نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
ص ۹۳-۱۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۲۰

مقایسهٔ دقت نقشهٔ خاک تهیه‌شده به روش ژئوپدولوژی و روش معمول ایران (مطالعهٔ موردی: کوهین)

❖ **زهره علیجانی*؛** کارشناس ارشد علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران
❖ **فریدون سرمدیان؛** استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران
❖ **سیدروح‌الله موسوی؛** کارشناس ارشد علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران

Archive of SID

چکیده

امروزه پیشرفت‌های وسیع در زمینهٔ نقشه‌برداری سبب افزایش درجهٔ خلوص و صحت نقشه‌های خاک شده است. روش‌های معمول نقشه‌برداری خاک، علاوه بر اینکه به مهارت و تجربهٔ نقشه‌بردار در شناسایی و ترسیم مرزها بستگی دارد، مستلزم صرف هزینه و وقت بسیار زیادی است که نقشه‌برداری را با محدودیت‌هایی روبه‌رو می‌سازد. در این مطالعه از عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/٤۰۰۰۰ به منظور تهیهٔ نقشهٔ تفسیری اولیه و تعیین منطقهٔ نمونه استفاده شد. سپس، تعداد ۲٤ نیمرخ در واحدهای تعیین‌شده حفر گردید. پس از نمونه‌برداری و انجام دادن آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی لازم، نقشهٔ خاک منطقهٔ کوهین (قزوین) به روش ژئوپدولوژی تهیه شد و صحت نقشه به دو روش در همهٔ سطوح رده‌بندی محاسبه گردید. روش اول عبارت بود از تشکیل ماتریس خطا و اندکس کاپا، و روش دوم مقایسهٔ نقشهٔ ژئوپدولوژیکی با پروفیل‌های حفرشده و ارزیابی نتایج هر کدام. سپس، بخشی از نقشهٔ ژئوپدولوژیکی، که دارای همپوشانی با نقشهٔ تهیه‌شده به روش معمول بود، با این نقشه مقایسه شد. نتایج به ترتیب صحت کلی ٦۷/۵، ۹۰/۵، و ۹۸/۵ درصد را در سطح فامیل- زیرگروه و گروه بزرگ- زیر رده، و ردهٔ خاک برای روش ژئوپدولوژی نشان داد.

واژگان کلیدی: تعمیم‌پذیری، روش معمول ایران، ژئوپدولوژی، صحت نقشهٔ خاک، واحدهای نقشهٔ خاک.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۹۳۷۵۳۰۳۲۰۰
Email: z.alijani@ut.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

