

## تأثیر نوع شکل اراضی بر نتایج روش ژئوپدولوژی در نقشه‌برداری خاک‌های منطقه‌ی دماوند

زکیه رشیدی کوچی<sup>\*۱</sup> - عیسی اسفندیاریپور بروجنی<sup>۲</sup> - علی عباس‌پور<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲۸

### چکیده

ژئوپدولوژی، یک کاربرد طبقه‌بندی‌شده از تجزیه و تحلیل سطوح ژئومرفیک برای نقشه‌برداری خاک است که به‌منظور صرفه‌جویی در زمان و هزینه، نتایج حاصل از مطالعات انجام‌شده در یک واحد ژئومرفیک را به سایر واحدهای مشابه موجود در منطقه‌ی مطالعاتی تعمیم می‌دهد. پرسش مهم این است که این برون‌یابی داده‌های خاک تا چه حد می‌تواند صحیح و قابل اعتماد باشد؟ در این راستا، تأثیر نوع شکل اراضی بر قابلیت اعتماد نتایج روش ژئوپدولوژی مورد پژوهش قرار گرفت. برای این منظور، منطقه‌ای به وسعت ۱۵۰۰ هکتار در شرق دماوند انتخاب شد. پس از تهیه‌ی نقشه‌ی تفسیری اولیه‌ی منطقه‌ی مطالعاتی بر روی عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، دو محدوده‌ی مشابه از سیمای اراضی پیدمونت (دامنه) و دو محدوده‌ی مشابه از سیمای اراضی تپه‌ماهوری انتخاب گردیدند. سپس، متناسب با مطالعات نیمه‌تفصیلی خاک، به حفر خاک‌رخ در هر کدام از محدوده‌های مشابه مورد نظر اقدام شد. با تشریح و نمونه‌برداری از تمامی افق‌های ژنتیکی خاک‌رخ‌های مطالعاتی و انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی نمونه‌ها، رده‌بندی خاک‌رخ‌ها بر اساس سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (تا سطح فامیل) نهایی شد. نتایج، حاکی از تأثیر قابل ملاحظه‌ی نوع شکل اراضی بر نتایج روش ژئوپدولوژی بود؛ به طوری که هرچند نوع واحد نقشه‌ی اشکال اراضی مشابه، یکسان بود، لیکن میزان شباهت تاکسونومیکی خاک‌های دو محدوده‌ی مشابه موجود در تپه‌ماهورها نسبت به پیدمونت‌ها، در تمام سطوح سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی، کمتر بود. دلیل احتمالی این موضوع را می‌توان به تغییرات بیشتر شیب در اراضی تپه‌ماهوری (نسبت به اراضی پیدمونت) و در نتیجه، تغییرپذیری مکانی بیشتر طبیعت خاک‌های موجود بر این‌گونه اراضی مرتبط دانست.

**واژه‌های کلیدی:** برون‌یابی، روش ژئوپدولوژی، شکل اراضی، واحدهای مشابه، نقشه‌برداری خاک

### مقدمه

داشته‌اند که خاک‌ها با اشکال اراضی<sup>۶</sup> که بر روی آن‌ها تشکیل می‌شوند و تکامل می‌یابند، به شدت ارتباط نزدیک و متقابل دارند. ایشان همچنین اعتقاد دارند که تغییرپذیری خاک، تابعی از موقعیت مکانی یا واحد ژئومرفیک خاک می‌باشد که الگو و مقدار این تغییرات، به موقعیت استقرار خاک در سیمای اراضی، نوع خاک و ویژگی‌های مختلف آن بستگی دارد. قیومی محمدی (۸) اعلام می‌دارد که هر نوع شکل اراضی و هرگونه خاکی در یک محیط خاص تشکیل می‌شود و در هر محیط تشکیل (فضای مرفوژنیک)، فرآیندهای مشخصی عمل می‌نمایند. فرشاد و همکاران (۱۱) اظهار می‌دارند که ورود داده‌های ژئومرفولوژیکی در مراحل مختلف عملیات نقشه‌برداری خاک می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار قرار دهد. ایشان ژئومرفولوژی را یک سازماندهی مناسب برای کاربرد در نقشه‌برداری خاک بر می‌شمرند. به‌طور کلی، مطالعات خاک-ژئومرفولوژی، مفاهیمی را برای درک

از آن‌جا که خاک‌ها قسمت خارجی پوسته‌ی زمین را تشکیل می‌دهند؛ هر تغییری در فرایندهای ژئومرفیکی، فرایندهای خاک‌سازی را متأثر می‌سازد (۷). در واقع، هر فرآیندی که با توزیع خاک‌ها بر روی سطح زمین در ارتباط باشد، مفاهیم اصطلاحات ژئومرفیک را در بر می‌گیرد (۹). جرارد (۱۲) عقیده دارد که خاک‌ها وابستگی شدیدی به موقعیت‌های مختلف سیمای اراضی<sup>۴</sup> دارند و به همراه این عقیده، مفهوم کاتنا<sup>۵</sup> را مد نظر قرار داد. شائتزل و آندرسون (۲۱) نیز بیان

۱-۳ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

(\*) نویسنده مسئول: (Email: zakiehrashidi@yahoo.com)

۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

4- Landscape  
5- Catena

6- Landforms

خاک‌ها و تکامل آن‌ها دارد. بنابراین، با توجه به اثرپذیری روش ژئوپدولوژی از ژئومرفولوژی و اشکال سطح زمین، هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی اثر نوع شکل اراضی بر قابلیت اعتماد تعمیم-پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی برای واحدهای مشابه در منطقه‌ی دماوند می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه‌ی مطالعاتی

منطقه‌ی مورد مطالعه با مساحتی حدود ۱۵۰۰ هکتار در حد فاصل طول‌های جغرافیایی "۰۰' ۳" ۵۲° تا "۵۸' ۵" ۵۲° شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۰۵' ۴۰" ۳۵° تا "۵۶' ۴۱" ۳۵° شمالی و در متوسط ارتفاع ۱۹۷۰ متری از سطح دریا در پنج کیلومتری شرق دماوند، استان تهران، واقع شده است (شکل ۱). میانگین بارش و دمای هوای سالانه‌ی این منطقه، به ترتیب، ۴۴۳/۳ میلی‌متر و ۱۲/۵ درجه‌ی سلسیوس می‌باشند. رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک منطقه‌ی مطالعاتی نیز به ترتیب، مزیک<sup>۴</sup> و زیریک<sup>۵</sup> هستند (۲). منطقه‌ی مزبور شامل دو سیمای اراضی تپه‌ماهوری<sup>۶</sup> و پیدمونت (دامنه)<sup>۷</sup> است (شکل ۱). مواد مادری این منطقه، به‌طور عمده شامل توف سبز و گدازه‌های برشی‌شده‌ی آندزیتی - بازالتی می‌باشند (۴). سیب، گلابی و دیگر میوه‌های سردسیری، به همراه تره‌بار، علوفه، گندم، سیب‌زمینی و لوبیاسبز از محصولات عمده‌ی منطقه‌ی مطالعاتی محسوب می‌گردند.

