به‌طور جداگانه با استفاده از شاخص شباهت نسبی^۲، مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

شاخص شباهت، همانندی بین دو فرد (جامعه) را بر اساس بود و نبود متغیرها و یا مقادیر کمی یا کیفی ویژگی‌های موجود برای آن‌ها اندازه‌گیری می‌کند (۱۴). شاخص شباهت نسبی، میزان شباهتی از دو نمونه یا جامعه است که با در نظر گرفتن فراوانی نسبی هر کدام از گونه‌ها مشخص می‌گردد. این شاخص از طریق فرمول زیر، میزان شباهت بین دو جامعه (S) را محاسبه می‌کند (۲۰):

$$S = 1 - \sum_{i=1}^k \left(\frac{p_i - q_i}{2} \right) \quad (1)$$

که p_i و q_i ، به ترتیب، نشان‌دهنده‌ی فراوانی نسبی اُمین گونه‌ی موجود در جامعه‌ی اول و دوم (در این مطالعه، محدوده‌های A و B) می‌باشند.

نتایج و بحث

نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های حفَر شده در محدوده‌های A و B در جدول ۱ آورده شده‌اند. طبقه‌بندی این خاک‌رخ‌ها بر اساس دو سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۹) و جهانی (۱۷) در جدول ۲ نشان داده شده‌است.

در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و بر اساس سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی، تمام خاک‌های مشاهده‌شده در محدوده‌های A و B، در راسته‌ی اینسپتی‌سول و بر اساس سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی، در گروه مرجع^۳ کمی‌سول قرار دارند (جدول ۲). لیکن در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰، ۸۷/۵ درصد از خاک‌های محدوده‌ی A، در راسته‌ی اینسپتی‌سول و گروه مرجع کمی‌سول و سایرین در راسته‌ی انتی‌سول و گروه مرجع فلووی‌سول قرار گرفته‌اند. این در حالی است که در محدوده‌ی B، ۱۰۰ درصد خاک‌ها بر اساس سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی در راسته‌ی اینسپتی‌سول قرار گرفته‌اند؛ لیکن بر اساس سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی، ۷۵ درصد آن‌ها در گروه مرجع کمی‌سول و ۲۵ درصد دیگر در گروه مرجع کلسی‌سول واقع شده‌اند (جدول ۲).

از آنجا که یکی از مهم‌ترین هدف‌های این پژوهش، ارزیابی میزان قابلیت اعتماد برون‌یابی موجود در روش ژئودولوژی برای واحدهای مشابه می‌باشد و با توجه به این که چشم‌انداز دامنه، بیشترین سطح از منطقه‌ی مطالعاتی را دربر می‌گیرد (شکل ۱)؛ دو محدوده‌ی (شکل زمین) مشابه A و B از چشم‌انداز گفته‌شده، به صورت تصادفی و به‌عنوان محدوده‌های هدف انتخاب شدند.

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی

پس از کنترل و تصحیح صحرایی حدود مرز واحدهای تفکیک‌شده در نقشه‌ی تفسیری اولیه، متناسب با مطالعات نیمه-تفصیلی خاک (۷)، به حفر خاک‌رخ در هر کدام از محدوده‌های مشابه مورد نظر اقدام گردید. رزیتور (۲۴) بیان می‌کند که در این‌گونه مطالعات (بسته به هدف و سطح دقت مورد نظر)، یک خاک‌رخ به ازای هر ۲۵ تا ۱۰۰ هکتار می‌توان در نظر گرفت. به منظور مدنظر قرار دادن دقت کافی در پژوهش حاضر، به ازای هر ۲۵ هکتار، یک خاک‌رخ حفر شد. بنابراین، با توجه به این مطلب و نظر به مساحت‌های متفاوت محدوده‌های A و B در دو مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ (شکل ۱) و ۱:۵۵۰۰۰ (شکل آن نمایش داده نشده است)؛ به ترتیب، چهار و سه خاک‌رخ در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، و هشت و چهار خاک‌رخ در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ در محدوده‌های A و B حفَر شد. لازم به ذکر است که از خاک‌رخ‌های حفَر شده در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، برای مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ نیز استفاده شد و افزون بر آن، خاک‌رخ‌های جدید حفَر شدند.