نقشهٔ خاک نقشه‌ای است که وسعت و توزیع جغرافیایی نوع خاک‌ها و خصوصیات آن‌ها را، تا حدی که مقیاس نقشه اجازه می‌دهد، ارائه می‌کند. این نقشه با نقشه‌های پوشش گیاهی، مواد مادری، نوع کاربری اراضی، اقلیم، و شیب- که هر یک به عنوان فاکتوری در تشکیل خاک تأثیر دارند یا متأثر از تغییرات خاک هستند- متفاوت است [۷]. در حقیقت، برای نقشه‌برداری خاک باید به تغییرات تمامی این عوامل، که به هر نحو در تغییرات خاک تأثیر دارند، توجه داشت و مرز واحدها را طوری جدا کرد که خاک‌های همگن‌تر و مشابه‌تری در هریک از آن‌ها وجود داشته باشد. واحدهای نقشهٔ خاک عبارت‌اند از محدوده‌هایی که دربرگیرندهٔ مجموعه‌ای از خاک‌های مشابه یا اراضی متفرقه‌اند. به بیان دیگر، هر واحد نقشهٔ خاک شامل مجموعه‌ای از محدوده‌های ترسیمی است که این محدوده‌ها، به استثنای موقعیت، در بقیهٔ ویژگی‌ها با هم مشابه‌اند [۱۰]. معمولاً در مطالعات خاک‌شناسی، علاوه بر تهیهٔ نقشه و تعیین الگوی پراکنش خاک‌ها، از اطلاعات مربوط به خاک‌ها و خصوصیاتشان، که از داده‌های صحرایی، تجزیه‌های آزمایشگاهی، و منابع مختلف قابل استحصال است، گزارشی تهیه می‌شود و در این گزارشْ تعریف، توصیف، و تفسیری از خاک‌ها ارائه می‌شود و، بر اساس خصوصیات مهم، رفتار خاک تحت تأثیر کاربری‌های مختلف پیش‌بینی و ارزیابی می‌شود. بنابراین، با توجه به اهمیت مطالعات خاک‌شناسی، که مکملی است برای سایر علوم مرتبط با خاک، تهیهٔ نقشه‌ای جامع و همگن که با هزینهٔ پایینی تهیه شده باشد اهمیت بسیار زیادی دارد [۶]. در حال حاضر، منبع اصلی اطلاعات مکانی در نقشه‌برداری سنتی مبتنی بر مطالعات پلیگونی خاک است [۱۳]. ژو و همکاران [۱۲]، ضمن بررسی نقشه‌های حاصل از نقشه‌برداری سنتی خاک، بیان نمودند که ترسیم مرزها برای نشان‌دادن انواع واحدهای خاک، پراکنش آن‌ها، و تفکیک گسترهٔ خاک به واحدهای همگن‌تر مورد نیاز است. روش ژئوپدولوژی نخستین بار در انستیتو بین‌المللی هلند پایه‌گذاری شد [۱۴]. علم ژئومورفولوژی نقش مهمی در نقشه‌برداری و طبقه‌بندی خاک‌ها ایفا می‌کند. در سطوح ژئومورفیک یکسان با شرایط مشابه (پوشش گیاهی، اقلیم، و غیره) روند مشابهی در تشکیل و تکامل خاک وجود دارد، بنابراین، می‌توانند خاک‌هایی با خصوصیات و رفتارهای مشابه مشاهده گردد. ژئوپدولوژی، به منزلهٔ روشِ سیستماتیکِ تجزیه‌وتحلیل سطوح ژئومورفیک، سعی دارد با بررسی جامع روابط بین خاک و ژئومورفولوژی و برهم‌کنش آن‌ها، به نقشه‌برداری خاک اقدام نماید [۱۴] و کوچک‌ترین واحد نقشه را، که دارای بالاترین مراتب همگنی و یکنواختی است، تفکیک و معرفی کند [۲، ۵، ۱۴]. در این روش به موقعیت خاک‌ها بر روی شیب، که بر روی خواص شیمیایی، حاصلخیزی، و در نتیجه مدیریت آن‌ها نقش اساسی دارد، به عنوان مهم‌ترین فاکتور مؤثر در تفکیک واحدهای خاک توجه می‌شود. همچنین، در این روش نقش توأم فرایندهای پدولوژیک و ریخت‌شناسی، که در پیدایش، توزیع، نقشه‌برداری و رده‌بندی، توان تولیدی، و مدیریت خاک‌ها مؤثرند، در تفکیک واحدهای نقشه و افزایش درجهٔ خلوص آن‌ها از طریق تجزیه و تحلیل فرایندهای پدولوژیک بسیار زیاد است [۴]. روش معمول مطالعات و نقشه‌برداری خاک بر اساس میزان توانایی و تجربهٔ کارشناسان در تفسیر فرایندهای اصلی خاک‌سازی و فاکتورهای محیطی دخیل در تشکیل سیمای سرزمین[1] و یا سیمای اراضی پایه‌ریزی شده است. بنابراین، داده‌ها و نقشه‌های استخراج‌شده از چنین الگویی، معمولاً ناتوانی مطالعات خاک در تشریح ساختار خصوصیات دینامیکی و ممتد سیمای اراضی را آشکار می‌سازند

1. soil scape

Archive of SID
www.SID.ir

[۱۴]. قلی‌زاده و مؤمنی [۳]، در تحقیقی که در منطقهٔ گنبدکاووس انجام دادند، روش خاک‌شناسی معمول ایران را با روش ژئوپدولوژیک مقایسه کردند. در مطالعات خاک‌شناسی انجام‌شده توسط آن‌ها، طبق روش معمول، دو رده خاک در منطقهٔ مورد مطالعه تشخیص داده شد و تعداد واحدهای نقشهٔ خاک شش واحد بود، در حالی که، طبق روش ژئوپدولوژیک، در همان منطقه چهار رده و ۱۳ واحد نقشهٔ خاک شناسایی شد. همچنین، در این مطالعه نتیجه‌گیری شد که روش متداول ایران فاقد استاندارد و ترمینالوژی خاصی برای تفکیک لندفرم‌ها در اراضی تپهٔ ماهوری است و از مزایای مهم استفاده از روش خاک‌شناسی ژئوپدولوژیک توانایی آن در تفکیک لندفرم‌ها در قسمت‌های مختلف اراضی به‌ویژه اراضی شیب‌دار است که امکان بهتری را برای طبقه‌بندی تناسب اراضی در این‌گونه واحدها فراهم می‌سازد. بنابراین، در مطالعهٔ حاضر سعی شده است به بررسیِ دقت و خلوص واحدهای نقشهٔ خاک با استفاده از روش ژئوپدولوژی و مقایسهٔ آن با روش معمول نقشه‌برداری ایران پرداخته شود.