### تهیه‌ی نقشه‌ی ژئوفرم منطقه

پس از تدارک لوازم و اطلاعات مورد نیاز شامل عکس‌های هوایی منطقه با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ (۳)، نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (۵) و نقشه‌ی زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (۴)، بر مبنای سطوح طبقاتی روش ژئوپدولوژی (۲۸)، نقشه‌ی تفسیری اولیه‌ی منطقه‌ی مطالعاتی از طریق تفسیر استریوسکوپی عکس‌های هوایی تهیه شد. با توجه به این‌که رزیتور (۱۸) و یودامسری (۲۵) مناسب‌ترین مقیاس مطالعاتی برای روش ژئوپدولوژی را نیمه‌تفصیلی (مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰) بیان نموده‌اند، بنابراین در پژوهش حاضر از عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ استفاده شده است. سپس، عکس‌های تفسیرشده، اسکن و وارد محیط نرم‌افزار آرک-جی‌آی‌اس<sup>۸</sup> شدند.

پراکنش خاک، تشکیل خاک و توصیف تغییرپذیری مکانی خاک به وجود می‌آورند (۲۶) و نقش مهمی در نقشه‌برداری و طبقه‌بندی خاک‌ها دارند؛ بدین معنا که با ثابت نگه‌داشتن سایر شرایط، می‌توان روندهای مشابهی از تکامل را در خاک‌های واقع بر سطوح ژئومرفولوژیکی یکسان، انتظار داشت (۱۶). در همین راستا، روش ژئوپدولوژی توسط زینک (۲۸) ارائه شده است.

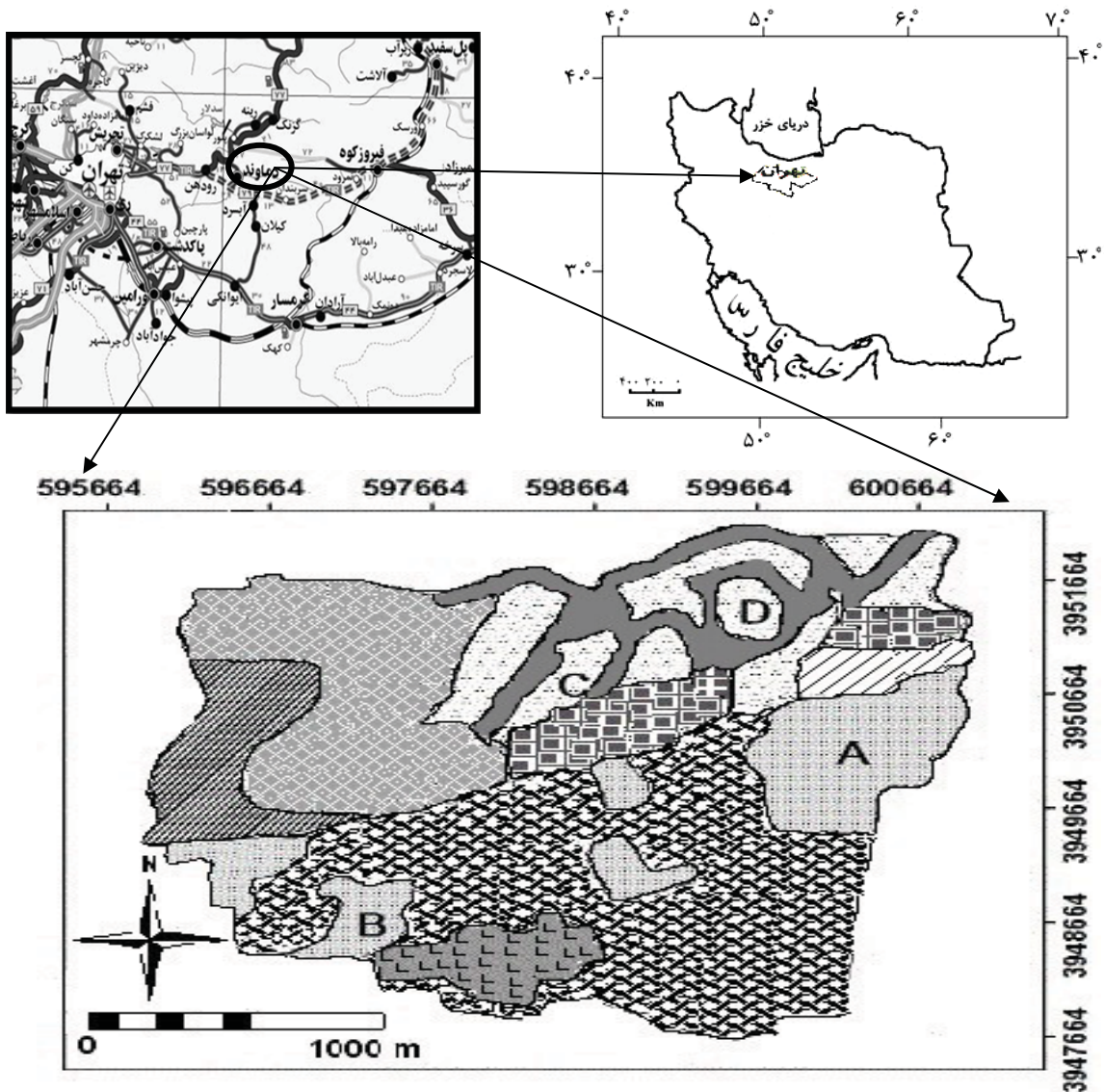
دیدگاه ژئوپدولوژیک، بیان‌گر کاربرد سیستماتیک تجزیه و تحلیل سطوح ژئومرفیک برای نقشه‌برداری خاک است که سعی دارد پدیده‌ها و عوارض طبیعی زمین را متناسب با سطح درک آن‌ها در یک سامانه‌ی سلسله‌مراتبی (به‌طور عمده، شامل چهار سطح سیمای اراضی، پستی و بلندی<sup>۱</sup>، سنگ‌شناسی<sup>۲</sup> و شکل اراضی)، منظم و استاندارد نماید (۱۸) و کوچک‌ترین واحد نقشه را که دارای بالاترین مراتب همگنی و یکنواختی است تفکیک و معرفی کند. در واقع، روش ژئوپدولوژی بر پایه‌ی تلفیق داده‌های ژئولوژیکی، ژئومرفولوژیکی که فرآیندهای پدولوژیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنیان‌گذاری شده است و هدف اصلی آن، سازمان‌دهی و طبقه‌بندی خاک‌ها بر اساس شواهد ژئومرفولوژیکی آن‌ها در سطح زمین می‌باشد (۲۸).