خاک‌رخ‌های حفَر شده بر اساس روش‌های ارایه‌شده در راهنمای شناسایی و تشریح خاک‌ها در صحرا (۲۷) تشریح شدند و مطابق با کلید رده‌بندی آمریکایی خاک (۲۹) و طبقه‌بندی جهانی (۱۷) رده‌بندی گردیدند. سپس از همه‌ی افق‌های پیدایشی هر خاک‌رخ، نمونه‌ی خاک تهیه و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند.

نمونه‌های خاک، پس از هوا خشک شدن، کوبیده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. درصد ذرات درشت نمونه‌ها به روش حجمی و با استفاده از الک محاسبه گردید. بافت خاک‌ها به روش هیدرومتری (۱۳) تعیین شد. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک با استفاده از هدایت‌سنج مدل جنوی^۱-۴۵۱۰، اندازه‌گیری اسیدیتته‌ی گل اشباع با استفاده از پهاش‌متر مدل جنوی-۳۵۱۰، میزان کل کربنات‌ها به روش تیتراسیون برگشتی (۱۹)، درصد مواد آلی به روش واکلی و بلاک (۲۳) و ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه‌ها به روش استات آمونیوم (۳۰) اندازه‌گیری شدند.

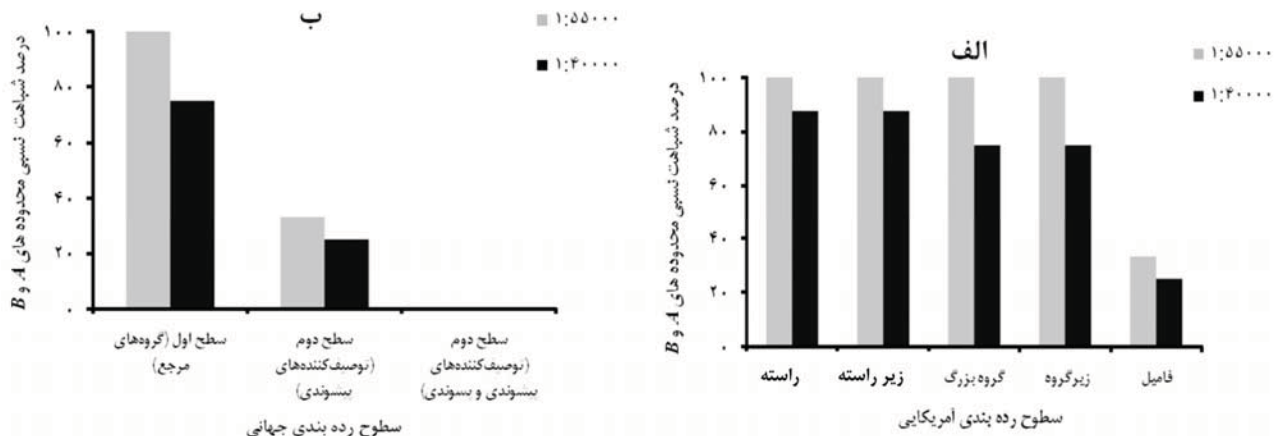
2- Relative similarity

3- Reference Soil Group (RSG)

1- Jenway

جدول ۲- طبقه‌بندی خاک‌رخ‌های حفرشده در محدوده‌های A و B بر اساس دو سامانه‌ی طبقه‌بندی مختلف