روش‌شناسی

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه شامل بخشی از اراضی منطقهٔ کوهین واقع در محور قزوین- رشت در استان قزوین است که بین طول‌های جغرافیایی "۵۸ ´۳۴ °۴۹ تا "۱۳ ´۳۷ °۴۹ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۱۴ ´۲۲ °۳۶ تا " ۵۱ ´۲۲ °۳۶ شمالی قرار دارد. مساحت منطقهٔ مورد مطالعه حدود پانصد هکتار است و کاربری غالب آن مرتع و دیم است. این منطقه دارای بارندگی سالیانه ۳۵۱٫۲۶ میلی‌متر و متوسط دمای ۱۲٫۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقهٔ مطالعاتی، به ترتیب، زریک و مزیک هستند. منطقهٔ مورد مطالعه در غرب استان قزوین قرار گرفته و از نظر ژئومورفولوژی به دو بخشِ فلات و دره تقسیم می‌شود.

روش تحقیق

نخست عکس‌های هوایی با مقیاس ۱٫۴۰۰۰۰ توسط استریوسکوپ تفسیر شد و واحدهای نقشه جدا گردید. به منظور صحت مرزبندی، در طی عملیات صحرایی، مرز واحدهای موجود در نقشهٔ تفسیری اولیه (ژئوفرم) کنترل و تصحیح شد. سپس، به منظور نمونه‌برداری، بخشی از منطقهٔ مورد مطالعه بر اساس اصول بیان‌شدهٔ زینک [۱۴] برای منطقهٔ نمونه در روش ژئوپدولوژی به عنوان منطقهٔ نمونه انتخاب شد. سپس، با توجه به تکرارپذیری واحدهای ژئوفرم، تعداد ۲۴ نیمرخ در موقعیت‌های مختلف حفر شد و از همهٔ افق‌های ژنتیکی آن‌ها نمونه‌برداری به عمل آمد. پس از هوا خشک‌نمودن نمونه‌های برداشت‌شده، pH گل اشباع با استفاده از pH متر جنوی[1]، هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع با استفاده از هدایت‌سنج جنوی، بافت خاک‌ها به روش هیدرومتری، درصد کربن آلی به روش والکی- بلاک، و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش استات آمونیوم اندازه‌گیری شد. در نهایت، رده‌بندی نیمرخ‌های مورد مطالعه تا سطح فامیل خاک بر اساس Soil Survey Staff [۹] صورت گرفت. نقشهٔ خاک بر اساس دیدگاه ژئومورفیک و با توجه به سطوح طبقاتی روش ژئوپدولوژی ارائه‌شده توسط زینک تهیه شد. در ساختار سلسله‌مراتبی این روشْ شش سطحِ دقت در نظر گرفته شد (جدول ۱) که در تهیهٔ نقشهٔ خاک می‌توان متناسب با مقیاس و سطح دقتْ پدیده‌ها را متناسب با این شش سطح تجزیه و تحلیل کرد [۱۴]. در این روش، به منظور کاهش هزینه‌ها و زمان مطالعه، تعمیم‌پذیری نتایج خاک به مناطقِ مشابهِ مطالعه‌نشده صورت گرفت. از نقشهٔ دیگری از

1. Genway

Archive of SID

www.SID.ir

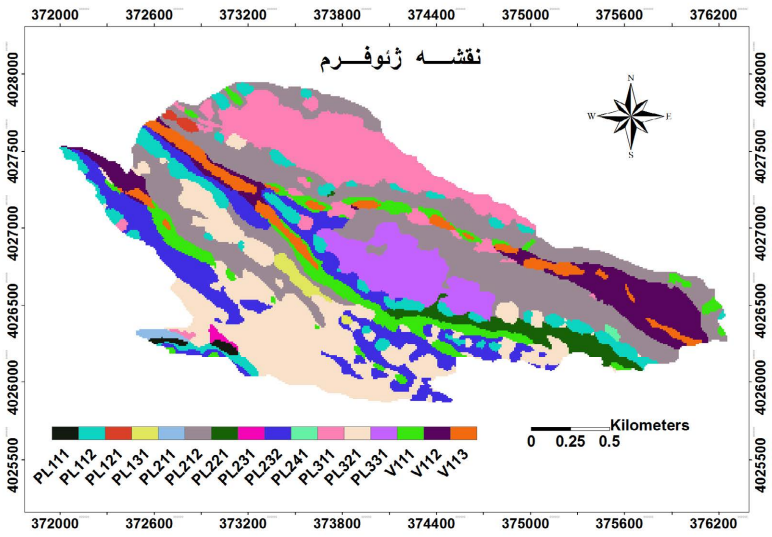
خاک‌های منطقه، که طبق روش معمول ایران در سال‌های گذشته تهیه شده بود، برای مقایسه با روش ژئوپدولوژی استفاده شد. در این نقشه، سری‌های خاک بر اساس بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و مورفولوژی خاک‌های مورد مطالعه شناسایی و جدا شد. مساحتی از منطقه، که توسط هر دو نقشه تحت پوشش قرار می‌گرفت، مبنای مقایسه و بررسی در نظر گرفته شد. بدین منظور، هر دو نقشه در GIS هم‌پوشانی شد و مساحتی که روی هم قرار می‌گرفت بُریده و مطالعه شد.