هنگل و رزیتور (۱۴) ضمن نقشه‌برداری خاک‌های مناطقی از کشور کرواسی، بیان کردند که ژئوپدولوژی می‌تواند به وضوح، اجزای شکل اراضی<sup>۳</sup> را با تخمین ویژگی‌ها یا کلاس‌های خاک ارتباط دهد. فرشاد و همکاران (۱۱) با انجام مطالعات خود در کشور تایلند، نتیجه گرفتند که روش ژئوپدولوژی مفهوم بهتری از سیمای اراضی و رابطه‌ی بین خاک‌ها و موقعیت آن‌ها بر روی شیب ارایه می‌دهد. یودامسری (۲۵) نیز با مطالعه‌ی خاک‌های تایلند نتیجه گرفت که روش مذکور قادر است به نقشه‌برداری خاک در مناطق غیرقابل - دسترس (اراضی شیب‌دار) کمک کند. اسفندیارپور بروجنی و همکاران (۱) تغییر موقعیت منطقه‌ی نمونه (کوچک‌ترین سطحی که تمام یا بخش‌هایی از انواع واحدهای تفکیک‌شده در محدوده‌ی مورد مطالعه را پوشش دهد) را بر تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی مؤثر دانسته‌اند.

هرچند روش ژئوپدولوژی می‌کوشد تا با تعمیم نتایج حاصل از مطالعات انجام‌شده در یک واحد ژئومرفیک به سایر واحدهای مشابه موجود در منطقه‌ی مطالعاتی، علاوه بر تسهیل در مطالعات خاک و انتخاب واحدهای نقشه‌ی یکنواخت، الگوی پراکنش خاک‌های یک منطقه را با هزینه‌ی اندکی ارایه دهد (۲۸)، لیکن میزان موفقیت تعمیم‌پذیری انجام‌گرفته در این روش برای واحدهای ژئومرفیک مختلف می‌تواند متفاوت باشد؛ چراکه بر اساس مطالعات گراهام و بول (۱۳) موقعیت و نوع واحد ژئومرفیک، تأثیر زیادی بر خصوصیات

4- Mesic  
5- Xeric  
6- Hill-land  
7- Piedmont  
8- Arc-GIS 9.3

1- Relief  
2- Lithology  
3- Landform elements



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

شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مطالعاتی به‌همراه نقشه‌ی ژئوform آن

(محدوده‌های A و B نشان‌گر واحدهای ژئومرفیک مشابه در شکل اراضی پیدمونت و محدوده‌های C و D بیان‌گر واحدهای ژئومرفیک مشابه در شکل اراضی تپه‌ماهور می- باشند)

مقایسه‌ی خلوص طبقه‌بندی (فراوانی نسبی) سطوح مختلف رده‌بندی خاک‌های موجود در پیدمونت‌های A و B، و تپه‌ماهورهای C و D را نشان می‌دهند.

با مطالعه‌ی خاک‌های محدوده‌ی A مشخص گردید که هر چهار خاک‌رخ حفز شده در این محدوده، در رده‌ی "اینسپتی سولز"، زیررده‌ی "زرپت"، گروه بزرگ "هاپلوزرپت"، زیرگروه "تیپیک هاپلوزرپت" و فامیل "a" قرار گرفته‌اند (جدول ۱). این موضوع، حاکی از همسان بودن یا یکنواختی محدوده‌ی A از منظر نقشه‌برداری خاک می‌باشد و در نتیجه می‌توان آن را یک واحد نقشه‌ی همگون<sup>۳</sup> نامید. از طرف دیگر، با بررسی‌های انجام گرفته در محدوده‌ی B، مشاهده می‌گردد که تا سطح زیرگروه، نتایجی مشابه با محدوده‌ی A به دست آمده است (جدول ۱). به دیگر سخن، خلوص طبقه‌بندی خاک‌ها در هر دو محدوده‌ی A و B تا سطح زیرگروه، با یکدیگر مشابه و برابر با ۱۰۰ درصد است. ناگفته نماند که در سطح فامیل، این میزان شباهت به یکبار کاهش محسوسی داشته است؛ به طوری که تنها یک سوم (۳۳/۳ درصد) از خاک‌های محدوده‌ی B از رده‌بندی یکسانی با خاک‌های محدوده‌ی A برخوردار می‌باشند (شکل ۲).

اما نگاه موشکافانه‌تر به ترتیب و توالی افق‌ها و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مربوط به هر خاک‌رخ موجود در این محدوده (جدول ۱) و نیز رده‌بندی این خاک‌ها (جدول ۱) نمایان‌گر آن است که تنها تفاوت فامیل‌های b و c، مربوط به کلاس فعالیت تبادل کاتیونی<sup>۴</sup> است که باعث شده است فامیل b در کلاس Active قرار بگیرد؛ در حالی که فامیل c از کلاس Superactive برخوردار می‌باشد. بنابراین، از دیدگاه مباحث نقشه‌برداری خاک (۲۲)، فامیل‌های b و c را می‌توان دو خاک مشابه<sup>۵</sup> در نظر گرفت.

از طرفی، تفاوت در کلاس توزیع اندازه‌ی ذرات<sup>۶</sup>، موجب تفکیک فامیل‌های a و c از یکدیگر شده است (جدول ۱). در نتیجه، فامیل‌های اخیر را نیز می‌توان به‌عنوان خاک‌های مشابه مد نظر قرار داد. به‌طور کلی، هر سه خاک‌رخ موجود در محدوده‌ی B، خاک‌هایی مشابه تلقی می‌شوند که هر خاک، حدود ۳۳/۳ درصد از سطح این واحد را در بر گرفته است.

چون سطح هیچ‌یک از خاک‌های مزبور، بیش از ۵۰ درصد نمی‌باشد؛ به نظر می‌رسد که نوع واحد نقشه‌ی مربوط به محدوده‌ی B را نمی‌توان همگون تعریف نمود؛ لیکن با توجه به این که تمامی خاک‌های موجود در این محدوده، خاک‌هایی مشابه می‌باشند؛

در مراحل بعد، عکس‌های وارد شده به این محیط، با استفاده از نقاط مرجع برداشت شده در صحرا و همچنین با کمک گرفتن از تصاویر ماهواره‌ای اخذ شده از بخش زمین‌شناسی آمریکا و به روش "اورتو-فتو-ژئورفرنس"<sup>۱</sup> (۱۹)، زمین‌مرجع شدند. با رقومی کردن مرزهای ترسیم شده بر روی تمامی عکس‌ها، نقشه‌ی اولیه‌ی اشکال اراضی (نقشه‌ی ژئوform) منطقه‌ی مورد مطالعه ایجاد شد (شکل ۱).