نام محدوده	مقیاس	شماره خاک- رخ	نوع سامانه‌ی طبقه‌بندی	
A	۱:۴۰۰۰۰	۱:۵۵۰۰۰	۱	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Fragmental, Mixed, Superactive, Mesic Typic Xerofluvents
			۲	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۳	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۴	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۵	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۶	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۷	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۸	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
B	۱:۴۰۰۰۰	۱:۵۵۰۰۰	۱	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۲	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Fine-loamy, Mixed, Active, Mesic Typic Haploxerepts
			۳	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Fine-loamy, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerepts
			۴	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic Typic Calcixerepts



شکل ۲- شباهت نسبی خاک‌های محدوده‌های A و B در سطوح مختلف دو سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (الف) و طبقه‌بندی جهانی (ب)

موجود میان خاک‌های دو محدوده‌ی A و B در همه‌ی سطوح رده-بندی آمریکایی برای مقیاس ۱:۴۰۰۰۰، کمتر از مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ می‌باشد (شکل ۲-الف). نکته‌ی قابل تأمل این‌که با تغییر مقیاس، بیشترین درصد کاهش شباهت نسبی در سطوح گروه‌بزرگ و زیرگروه رخ داده است؛ زیرا میزان شباهت از ۱۰۰ درصد (در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰) به ۷۵ درصد (در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰) رسیده است. با این حال، کمترین میزان شباهت در سطح فامیل و در حدود ۲۵ درصد می‌باشد که در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ رخ داده است (شکل ۲-الف). در واقع، مد نظر قرار

شکل ۲ میزان شباهت نسبی خاک‌های موجود در دو محدوده‌ی A و B را بر اساس سامانه‌های رده‌بندی آمریکایی (۲۹) و طبقه‌بندی جهانی (۱۷) در دو مقیاس مطالعاتی نمایش می‌دهد.

همان‌گونه که در شکل (۲-الف) و در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ مشاهده می‌گردد، خاک‌های محدوده‌های A و B در سطوح راسته، زیرراسته، گروه‌بزرگ و زیرگروه، کاملاً بر یکدیگر منطبق می‌باشند. اما میزان شباهت میان این مناطق در سطح فامیل به نحو چشم‌گیری کاهش یافته است و به ۳۳/۳ درصد رسیده است. از طرفی، درصد شباهت

همکاران (۱) اظهار می‌دارند که هرچند سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی از دو سطح مختلف در ساختار خود بهره می‌گیرد؛ اما به دلیل انعطاف‌پذیری در استفاده از توصیف‌کننده‌های مختلف، از کارایی بالاتری برای توصیف، تشریح و کلاس‌بندی پیچیدگی‌های مبهم و فازی^۲ چشم‌اندازهای طبیعی خاک برخوردار می‌باشد. چنین موضوعی می‌تواند توجیهی بر پایین‌تر بودن میزان شباهت‌های محاسبه‌شده بر اساس سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی باشد. از طرفی، می‌توان این‌گونه استنباط نمود که سلسله‌مراتب روش ژئوپدولوژی در تفکیک ژئوفرم‌ها، سازگاری بالاتری با سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی نسبت به سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی در یک مقیاس مشخص دارد. زینک (۳۳) نیز بیان داشته است که سلسله‌مراتب موجود در روش ژئوپدولوژی با سطوح شش‌گانه‌ی سامانه‌ی رده‌بندی خاک آمریکایی هم‌خوانی دارند.