نتایج

نقشهٔ ژئوفرم منطقهٔ مورد مطالعه در شکل ۱ مشخص شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، تعداد ۱۶ واحد ژئوفرم در منطقه شناسایی شد که توصیف کلی آن‌ها در جدول ۲ ذکر شده است.

جدول ۱. ساختار روش ژئوپدولوژیک در یک نگرش کلی [۱۴]

مفهوم کلی	سطح	سطوح مورد مطالعه
زمین‌ساختار[1]	۶	بخش‌های قاره‌ای متشکل از زمین‌ساختارهای پهناور مانند رشته کوه‌ها و زمین‌ناودیس‌ها
محیط‌های ریخت‌زایی[2]	۵	تیپ‌های پهناور محیط‌های بیوفیزیکی که توسط جنبش‌های درون و برون‌زمینی ایجاد می‌شوند (ژئوفرم‌های ساختاری، رسوبی، و بادی)
سیمای اراضی/ زمین‌نما[3]	۴	بخش‌های وسیعی از اراضی که در آن‌ها تیپ‌های پستی و بلندی مشابه مرتباً تکرار می‌شوند یا اینکه از مجموعه‌ای از تیپ‌های پستی و بلندی غیر مشابه تشکیل شده‌اند (کوه‌ها، فلات‌ها، و دره‌ها)
پستی و بلندی/ قالب[4]	۳	برجستگی‌ها که توسط ترکیبی از پستی و بلندی و ساختار زمین‌شناسی تعیین می‌شوند و یا قالب موادی که تحت تأثیر شرایط مورفوکلیماتیک و یا فرایندهای ریخت‌زایش ایجاد می‌شوند (دشت‌سرها، تراس‌ها، و دلتاها)
سنگ‌شناسی/ رخساره[5]	۲	منشأ صخره‌های سخت مانند گنیس، سنگ آهک و یا منشأ و طبیعت سازندهای سطحی
لندفرم	۱	تیپ‌های اصلی و واضح ژئوفرم که دارای ترکیبی از ویژگی‌های هندسی منحصربه‌فرد دینامیکی و تاریخی هستند



شکل ۱. نقشهٔ ژئوفرم منطقهٔ مورد مطالعه

1. Geostructure
2. Morphogenetic environment
3. Landscape
4. Relief/ Molding
5. Lithology/ Facies

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. سطوح مختلف ژئومورفیک منطقهٔ تحت مطالعه

نماد	لندفرم	لیتولوژی	نوع پستی و بلندی	سیمای اراضی
PL111	یال مرتفع	کنگلومرا و ماسه‌سنگ	یال	فلات
PL112	یال شیب میانی			
PL121	یال شیب میانی	آلوویوم، مارن، و ماسه‌سنگ		
PL131	یال شیب میانی	مارن گچی		
PL211	شیب بالایی	آلوویوم	تپه	
PL212	شیب باز			
PL221	شیب باز	مارن و ماسه‌سنگ		
PL231	شیب بالایی	مارن		
PL232	شیب باز			
PL241	شیب باز	مارن و کنگلومرا		
PL311	دشت	آلوویوم	مسا[1]	
PL321	دشت	مارن آهکی		
PL331	دشت	کنگلومرا و ماسه‌سنگ		
V111	زهکش شیب میانی	آلوویوم	دره‌های باریک	دره
V112	پنجهٔ شیب			
V113	آبراهه			

به منظور تعیین صحت نقشهٔ ژئوپدولوژیکی منطقهٔ مورد مطالعه از دو روش استفاده شد: ۱. تشکیل ماتریس خطا و اندکس کاپا و محاسبهٔ دقت کلی نقشه که این شاخص‌ها در همهٔ سطوح رده‌بندی با نرم‌افزار ENVI 4.7 محاسبه شد؛ ۲. مقایسهٔ نیمرخ‌ها با نقشهٔ ژئوپدولوژیکی. در این روش، به منظور بررسی نتایج حاصل از تعمیم، تعدادی نیمرخ در مناطق تعمیم حفر شد و نتایج حاصل از رده‌بندی آن‌ها با نقشهٔ ژئوپدولوژیکی مقایسه شد. جدول ۳ صحت حاصل از دو روش را در همهٔ سطوح رده‌بندی نشان می‌دهد.