### مقایسه‌ی واحدهای ژئومرفیک مشابه

پس از تطبیق اطلاعات عکس‌های هوایی با عوارض زمینی منطقه، کنترل صحرایی حدود مرز واحدهای تفکیک شده‌ی موجود در نقشه‌ی ژئوform و انجام اصلاحات لازم، دو محدوده‌ی مشابه A و B از شکل اراضی پیدمونت و دو محدوده‌ی مشابه C و D از شکل اراضی تپه‌ماهور، به‌صورت تصادفی و به‌عنوان محدوده‌های هدف انتخاب شدند (شکل ۱). سپس متناسب با مطالعات نیمه‌تفصیلی خاک (۶)، به حفر خاک‌رخ در هر کدام از محدوده‌های مورد نظر اقدام گردید؛ به طوری که در محدوده‌های A و B، به ترتیب، چهار و سه خاک‌رخ و در محدوده‌های C و D، هر کدام سه خاک‌رخ حفر شد. خاک‌رخ‌های حفز شده بر اساس روش‌های ارایه شده در راهنمای شناسایی و تشریح خاک‌ها در صحرا (۲۰) تشریح شدند و مطابق با کلید رده‌بندی آمریکایی خاک (۲۴) رده‌بندی گردیدند. سپس از تمام افق‌های ژنتیکی هر خاک‌رخ، نمونه‌های خاک تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های خاک، پس از هواخشک شدن، کوبیده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لازم آن‌ها از طریق روش‌های استاندارد (۲۳) اندازه‌گیری شدند. با توجه به نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های خاک، رده‌بندی خاک‌رخ‌ها بر اساس سامانه‌ی طبقه‌بندی آمریکایی (۲۴) تا سطح فامیل نهایی گردید.

در نهایت، نتایج طبقه‌بندی خاک‌های موجود در واحدهای ژئومرفیکی مشابه مورد مطالعه، برای هر نوع شکل اراضی به‌طور جداگانه در سطوح مختلف سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی و با استفاده از شاخص شباهت نسبی<sup>۲</sup> (۱۵)، مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نوع واحدهای نقشه نیز با استفاده از اصول موجود در کتاب راهنمای شناسایی خاک (۲۲) تعیین شد و مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و طبقه‌بندی خاک-رخ‌های حفز شده در محدوده‌های A و B در جدول ۱، و محدوده‌های C و D در جدول ۲ آورده شده‌اند. شکل‌های ۲ و ۳، به ترتیب،

3- Consociation

4- Cation Exchange Activity; CEA

5- Similar soil

6- Particle Size Distribution; PSD

1- Ortho-Photo-Georeferencing

2- Relative similarity



جدول ۱- نتایج برخی از خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مغزده در محدوده‌های A و B پدیمونت

قابلیت هدایت الکتریکی (ds m <sup>-1</sup> )	ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol (+) kg <sup>-1</sup> )	واکنش خاک	بافت	مواد آلی	گرینات کلیمه معدن	قطر (mm)		نسبت	سخت	شکل	عمق (cm)	طبق	نوع واحد	علامت	شماره‌ی خاک‌های مغزده	نام
						mm (۰-۰۰۷)	mm (۰-۰۰۲)									
-۰۲	۱۵/۸	V7	L	۱/۲۶	۲	۵۲	۱۸	۲۱	۲۶	۳۳	۰-۲۰	Ap		a	۱	
-۰۵	۱۲/۱	V7	L	-/۸۳	۳	۵۸	۱۸	۲۰	۲۸	۲۱	۲۰-۲۵	Bw				
-۰۴	۱۵/۸	V7	L	-/۸۳	۶	۶۰	۲۸	۲۵	۲۵	۲۰	۲۵-۱۱۰	C				
-۰۳	۱۵/۳	V7	L	۱/۲۳	۱	۵۵	۱۸	۲۶	۲۰	۳۳	۰-۱۶	Ap		a	۲	
-۰۶	۱۴/۳	V7	L	-/۵۶	۳	۵۵	۱۸	۲۶	۲۳	۲۱	۱۶-۵۰	Bw				
-۰۵	۱۶/۱	V7	L	-/۷۱	۳	۶۰	۲۸	۲۱	۳۷	۲۳	۵-۱۱۵	C				
۱/۲	۱۴/۲	V7	SL	۱/۲۶	۲	۶۰	۳۳	۱۶	۲۱	۵۵	۰-۲۰	Ap		a	۲	A
-۰۵	۱۴/۳	V7	L	-/۸۱	۲	۶۳	۱۵	۲۰	۲۰	۵۰	۳۰-۱۰۰	Bw				
-۰۴	۱۰/۸	V7	SL	-/۶۱	۱۲	۶۶	۲۸	۱۵	۲۰	۶۵	۱۰۰-۱۳۰	C				
-۰۴	۱۲/۷	V7	SIL	۱/۲۵	۲	۴۳	۱۳	۱۶	۵۸	۲۶	۰-۲۰	Ap		a	۲	
-۰۴	۱۲/۵	V7	SIL	-/۸۸	۲	۵۰	۱۲	۲۲	۶۱	۱۷	۲۰-۵۵	Bw				
-۰۴	۱۲/۷	V7	L	-/۶۵	۱۵	۶۲	۳۳	۱۸	۲۵	۲۶	۵۵-۱۱۵	C				
-۰۳	۱۲/۸	V7	SIL	-/۸۲	۱	۳۷	۱۰	۲۱	۵۲	۲۶	۰-۱۵	Ap				
-۰۴	۱۲/۶	V7	L	-/۸۲	۲	۳۰	۸	۲۱	۵۰	۲۸	۱۵-۲۰	Bw		a	۱	
-۰۳	۱۲/۸	V7	L	-/۸۳	۱۲	۳۷	۲۱	۲۵	۲۰	۲۵	۳۰-۷۰	C				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۰+	R				
-۰۸	۱۰/۸	V7	SIL	-/۸۲	۱	۲۸	۱۵	۱۵	۵۶	۲۸	۰-۱۸	Ap				
-۰۷	۱۱/۷	V7	SIL	-/۷۸	۲	۳۰	۱۲	۱۷	۵۱	۳۳	۱۸-۲۰	Bw		b	۲	B
-۰۳	۱۵/۱	V7	L	-/۶۶	۱۱	۲۵	۱۵	۳۷	۲۵	۲۸	۳۰-۸۰	C				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹۰+	R				
-۰۵	۱۲/۶	V7	SIL	۱/۲۳	۱	۳۷	۱۱	۲۱	۵۱	۲۰	۰-۲۰	Ap				
-۰۷	۱۲/۱	V7	L	-/۶۶	۲	۲۸	۱۲	۱۸	۲۸	۳۳	۲۰-۲۵	Bw		c	۲	
-۰۴	۱۸/۱	V7	CL	۱/۰-۹	۵	۳۱	۱۲	۲۱	۲۸	۳۳	۲۵-۵۲	C				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۵۲-۷۰	Cf				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۰+	R				

۱۵- به‌مناسبت سبزه‌ها، هر فاصله خاک یا یک طرف انگلیس نمایش داده شده است.