در هر حال، رزیتز (۲۴) و یودامسری (۳۲) مناسب‌ترین مقیاس مطالعاتی برای روش ژئوپدولوژی را نیمه‌تفصیلی تا اجمالی بیان نموده‌اند. نکته‌ی جالب توجه در این راستا آن است که رزیتز (۲۴) مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰ را به‌عنوان بازه‌ی مطالعات نیمه‌تفصیلی معرفی نموده است؛ حال آن‌که در ایران، به‌طور معمول، مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰ را به‌عنوان دامنه‌ی مطالعات نیمه‌تفصیلی در نظر می‌گیرند (۷). بنابراین، اگر تعریف پژوهشگران ایرانی از مطالعات نیمه‌تفصیلی را ملاک عمل قرار دهیم، باید گفت که نتایج پژوهش حاضر در دو مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ و ۱:۵۵۰۰۰ نشان می‌دهد که در بازه‌ی مطالعات نیمه‌تفصیلی نیز تغییر مقیاس بر نتایج روش ژئوپدولوژی اثرگذار بوده است. لیکن به نظر می‌رسد که با توجه به نتایج این پژوهش، تعریف رزیتز (۲۴) از مطالعات نیمه‌تفصیلی با واقعیت صحرا و تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی برای واحدهای مشابه، هم‌خوانی بیشتری دارد؛ زیرا درصد شباهت نسبی میان واحدهای مشابه A و B در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ (که بر اساس گفته‌ی رزیتز (۲۴) خارج از بازه‌ی مطالعات نیمه‌تفصیلی است)، کمتر از مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ (که بر اساس گفته‌ی رزیتز (۲۴) در بازه‌ی مطالعات نیمه‌تفصیلی قرار دارد) به‌دست آمده است. افزون بر آن، نتایج این پژوهش، گفته‌های اسفندیارپور بروجنی و همکاران (۱۱) در ارتباط با ویرایش راهکار مورد استفاده در روش ژئوپدولوژی برای مقیاس‌های بزرگ‌تر از نیمه‌تفصیلی را تصدیق می‌کند و افزودن یک طبقه‌ی دیگر به سلسله‌مراتب روش گفته شده را برای تفکیک منطقی‌تر زمین و دستیابی به زیرواحدهای یکنواخت‌تر ضروری می‌داند. انجام این کار با بهره‌گیری از شواهد صحرائی منطقه‌ی مطالعاتی (مانند پوشش گیاهی، درصد ذرات درشت موجود در سطح خاک و غیره) امکان‌پذیر خواهد بود.

دادن جزئیات بیشتری از ویژگی‌های خاک در سطوح پایین‌تر رده‌بندی آمریکایی (مانند فامیل و سری خاک)، موجب آشکارتر شدن طبیعت تغییرپذیر و پیچیده‌ی خاک‌های منطقه‌ی مطالعاتی شده است و به تبع آن، کاهش میزان شباهت میان فامیل‌های خاک موجود در این دو منطقه را برای هر دو مقیاس مطالعاتی رقم زده است.

در شکل (۲-ب) مشاهده می‌گردد که در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، درصد شباهت نسبی میان خاک‌های مناطق A و B بر اساس سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی (۱۷) و در سطح گروه‌های مرجع خاک، ۱۰۰ درصد می‌باشد. برخلاف شباهت نسبی ۱۰۰ درصدی موجود در سطح اول سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی، این شباهت در سطح دوم (و تنها بر مبنای توصیف‌کننده‌های پیشوندی) به ۳۳/۳ درصد کاهش یافته است. چنان‌چه شباهت میان خاک‌های این دو منطقه را در سطح دوم و بر اساس کاربرد با هم توصیف‌کننده‌های پیشوندی و پسوندی در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ بررسی نماییم، در می‌یابیم که میان این خاک‌ها هیچ شباهتی وجود ندارد. در هر حال، سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی نیز همانند سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی، درصد شباهت‌های به‌دست آمده میان خاک‌های محدوده‌های A و B را در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، بیش از مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ برآورد نموده است. به عبارتی، از مقایسه‌ی میزان شباهت‌های به‌دست آمده از سامانه‌های طبقه‌بندی جهانی و آمریکایی در دو مقیاس گفته شده، مشخص می‌گردد که میزان شباهت برآورد شده میان دو محدوده‌ی مطالعاتی در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، همواره و در همه‌ی سطوح، بالاتر از مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ قرار گرفته است (شکل ۲).