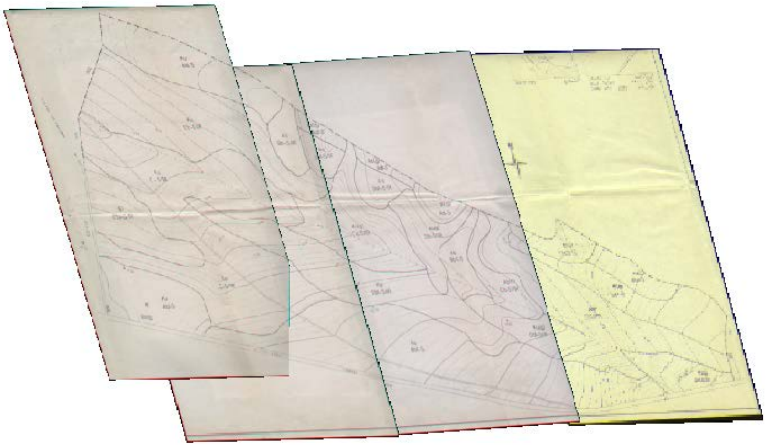
نقشهٔ معمول خاک منطقهٔ تحت مطالعه نیز مطابق شکل ۲ الف اسکن و سپس زمین مرجع شد. همان طور که مشاهده می‌شود، این نقشه شامل چهار سری خاک است که با فازهای شکل اراضی به واحدهای مجزایی تقسیم شده است. بدون در نظر گرفتن فازهای خاک و با توجه به اینکه هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی دقت و صحت نقشهٔ خاک به روش معمول و ژئوپدولوژی است و اینکه روش ژئوپدولوژی تا چه اندازه می‌تواند در تفکیک واحدهای نقشه مؤثرتر از روش معمول عمل نماید، نقشهٔ تهیه‌شده به روش معمول فقط با در نظر گرفتن سری خاک مطابق شکل ۲ ب تهیه شد و سپس با نقشهٔ ژئوپدولوژی مقایسه گردید. ذکر این نکته لازم است که نقشهٔ تهیه‌شده به روش معمول بخشی از منطقهٔ مورد مطالعه را در بر می‌گرفت، بنابراین، فقط این بخش با نقشهٔ ژئوپدولوژی مقایسه شد و در این پژوهش دربارهٔ آن بحث شده است.

۱. مناطق هموار موجود در تپه‌های مرتفع

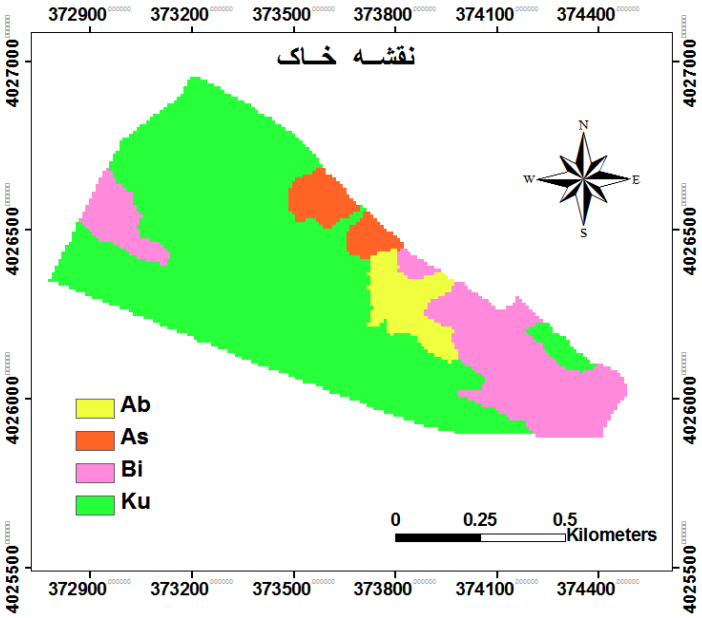
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. صحت نقشهٔ ژئوپدولوژیکی منطقهٔ تحت مطالعه