جدول ۳- نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مغز شده در محدوده‌های C و D تپه‌ماهور

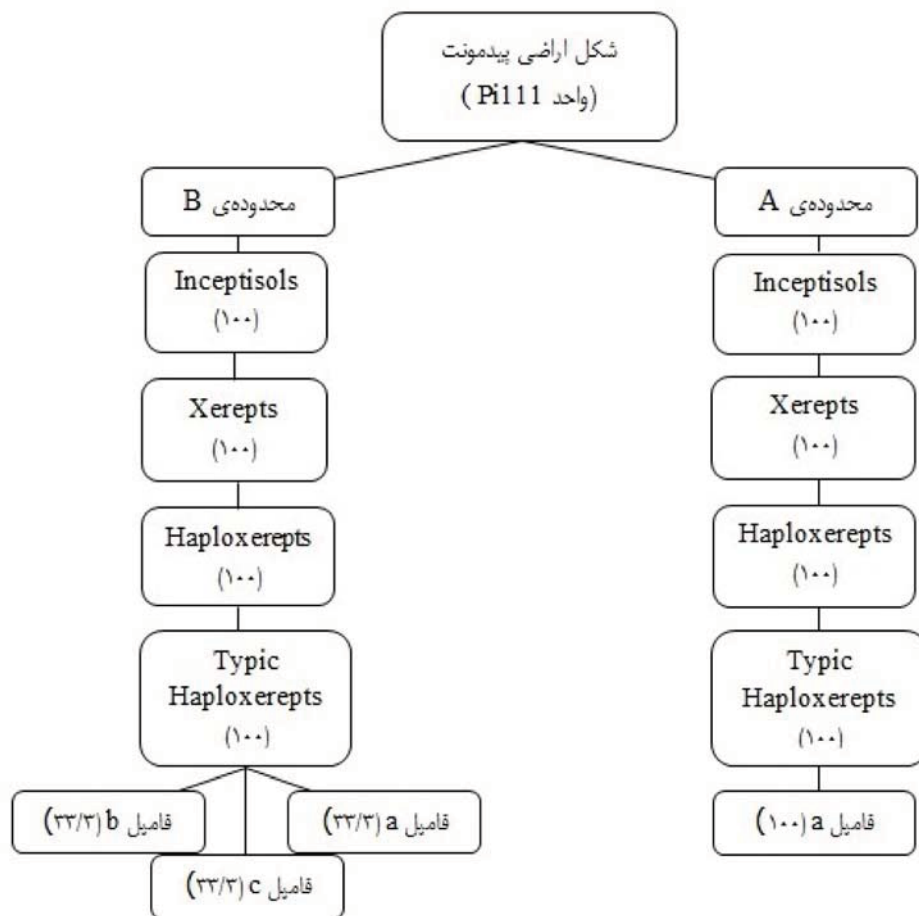
قابلیت هدایت الکتریکی ( $\mu S\ m^{-1}$ )	ظرفیت تبادل کاتیونی ( $Cmol\ (+)\ Kg^{-1}$ )	واکنش خاک	بافت	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل		نسبت	شکل	عمق (cm)	انقباض	نوع واحد	علامت*	شماره خاک‌ساز	محدوده
					mm (۲-۰.۷۵)	mm (۰.۷۵-۰.۲۵)								
-۰.۲	۱/۱۸	۱/۱۶	L	۱/۱۵	۱	۶۳	۳۳	۳۳	۱۲-۱۲	A		d	۱	۱
	۰/۲	۱۵/۱	L	۱/۸	۱۶	۶۶	۳۱	۳۱	۱۲-۶۰	Bk				
	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۰+	Cr				
-۰.۴	۱۰/۲	۱۶/۴	SL	۱/۶۴	۶	۷۸	۳۷	۳۳	۱۲-۱۲	A		e	۲	۲
	۰/۲	۱۵/۱	L	۱/۱۰	۱۲	۷۸	۲۷	۳۱	۱۲-۵۷	Bk				
	-	-	-	-	-	-	-	-	۵۷+	Cr				
-۰.۲	۱۲/۸	۱۲/۱	L	۱/۲۱	۸	۵۶	۳۱	۳۳	۱۲-۱۲	A		f	۲	۲
	۰/۶	۱۲/۱	L	۱/۶۶	۱۰	۵۳	۳۷	۳۳	۱۲-۲۷	Bw				
	-۰.۵	۲۱/۲	CL	-/۸۸	۲۵	۵۶	۹	۲۶	۲۷-۸۵	Bk				
-۰.۲	۱۲/۵	۱۲/۱	SL	۱/۲۲	۲۸	۵۶	۳۷	۳۳	۱۲-۱۲	A		g	۱	۱
	۱/۰	۲۶/۷	C	۱/۲۲	۱۲	۶۰	۳۳	۳۳	۳۰-۵۵	Bk1				
	۲/۱	۲۰/۲	L	-/۸۸	۱۲	۶۴	۳۳	۳۳	۶۵-۱۲۰	Bk2				
-۰.۲	۲۰/۶	۱۲/۱	CL	۱/۲۲	۱۶	۶۸	۳۷	۳۳	۱۲-۱۲	A		h	۲	۲
	۰/۸	۲۳/۷	CL	-/۵۱	۱۶	۶۸	۳۷	۳۳	۳۰-۵۰	Bw				
	۲/۱	۲۱/۸	C	-/۱۰	۱۸	۷۰	۳۳	۳۳	۵۰-۸۰	Bk1				
-۰.۲	۲۱/۲	۲۱/۲	C	-/۸۳	۱۹	۷۱	۳۰	۲۵	۵۰-۸۰	Bk2				
	-	-	-	-	-	-	-	-	A-۱۱۷	Cr				
	۱/۳	۱۲/۵	SL	۱/۵۶	۹	۸۰	۳۷	۳۳	۱۲-۱۲	A		i	۲	
۲/۳	۲۱/۵	CL	-/۲۸	-	-	-	-	۱۰-۲۰	Bw					
-	-	-	-	-	-	-	-	۲۰-۸۰	Cr					
-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰+	R					

\* به منظور سهولت هر فاصله خاک یا یک حرف انگلیسی نمایش داده شده است.