رزیتز (۲۵) سطح اول سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی (۱۷) را از نظر مفهومی، معادل با سطوح راسته و زیرراسته در سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۹) معرفی نموده است؛ حال آن‌که سطح دوم سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی (۱۷) را به شرط استفاده از یک توصیف‌کننده^۱ معادل با سطح گروه‌بزرگ و در صورت استفاده از چندین توصیف‌کننده، همسان با سطح زیرگروه از سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۹) می‌داند. بر این اساس، تنها در مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ ملاحظه می‌شود که میزان شباهت نسبی سطوح راسته و زیرراسته با سطح اول سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی برابر می‌باشند و مقایسه‌ی سطح زیرگروه سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (به دلیل استفاده از چندین توصیف‌کننده در این پژوهش) با سطح دوم سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی (جدول ۲)، هرگز استنباط رزیتز (۲۵) را القا نمی‌کند؛ زیرا میزان شباهت نسبی موجود بین دو محدوده‌ی A و B در سطح زیرگروه برای مقیاس‌های ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۴۰۰۰۰، به ترتیب، ۱۰۰ و ۷۵ درصد است؛ حال آن‌که در سطح دوم سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی و تنها بر مبنای استفاده از توصیف‌کننده‌های پیشوندی، میزان این شباهت بسیار کمتر برآورد شده است (شکل ۲). اسفندیارپور بروجنی و

نتیجه گیری

کوچک تر (مانند اجمالی) می باشد؛ لیکن در مقیاس نیمه تفصیلی نیز روش ژئوپدولوژی، تنها تا سطح زیرگروه می تواند میزان شباهت قابل قبولی را برای دو واحد ژئومرفیک مشابه تخمین بزند و برای سطوح پایین تر سامانه‌ی رده بندی آمریکایی (مثل فامیل خاک)، کارایی این روش در هاله‌ای از ابهام قرار می گیرد. به عبارت دیگر، عدم دست یابی به خاک‌های یکسان در سطح فامیل سامانه‌ی رده بندی آمریکایی (و یا سطح دوم سامانه‌ی طبقه بندی جهانی) برای شکل‌های زمینی مشابه، بیانگر این حقیقت است که روش ژئوپدولوژی هنوز قادر به برآورد و تعیین تغییرات کامل خاک‌ها و تعریف دقیق طبیعت بی نظم و درهم آن‌ها نمی باشد.

نتایج روش ژئوپدولوژی با تغییر مقیاس مطالعاتی، دستخوش تغییر می شوند و منجر به تفاوت‌های تاکسونومیکی (به خصوص در سطوح پایین تر سامانه‌های طبقه بندی خاک) در واحدهای ژئومرفیک مشابه می گردند. به همین دلیل، میزان اعتبار نتایج روش ژئوپدولوژی، شدیداً وابسته به مقیاس می باشد. از سوی دیگر، سامانه‌ی رده بندی خاک آمریکایی نسبت به سامانه‌ی طبقه بندی جهانی در برآورد میزان شباهت نسبی خاک‌های موجود در ژئوفرم‌های مشابه، از هم‌خوانی بالاتری با روش ژئوپدولوژی برخوردار می باشد. در هر حال، کارایی بهتر روش ژئوپدولوژی، محدود به مقیاس‌های نیمه تفصیلی و یا