صحت (٪)	رده	زیررده	گروه بزرگ	زیرگروه	فامیلی
تشکیل ماتریس خطا توسط ENVI	۱۰۰	۱۰۰	۸۷	۸۷	۸۵
مقایسهٔ نقشهٔ ژئوپدولوژیکی و نیمرخ‌ها	۹۷	۹۷	۹۴	۹۴	۵۰
صحت کلی	۹۸٫۵	۹۸٫۵	۹۰٫۵	۹۰٫۵	۶۷٫۵



الف. نقشهٔ معمول اسکن‌شدهٔ منطقهٔ مورد مطالعه (مقیاس ۱٫۵۰۰۰۰۰)



ب. سری خاک‌های موجود در نقشهٔ تهیه‌شده به روش معمول

شکل ۲. تبدیل نقشهٔ معمول منطقهٔ تحت مطالعه به صورت رقومی

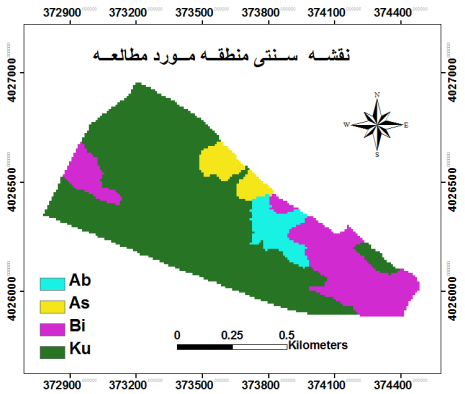
جدول ٤. راهنمای نقشهٔ تهیه‌شده به روش معمول

قطعات مجزاشده	علامت	طبقه‌بندی خاک‌ها
سری کوهین	Ku	خاک براون آهکی
سری بیکندی	Bi	خاک آهکی
سری آب ترش	Ab	خاک براون
سری اسدآباد	As	خاک آبرفتی

www.SID.ir

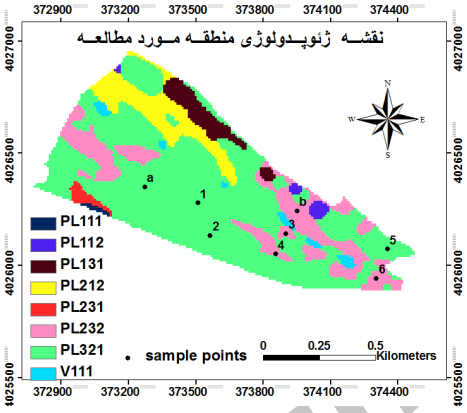
همان طور که ذکر شد، به منظور مقایسهٔ نقشهٔ معمول و نقشهٔ ژئوپدولوژیکی، فقط بخشی از منطقه، که هر دو نقشهٔ معمول و ژئوپدولوژیکی را پوشش می‌دهد، برای مقایسه استفاده شد که در شکل ۳ نمایش داده شده است.

به منظور بررسی روش ژئوپدولوژی در تفکیک واحدهای نقشهٔ خاک، واحدهایی که دارای بیشترین تکرارپذیری در سطح منطقهٔ مورد مطالعه بودند بررسی شدند (واحدهای PL321 و PL232). نتایج حاصل از حفر نیمرخ در تکرارهای مختلف واحد PL232، که در قسمت‌های مختلف منطقه واقع شده‌اند، حاکی از وجود خاک‌های مشابه در این واحد است. رده‌بندی خاک، به‌جز اختلاف اندکی در کلاس توزیع اندازهٔ ذرات و کلاس فعالیت تبادل کاتیونی، در کلیهٔ سطوح رده‌بندی تا سطح فامیل یکسان است که، بر اساس اصول بیان‌شده در راهنمای شناسایی خاک، می‌توان خاک‌های موجود در این واحد را مشابه و واحد نقشه را یک واحد همگون نامید. بر این اساس، تعمیم نتایج به واحدهای مشابه می‌تواند صورت بگیرد. همچنین، واحد PL321 دارای ده تکرار در منطقهٔ مورد مطالعه است که در سه تکرار آن نیمرخ حفر شد و خاک‌های موجود در آن بررسی گردید. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از وجود خاک‌های مشابه در هر سه تکرار است (جدول ۶).



الف

شکل ۳ الف. نقشهٔ تهیه‌شده به روش معمول ایران.