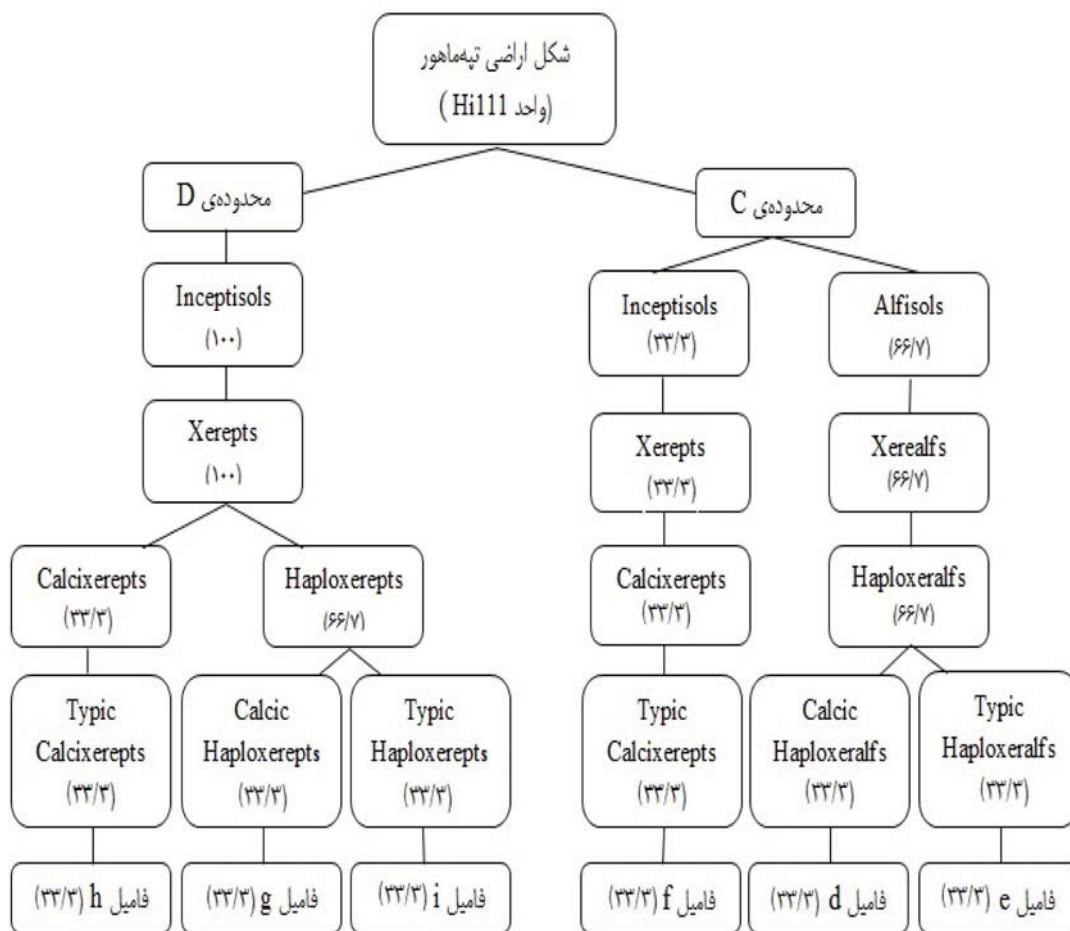
نشان می‌دهد که خاک‌رخ‌های شماره‌ی ۱ و ۲ بجز اندک تفاوتی که در میزان کربنات کلسیم معادل و وجود افق کلسیک دارند، کاملاً با یکدیگر منطبق هستند.

از این رو می‌توان این خاک‌رخ‌ها را مشابه در نظر گرفت. با توجه به تفاوت خاک‌رخ شماره‌ی ۳ (فامیل f) با دو خاک‌رخ دیگر، به‌دلیل قرارگیری آن در رده‌ی اینسپتی‌سول، محدوده‌ی C را می‌توان اجتماعی از دو فامیل e و f<sup>۱</sup> مد نظر قرار داد. از طرفی، تمام خاک‌های محدوده‌ی D، در رده‌ی "اینسپتی‌سول" و زیررده‌ی "زرپتیز" قرار دارند. این در حالی است که در پایین‌ترین سطح از سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۴)، سه فامیل g، h و i، هر یک با فراوانی نسبی ۳۳/۳ درصد، را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳).

بر اساس قواعد ارایه‌شده در راهنمای شناسایی خاک (۲۲) می‌توان این واحد را یک واحد نقشه‌ی همگون در نظر گرفت. در نتیجه، هرچند خاک‌رخ‌های موجود در محدوده‌های A و B از اختلاف تاکسونومیکی در سطح فامیل برخوردار می‌باشند (جدول ۱)؛ لیکن با توجه به اصول و مبانی نقشه‌برداری خاک (۲۲)، نوع واحد نقشه‌ی مربوط به هر دو محدوده‌ی مذکور با همدیگر مشابه و از نوع همگون می‌باشد. هرچند خاک‌های محدوده‌ی C از شکل اراضی تپه‌ماهور، شامل دو رده‌ی "آلفی‌سول" و "اینسپتی‌سول"، به‌ترتیب با فراوانی نسبی ۶۶/۷ و ۳۳/۳ درصد می‌باشند؛ لیکن در پایین‌ترین سطح از سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۴)، در فامیل‌های d، e و f، هر یک با فراوانی نسبی ۳۳/۳ درصد قرار گرفته‌اند (شکل ۳). نگاه دقیق‌تر به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این خاک‌ها و همچنین رده‌بندی سه فامیل موجود در محدوده‌ی C (جدول ۲) و مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر



شکل ۲- مقایسه‌ی خلوص طبقه‌بندی سطوح مختلف رده‌بندی خاک در محدوده‌های A و B (اعداد داخل پرانتز، درصد خلوص را نشان می‌دهند)



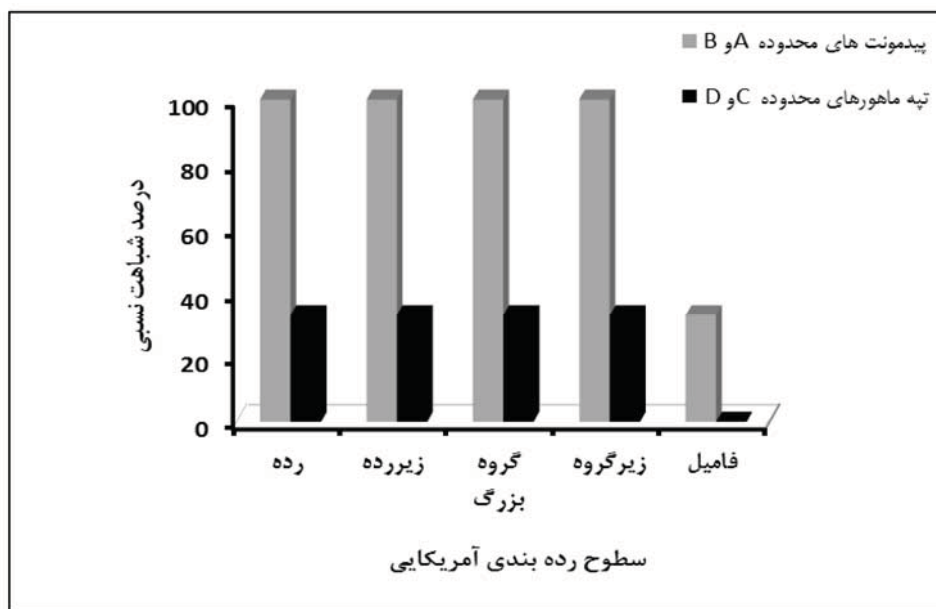
شکل ۳- مقایسه‌ی خلوص طبقه‌بندی سطوح مختلف رده‌بندی خاک در محدوده‌های C و D (اعداد داخل پرانتز، درصد خلوص را نشان می‌دهند)

مشاهده می‌شود که خاک‌های اراضی پیدمونت موجود در محدوده‌های A و B، تا سطح زیرگروه، کاملاً بر یکدیگر منطبق می‌باشند؛ اما میزان شباهت در سطح فامیل، به نحو چشم‌گیری کاهش یافته است و به ۳۳/۳ درصد رسیده است. شباهت میان خاک‌های اراضی تپه-ماهوری محدوده‌های C و D، نسبت به اراضی پیدمونت، در حدود ۶۶/۷ درصد تا سطح زیرگروه کاهش یافته است و به ۳۳/۳ درصد رسیده است. در سطح فامیل نیز هیچ‌گونه تشابهی میان خاک‌های اراضی تپه‌ماهوری موجود در محدوده‌های C و D مشاهده نمی‌شود. به‌طور کلی، مد نظر قرار دادن جزئیات بیشتری از ویژگی‌های خاک در سطوح پایین‌تر رده‌بندی آمریکایی (مانند فامیل خاک)، موجب آشکارتر شدن طبیعت تغییرپذیر و پیچیده‌ی خاک‌های منطقه‌ی مطالعه‌ی شده است و به تبع آن، کاهش میزان شباهت میان فامیل‌های خاک موجود در هر دو سیمای اراضی مورد مطالعه را موجب گردیده است.