منابع

- ۱- اسفندیارپور بروجنی ع.، فرپور م. ه. و کمالی ا. ۱۳۹۰. بررسی کارایی دو سامانه‌ی رده بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با طبقه بندی خاک‌های شور استان کرمان. نشریه‌ی آب و خاک ۲۵ (۵): ۱۱۷۱-۱۱۵۸.
- ۲- بنایی م. ح. ۱۳۷۷. نقشه‌ی رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مؤسسه‌ی تحقیقات خاک و آب کشور.
- ۳- بنی نعمة ج. مؤمنی ع. هتّمان ر. و فرشاد ع. ۱۳۸۴. استفاده از روش ژئوپدولوژی و سنجش از دور به منظور طبقه بندی تناسب اراضی برای تولید علوفه در منطقه‌ی روضه‌چای. نهمین کنگره‌ی علوم خاک ایران، ۹-۶ شهریور، دانشگاه تهران. صفحه‌های ۳۵۰-۳۴۸.
- ۴- سازمان نقشه برداری کشور. ۱۳۸۱. نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، بلوک ۳۶ تهران.
- ۵- سازمان نقشه برداری کشور. ۱۳۸۴. نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، بلوک ۱۵ تهران.
- ۶- سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۷۵. نقشه‌ی زمین شناسی ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، برگه‌ی شماره‌ی ۶۴۶۱ دماوند.
- ۷- صالحی م. ح. و خادمی ح. ۱۳۸۷. مبانی نقشه برداری خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- 8- Arcak C., Ozden s., Kurucu Y., Altinbas U., Bolca M. and Turk T. 2002. Estimation of degradation risk on mass movement-prone areas of Senirkent and GIS&RS-aided modeling and mapping of susceptible zones using Direct-He uristik Technique [Online]. http://www.toprak.org.tr/isd/can_41.htm.
- 9- Bani-Nemeh J. 2003. Land evaluation for land use planning with especial attention to sustainable fodder production in the Roozeh-Chaie catchment of Orumieh area, Iran. Msc. Thesis, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.
- 10- Burrough P. A. 1983. Multiscale source of spatial variation in soil. The application of fractal concept to nested levels of soil variation. *Journal of Soil Science*, 34: 577-597.
- 11- Esfandiarpour Borujeni I., Salehi M. H., Toomanian N., Mohammadi J. and Poch R.M. 2009. The effect of survey density on the results of geopedological approach in soil mapping: a case study in the Borujen region, Central Iran. *Catena* 79: 18-26.
- 12- Farshad A., Udomsri S., Yadav R. D., Shrestha D. P., and Sukchan S. 2005. Understanding geopedologic is clue for improving the management of salt-affected soil in NongSuang district, NakhonRatchasima. Land Development Department, Thailand.
- 13- Gee G. W. and Bauder J. W. 1986. Particle size analysis. PP. 383-411. In: Klute, A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 1*, Am. Soc. Agron. Inc, Mdison, WI, USA.
- 14- Gower J. C. 1971. General coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, 27: 857-874.
- 15- Hay G. J., Marceau D. J. and Bouchard A. 2002. Modeling multi-scale landscape structure within a hierarchical scale-space framework. ISPRS Commission IV Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications. July 9-12. Ottawa, Canada, pp. 532-535.
- 16- Hengl T. and Rossiter D. J. 2003. Supervised landform classification to enhance and replace photo-interpretation in semi-detailed soil survey. *Soil Science Society of America Journal*, 67: 1810-1822.
- 17- IUSS Working Group WRB. 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007.