ب

شکل ۳ ب. نقشهٔ ژئوپدولوژی

جدول ۵. مقایسهٔ همپوشانی واحدهای نقشهٔ ژئوپدولوژیکی و روش معمول

واحدهای نقشهٔ خاک به روش ژئوپدولوژی					واحدهای نقشهٔ خاک به روش معمول				
درصد مساحت از کل (هکتار)	کاربری	شیب ٪	سیمای اراضی	واحد نقشه	درصد مساحت از کل (هکتار)	کاربری	شیب ٪	سیمای اراضی	واحد نقشه
۰/۵	دیم	۵-۱۲	فلات	PL111	۶۹	دیم	۰-۱۲	فلات	Ku
۱	دیم	۸-۲۵	فلات	PL112					
۴	دیم	۲-۸	فلات	PL131	۲۰	دیم	۰-۱۲	فلات	Bi
۹	مرتع	۱۲-۲۵	فلات	PL212					
۱	دیم	۰-۸	فلات	PL231	۵	دیم	۰-۱۲	فلات	As
۱۷	مرتع	۱۰-۱۵	فلات	PL232					
۶۵/۵	دیم	۰-۲	فلات	PL321	۶	دیم	۲-۱۲	فلات	Ab
۲	دیم	۲-۳	دره	V111					

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٦. رده‌بندی خاک واحدهای PL321 و PL232 در تکرارهای مختلف

PL321		PL232		
رده‌بندی خاک	نیمرخ	رده‌بندی خاک	نیمرخ	
Fine, mixed, active, mesic, Typic Calcixerepts	۱	Fine-loamy, mixed, superactive, mesic, Typic Calcixerepts	۳	تکرار اول
Fine, mixed, active, mesic, Typic Calcixerepts	۲	Fine, mixed, active, mesic, Typic Calcixerepts	۴	تکرار دوم
Fine, mixed, active, mesic , Typic Calcixerepts	۵	Fine-loamy, mixed ,active ,mesic, Typic Calcixerepts	۶	تکرارسوم
Fine, mixed, superactive, mesic , Typic Calcixerepts	a	Fine, mixed, superactive, mesic, Typic Calcixerepts	b	نیمرخ تعمیم

بنابراین، با توجه به اینکه مبنای تعیین واحدهای نقشه بر اساس اصول ژئومورفولوژی و ساختار سلسله‌مراتبی روش ژئوپدولوژی صوررت گرفته است و همچنین نتایج نیز بیانگر وجود ارتباطی مستقیم بین واحدهای ژئوفرم مشابه و خاک‌های مشاهده‌شده بر روی آن‌ها در تکرارهای مختلف است، بر این اساس، نتایج به هفت تکرار دیگر این واحد (PL321) در منطقه تعمیم داده شد. همچنین، به منظور ارزیابی صحت تعمیم‌پذیری صورت‌گرفته در مورد واحدهای مورد نظر، به صورت جداگانه، در بخشی از واحدهای مشابه مطالعه‌نشده نیمرخ‌های تعمیم حفر گردید و رده‌بندی خاک‌های آن بررسی شد که نتایج به‌دست‌آمده حاکی از وجود خاک مشابه در این واحد با واحدهای مطالعه‌شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در نقشهٔ ژئوپدولوژیکی واحدهایی جدا شده‌اند که روش معمول قادر به جداسازی و شناسایی آن‌ها به عنوان یک واحد نقشه نبوده است، بنابراین، یکی از مزیت‌های روش ژئوپدولوژی افزایش خلوص واحدهای نقشهٔ خاک است [۱، ۲، ۸]. از آن جا که نقشهٔ تهیه‌شده بر اساس روش معمول نقشه‌برداری فاقد استاندارد و ترمینالوژی خاصی برای تفکیک واحدهای سیمای اراضی، به‌ویژه در مناطق دارای تغییرات توپوگرافی، است، بنابراین، دقت و صحت نقشه تا حد زیادی به مقیاس نقشه، سطح مطالعاتی، دقت کارشناس، و تعداد نقاط مطالعاتی وابسته است. از طرفی، روش ژئوپدولوژی، با توجه به توانایی آن در تفکیک لندفرم‌ها، در قسمت‌های مختلف سیمای اراضی، به‌ویژه اراضی شیب‌دار یا دارای تغییرات توپوگرافی زیاد، امکان بهتری را برای تفکیک و شناسایی واحدهای نقشهٔ خاک فراهم می‌نماید [۳]. با توجه به اینکه تعمیم نتایج در روش معمول نمی‌تواند بر پایهٔ اصولی و منطقی صورت پذیرد، به منظور افزایش دقت مطالعه باید تعداد نقاط مطالعاتی را افزایش داد، که خود مستلزم صرف زمان و هزینهٔ زیادی است.