در محدوده‌ی D، خاک‌های شماره‌ی ۱ (فامیل g) و ۲ (فامیل h) را می‌توان با همدیگر مشابه دانست، چراکه یکی از تفاوت‌های جزئی آن‌ها مربوط به کلاس فعالیت تبادل کاتیونی است (جدول ۲). به‌علاوه، باید توجه داشت که برخلاف وجود نماد Bk در خاک‌خ شماره‌ی ۱ محدوده‌ی D (جدول ۲)، عدم کفایت شرط کربنات کلسیم معادل باعث شده است که این خاک، فاقد افق کلسیک باشد. با این حال، می‌توان این دو خاک را مشابه تلقی نمود. از آن‌جا که خاک‌خ شماره‌ی ۳ (فامیل i) از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترتیب و توالی افق‌ها و نیز عمق قرارگیری آن‌ها با دو خاک‌خ دیگر متفاوت می‌باشد (جدول ۲)، نوع واحد نقشه‌برداری محدوده‌ی D را می‌توان اجتماعی از دو فامیل h و i دانست.

شکل ۴ نشان‌دهنده‌ی شباهت نسبی خاک‌های محدوده‌های مشابه موجود در هر یک از شکل‌های اراضی پیدمونت و تپه‌ماهور برای سطوح مختلف سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۴) می‌باشد.





شکل ۴- شباهت نسبی خاک‌های موجود در پیدمونت‌های A و B و تپه‌ماهورهای C و D در سطوح مختلف سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی

دستیابی به نتایج مطلوب‌تر برای اراضی تپه‌ماهوری، نیاز به تغییر ویرایش راهکار مورد استفاده در روش ژئوپدولوژی می‌باشد. اسفندیاریور بروجنی و همکاران (۱) استفاده از سطح "فاز شکل اراضی" را برای چنین مواقعی پیشنهاد نموده‌اند که البته برای انجام این کار باید مقیاس مطالعاتی را بزرگ‌تر انتخاب نمود.

شناسایی و رده‌بندی خاک‌رخ‌های موجود در مناطق چهارگانه‌ی مطالعاتی ثابت کرد که تفکیک و مرزبندی واحدهای نقشه‌ی خاک، پیچیده‌تر از آن است که بتوان تنها از طریق تفسیر عکس‌های هوایی بدان دست یافت؛ زیرا گاهی اوقات وجود نمونه‌های متعددی از تغییر-پذیری در مقیاس‌های موضعی کوچک، از دید تفسیر عکس‌های هوایی پنهان می‌مانند. برخی اوقات نیز دلیل عدم دسترسی به این تغییرات ژئومرفولوژیکی از طریق تفسیر عکس‌های هوایی را می‌توان به پوشیده شدن سطح واحدها توسط برخی از مواد جدیدتر ارتباط داد (۱۰). بنابراین، تعیین بهترین موقعیت حفر خاک‌رخ به‌گونه‌ای که گویای حقایق بیشتری از واقعیت‌های صحرایی باشد، نتایج روش ژئوپدولوژی را تا حد زیادی می‌تواند دستخوش تغییر و تحول قرار دهد. اسفندیاریور بروجنی و همکاران (۱) نیز عنوان نمودند که شباهت رده‌بندی به موقعیت خاک‌رخ‌ها در منطقه‌ی تعمیم بستگی دارد. به‌طور کلی، مشکل اصلی در برآورد دقیق خاک‌ها، محدودیت و عدم درک صحیح فرآیندهایی است که در تکامل خاک‌ها در گذر زمان مؤثر بوده‌اند.

از طرفی، نتایج حاصل از شکل ۴، گویای وجود تغییر در میزان شباهت نسبی میان خاک‌های موجود در محدوده‌های مشابه با تغییر در نوع شکل اراضی می‌باشد. به‌طور کلی، شباهت میان محدوده‌های مشابه تفکیک‌شده به روش ژئوپدولوژی، در شکل اراضی پیدمونت، همواره و در همه‌ی سطوح سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۴)، بالاتر از تپه‌ماهورها بوده است. به عبارت دیگر، در مناطق پیدمونت نسبت به مناطق تپه‌ماهوری، با اطمینان بیشتری می‌توان نتایج حاصل از روش ژئوپدولوژی را به مناطق مشابه تعمیم داد. شاید یکی از دلایل این موضوع را بتوان به دامنه‌ی نوسانات شیب در این دو شکل اراضی مرتبط دانست؛ چراکه اشکال اراضی پیدمونت، دارای شیب ۲ تا ۸ درصد و تپه‌ماهورها ۸ تا ۲۵ درصد می‌باشند (۲۲). بنابراین دامنه‌ی نوسانات شیب در اراضی پیدمونت، تنها ۶ درصد است؛ در حالی که این دامنه در اراضی تپه‌ماهوری به ۱۷ درصد می‌رسد. به همین دلیل، با تغییرات بیشتر شیب در یک واحد تپه‌ماهوری، تغییرات خاکی زیادتری نسبت به پیدمونت‌ها وجود خواهد داشت. به‌علاوه، همگون بودن نوع واحد نقشه‌ی مربوط به پیدمونت‌های A و B از یک‌طرف (جدول ۱)، و وجود واحد نقشه‌ی اجتماع در تپه‌ماهورهای C و D از طرف دیگر (جدول ۲)، به نوعی بر تغییرپذیری بیشتر خاک‌های موجود در اشکال اراضی تپه‌ماهوری مطالعاتی صحنه می‌گذارد. پینوک و دی‌جانگ (۱۷) و وایلدینگ و همکاران (۲۷) نیز عنوان نموده‌اند که بیشترین تغییرپذیری در ویژگی‌های خاک درون واحدهای ژئومرفیک، در طول تپه‌ماهورها اتفاق می‌افتد. در نتیجه، به‌نظر می‌رسد که برای

## نتیجه گیری

خاک به ارمغان آورد. به عبارت دیگر، نتایج تعمیم‌پذیری روش ژئودولوژی در مورد واحدهای ژئومرفیک مشابه را تنها می‌توان تا سطح زیرگروه قابل اطمینان دانست. عدم دستیابی به خاک‌های یکسان در سطح فامیل، برای محدوده‌های مشابه موجود در یک گونه از اشکال اراضی، بیانگر این حقیقت است که روش ژئودولوژی هنوز قادر به برآورد و تعیین تغییرات کامل خاک‌ها و تعریف دقیق طبیعت بی‌نظم و درهم آن‌ها نمی‌باشد.