- World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- 18- Kolay A. K. 2000. Basic concepts of soils science. 2nd ed. New AGE International Publishers, 420 pp.
 - 19- Loeppert R. H. and Suarez D.L. 1996. Carbonate and gypsum. In D.L. Sparks. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3. Am. Soc. Agron. Inc, Madison, WI, USA. PP. 437-474.
 - 20- Manly B.F.J. 2004. Multivariate Statistical Methods: A primer (3rded.). Chapman and Hall, CRC, London, 215 pp.
 - 21- Momeni A. 1994. Assessment of the prevailing irrigation practice and their relation to soil, using remote sensing and GIS in the Hamadan area (Iran). MSc. Thesis, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
 - 22- Momeni A. 1999. Soil quality changes under long-term when cultivation in the Marvdasht plain, south-central Iran. Ph.D dissertation, GentUniversity, Gent, Belgium.
 - 23- Nelson D. W. and Summers L. E.1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of soil Analysis. Part 3, Am. Agron. Inc, Madison, WI. USA. PP. 961-1010.
 - 24- Rossiter D. G. 2000. Methodology for Soil Resource Inventories, Lecture notes, 2nd Revised Version. Soil Science Division, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
 - 25- Rossiter D. G. 2001. Principles of Soil Classification. Lecture Notes, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, the Netherlands.
 - 26- Rossiter D. G. and Hengl T. 2001. Technical notes: creating geometrically correct photo-interpretation, photo-mosaics, and base maps for a project GIS. <http://www.itc.nl/rossiter>.
 - 27- Schoenberger P. J., Wysocki D. A., Benham E. C. and Broderon W. D. (Eds.). 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils (2nded.). Natural Resources Conservation Service. National soil survey Center, Lincoln. Ne, 228 pp.
 - 28- Shepande C. 2002. Soil and land use with particular attention to land evaluation for selected land use types in the lake Neivasha Basin, Kenya. International Institute for aerospace survey and earth sciences(ITC), Enschede, the Netherlands. 106 p.
 - 29- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy (11th ed.). NRCS, USDA, USA.
 - 30- Sumner M.E. and Miller W.P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: D.L. Sparks (Ed.), Methods of soil analysis, Part 3. American Society of Agronomy, Inc., Madison, WI, USA, pp. 1201-1229.
 - 31- Sylla M., Stein A., Van Mensvoort M. E. and can Breemen N. 1996. Spatial variability of soil actual and potential acidity in the mangrove agroecosystem of West Africa. Soil Science Society of American Journal, 60: 219-229.
 - 32- Udomsri S. 2006. Application of computer assisted geopedology to predictive soil mapping and its use in assessing soil erosion prone areas: a case study of DoiAngKhang, AngKhang Royal Agricultural Station, Thailand. MSc. Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.
 - 33- 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.

Effect of Scale and Type of Classification System on the Results of Soil Mapping Using Geopedologic Approach (A Case Study: Damavand Region, Tehran Province)

Z. Rashidi Koochi^{1*} - I. Esfandiarpour Borujeni² - A. Abbaspour³ - A. Kamali⁴ - A.A. Naderi⁵

Received: 06-02-2012

Accepted: 26-08-2012

Abstract

Geopedology is a systematic approach to analyze the geomorphic levels for soil mapping which organizes natural terrains in a hierarchical order in accordance with their scale. Hereon, the effect of mapping scale and kinds of soil classification system on the reliability of the geopedologic approach was investigated. In view of that, after air-photos interpretation (1:55,000 and 1:40,000 scales) of an area (1500 ha) on the east of Damavand, two similar delineations (named A and B) were selected on the geoform map. Then, some pedons were dug in the similar geoforms based on semi-detailed soil surveys. The pedons were classified up to the family level according to Soil Taxonomy and up to the subunit level (including suffix and prefix qualifiers) based on WRB soil classification systems. This was the conducted when description and sampling from all genetic horizons and physical and chemical analyses had been already done. The results showed that mapping scale affected the results of the geopedologic approach significantly, so that relative similarity in all taxonomic levels was lower in 1:40,000 scale than the 1:55,000 scale for all studied pedons. Besides, Soil Taxonomy was more adaptable than WRB in predicting the relative similarity among soils in the same geoforms. On the whole, the geopedologic approach is still not able to estimate and determine the complete variability of soils and define their chaotic nature precisely, and the performance of this approach is limited to semi-detailed surveys and smaller ones.

Keywords: Generalization, Geopedologic approach, Scale, Similar units, Soil mapping

1,3,5- MSc. Student and Assistant Prof., Dept. of Soil Sci., Faculty of Agri., Technol. University of Shahrood, respectively

(*-corresponding Author Email: Zakiehrashidi@yahoo.com)

2,4- Assistant Prof., Dept. of Soil Sci., Faculty of Agri., Vali-e-Asr University of Rafsanjan