روش ژئوپدولوژی دارای ساختار سلسله‌مراتبی است که توانایی تفکیک واحدهای ژئومورفیک را تا آخرین سطح طبقه‌بندی ژئومورفولوژی، یعنی لندفرم، دارد. این روش با قابلیت چنین ساختاری و به دلیل ایجاد واحدهای همگن اَشکال اراضی سبب افزایش خلوص واحدهای نقشهٔ خاک می‌شود. روش ژئوپدولوژی می‌تواند جایگزین خوبی برای روش‌های معمول باشد، به‌خصوص در مناطقی که ارتباط بین ژئومورفولوژی و خاک‌های آن منطقه به‌خوبی تعریف شده باشد. از طرفی، در روش معمول دقت و صحت نقشهٔ خاک تولیدشده طبق این روش کاملاً وابسته به تجربه و دانش کارشناس است و

Archive of SID

www.SID.ir

هرگونه خستگی و ناتوانی وی در تفکیک اَشکال اراضی باعث کاهش دقت و صحت نقشهٔ نهایی می‌شود. در روش معمول هیچ برآوردی از عدم قطعیت ارائه نمی‌شود و خلوص واحد نقشه بر اساس تعداد و نسبت اجزای خاک بیان می‌شود در حالی که در روش ژئوپدولوژی بر اساس نتایج حاصل از تشکیل ماتریس خطا و اندکس کاپا، صحت طبقه‌بندی محاسبه‌شدنی است. طبیعتاً هرچه از سطوح بالای رده‌بندی به سمت سطوح پایین‌تر می‌رویم، به دلیل تأثیر متقابل عوامل متعددی که در تعریف یک فامیلی از خاک وجود دارد، صحت نقشهٔ تولیدشده کمتر می‌شود [۱۱]. در مطالعهٔ حاضر صحت کلی در سطح رده- که در مقیاس کوچک فقط رده‌های خاک مورد مطالعه قرار می‌گیرند- ۹۸٫۵ درصد، ولی در سطح فامیلی به دلیل بررسی شاخص‌های جزئی‌تر، از قبیل رژیم‌های حرارتی و رطوبتی، مقدار و درصد آهک و گچ، و عواملی از این قبیل، صحت کلی ۶۷٫۵ درصد محاسبه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1**]** Ghayumi Mohammadi, H., Moameni, A., Baghi, E. and Kave Zadeh, N. (2009). *Geopedological evaluation of Samirom's hydrologic unit*. Proceeding of eleventh congress of soil science, Iran.

[2] Gholizadeh, A., Moameni, A., Bahrami, H. and Banaie, M. (2001). Examination the geopedological method and common pedological techniques in increasing the purity of soil map and decreasing the cost of soil surveys in Iran. *Journal of Soil & Water*, 3, 13-30.

[3] Gholizadeh, A. and Moameni, A. (2002). Application of a geopedologic approach and the prevailing method in Iran to land suitability classification for major crops in the Gonbad-e-Ghabous area, Golestan Province. *Iranian Journal of Soil and Water*, 15 (3), 328-343.

[4] Moameni, A. (1999). Soil quality changes under long term wheat cultivation in the Marvdasht plain, south-central Iran. Ph.D. dissertation, Gent University, Gent Belgium. 284 P.

[5] Rasheed, M.A., Wahab, M.A. and Youssef, R.A. (2010). Digital Geopedological Mapping of Some Study areas in Western Desert, Egypt. *Journal of American Science*, 6 (9), 23-29.

[6] Rossiter, D.G. (2000). *Lecture notes and reference methodology for soil resource inventories*. 2 nd revised version. Institute for aerospace survey and earth sciences (ITC), Enschede, and the Netherlands. 132 p.

[7] Salehi, M. and Khademi, H. (2008). *Principles of soil mapping*. First edition. Esfahan jihad. Daneshgahi press.

[8] Shakeri, S., Pashaie, A. and Moameni, A. (2007). Semi detailed soil survey in geopedological method to optimize land suitability in Agh Ghalla region. *Journal of Agriculture*, Vol 14, No 5.

[9] Soil Survey Staff. (2010). Keys to Soil Taxonomy, United states. Department of Agriculture. 11nd ed. *Natural resources*, conservation service.

[10] Soil Survey Service. (2007). Description of exact detailed, detailed and semi detailed soil studies. *Agricultural Jihad Ministry*, Department of soil and water, No 425, 10-12.

[11] 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.

[12] Zhu, A., Band, L., Dutton, B. and Nimlos, T.J. (1996). Automated soil inference under fuzzy logic. *Ecological Modelling*, 90, 123-145.

[13] Zhu, A., Hudson, B., Burt, J., Lubich, K. and Simonson, D. (2001). Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic. *Soil Science Society of America Journal*, 65, 1463-1472.

[14] 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.

Archive of SID

www.SID.ir