نوع شکل اراضی بر قابلیت اعتماد نتایج روش ژئودولوژی و میزان تشابه واحدهای ژئومرفیکی مشابه مؤثر می‌باشد؛ چراکه درصد شباهت تاکسونومیکی میان خاک‌های موجود در اشکال اراضی پیدمونت‌ها در تمام سطوح سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۴)، بیش از تپه‌ماهورها بود. اما بایستی توجه داشت که شکل اراضی پیدمونت نیز نمی‌تواند واحدهای کاملاً یکنواخت را تا سطح فامیل برای نقشه‌ی

## منابع

- ۱- اسفندیارپور بروجنی ع،، صالحی م.ح.، تومانیان ن. و محمدی ج. ۱۳۸۷. تأثیر موقعیت منطقه‌ی نمونه و نظر کارشناس بر نتایج روش ژئودولوژی در نقشه‌برداری خاک (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی بروجن، استان چهارمحال و بختیاری). نشریه‌ی علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی) ۴۹: ۱۲۷-۱۱۳.
- 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- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۳۵. عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰.
- ۴- سازمان زمین‌شناسی کشور. ۱۳۷۵. نقشه‌ی زمین‌شناسی ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، برگه‌ی شماره‌ی ۶۴۶۱، دماوند.
- ۵- سازمان نقشه‌برداری کشور. ۱۳۸۴. نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، بلوک ۱۵، تهران.
- ۶- صالحی م.ح. و خادمی ح. ۱۳۸۷. مبانی نقشه‌برداری خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۷- فرپور م.ه. ۱۳۸۱. رابطه‌ی خاک و ژئومرفولوژی و تکامل خاک‌های گچی در منطقه‌ی رفسنجان. پایان‌نامه‌ی دکترای خاک‌شناسی. دانشکده‌ی کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۸- قیومی محمدی ح. ۱۳۸۰. مطالعه‌ی ژئودولوژیک واحد هیدرولوژیک داران- دامنه. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد ژئومرفولوژی. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد نجف‌آباد.
- 9- Daniels R.B., Gamble E.E., and Cady J.G. 1971. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. *Advances in Agronomy*, 23: 51-88.
- 10- 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.
- 11- 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 soils in NongSuang district, Nakhon Ratchasima. Land Development Department, Thailand.
- 12- Gerrard A.J. 1992. *Soil Geomorphology: An Integration of Pedology and Geomorphology*. Chapman and Hall, New York, USA.
- 13- Graham R.S., and Boull S.W. 1990. Soil-geomorphic relation on the Blue Ridge Front: II. Soil characteristics and pedogenesis. *Soil Science Society of America Journal*, 54: 1367-1377.
- 14- 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.
- 15- Manly B.F.J. 2004. *Multivariate Statistical Methods: A Primer (3<sup>rd</sup> ed.)*. Chapman and Hall, CRC, London.
- 16- Parsons R.B., and Herriman R.C. 1976. Geomorphic surfaces and soil development in the upper Rogue River Valley, Oregon. *Soil Science Society of America Journal*, 40: 933-938.
- 17- Pennock D.J., and de Jong E. 1990. Regional and catenary variations in properties of Borolls of southern Saskatchewan, Canada. *Soil Science Society of America Journal*, 54: 1697-1701.
- 18- Rossiter D.G. 2000. *Methodology for Soil Resource Inventories, Lecture notes, 2<sup>nd</sup> Revised Version*. Soil Science Division, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
- 19- 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>.
- 20- Schoenberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C., and Broderson W.D. (Eds.). 2002. *Field book for describing and sampling soils (2<sup>nd</sup> ed.)*. Natural Resources Conservation Service. National soil survey Center, Lincoln. Ne.

- 21- Shaetzl R.J., and Anderson S. 2005. Soils: Genesis and geomorphology. Cambridge University Press, New York, USA.
- 22- Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. United State Department of Agriculture, Handbook No. 18, Wahsington DC, USA.
- 23- Soil Survey Staff. 1996. Soil Survey Laboratory Methods manual. Report No. 42, USDA, NRCS, NCSS, USA.
- 24- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy (11<sup>th</sup> ed.). NRCS, USDA, USA.
- 25- 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 Doi Ang Khang, Ang Khang Royal Agricultural Station, Thailand. MSc. Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.
- 26- Walker P.H. 1989. Contributions to the understanding of soil and landscape relationships. Austalian Journal of Soil Research, 27: 589-605
- 27- Wilding L.P., Bouma J., and Goss D. 1994. Impact of spatial variability on modeling. In: Bryant, R., Arnold, R.W. (Eds.), Quantitative modeling of soil forming processes. Soil Science Society of America, 39: 61–75.
- 28- 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 Landform's Type on The Results of Geopedology Approach in Soil Mapping of The Damavand Region

Z. Rashidi Koochi<sup>1\*</sup> - I. Esfandiarpour Borujeni<sup>2</sup> - A. Abbaspoor<sup>3</sup>

Received: 27-5-2012

Accepted: 18-11-2012

### Abstract

Geopedology which is a systematic approach to analyze the influence of the geomorphic levels on soil mapping, makes it possible to generalize the soil survey results in one geomorphic unit to the other similar units of a studied area that resulted in reducing the time and costs of soil survey. The main question, in this regard, is to what extent the soil data generalization can be valid? To answer this question the effect of landform's kind on the reliability of the geopedology approach was studied in an area of about 1500 ha on the east of Damavand. For this purpose, the geomorphic units were determined by interpreting the 1:55000 scale air-photos of the study area. In the next step, two similar delineations were selected in the piedmont landscape and two similar ones were selected in the hill-land landscape as well. Then, according to semi-detail soil surveys, some pedons were studied in each of similar delineations. Through the description and sampling of all of pedons and through physical and chemical analyses on all of the pedons' master horizons, the pedons were classified up to the family level according to Soil Taxonomy system. The results indicated a significant effect of landform's kind on the results of geopedology approach. Although the kind of map unit for similar landforms was the same; the similarity was lower among the pedons in the hill-land landscape than the piedmont in all levels of Soil Taxonomy system. It was probably due to the more slope variations in the hill-land (compared to piedmont areas), and as a result, a greater spatial variation of the nature of exist soils on this landscape.

**Keywords:** Generalization, Geopedology approach, Landform, Similar units, Soil mapping

---

1,3- Former MSc Student and Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Technology University of Shahrood

(\*-Corresponding Author Email: zakiehrashidi@yahoo.com)

2- Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan