تأثیر موقعیت منطقه نمونه و نظر کارشناس بر نتایج روش ژئوپدولوژی در نقشه‌برداری خاک (مطالعه موردی: منطقه بروجن، استان چهارمحال و بختیاری)

عیسی اسفندیارپور بروجنی[۱]، محمدحسن صالحی[۱*]، نورایر تومانیان[۲] و جهانگرد محمدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۴/۱)

چکیده

ژئوپدولوژی، یک روش سیستماتیک تجزیه و تحلیل سطوح ژئومرفیک برای نقشه‌برداری خاک است که عملیات صحرایی را عمدتاً بر مبنای کار در منطقه نمونه پایه‌ریزی می‌کند. هدف از تحقیق حاضر، بررسی موقعیت منطقه نمونه و تأثیر نظر کارشناس در راستای تعیین میزان اعتبار تعمیم‌پذیری نتایج حاصل از روش ژئوپدولوژی برای اشکال اراضی مشابه، در جنوب غربی بروجن است. پس از تهیه نقشه تفسیری اولیه روی عکس‌های هوایی با مقیاس "۱:۲۰۰۰۰"، با توجه به موقعیت‌های مختلف واحد Pi111 که بیشترین مساحت از محدوده مطالعاتی را در برمی‌گرفت، منطقه نمونه در سه موقعیت مختلف طراحی شد و نقشه مزبور، در قالب مطالعات خاک‌شناسی رده دوم نهایی گردید. هم‌چنین، نظر دو کارشناس مختلف در رابطه با تعیین نقاط آزمون در خارج از منطقه نمونه به منظور بررسی میزان اعتبار نتایج تعمیم‌پذیری روش ژئوپدولوژی برای واحد مذکور، مد نظر قرار گرفت. نتایج نشان داد که تغییر موقعیت منطقه نمونه، تفاوت‌های تاکسونومیکی را در سطوح مختلف (رده، تحت گروه و یا فامیل) و نوع واحد نقشه (کمپلکس و همگون) برای واحد Pi111 در بر داشته است. هم‌چنین، علی‌رغم مشابهت نتایج رده‌بندی پروفیل‌های تعیین‌شده توسط کارشناسان با یکدیگر، میزان هم‌خوانی این خاک‌ها با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه (تا سطح فامیل) در هر کدام از موقعیت‌های سه‌گانه، متفاوت بود. بنابراین، استفاده از فازهای شکل اراضی برای افزایش دقت نتایج روش ژئوپدولوژی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ژئوپدولوژی، نقشه‌برداری خاک، منطقه نمونه، تعمیم‌پذیری، منطقه بروجن

مقدمه

کیفیت هر کار یا ابزاری، هنگام به کارگیری آن مشخص می‌شود. بنابراین، اگر نقشه‌های خاک را ابزاری بدانیم که ویژگی‌های خاک و سرزمین را نشان می‌دهند؛ آن‌گاه می‌توان کیفیت آنها را در رویارویی با واقعیت بررسی کرد. به طور کلی کیفیت نقشه، تابعی از سه ویژگی "قابل اعتماد بودن اطلاعات" (Reliability)، "میزان ارتباط اطلاعات با اهداف" (Relevance) و "نحوه ارائه اطلاعات" (Presentation) می‌باشد (۸). البته، وسترن (۲۷) ویژگی دیگری را نیز تحت عنوان "کاربرد اطلاعات" (Application) مد نظر قرار داده است.

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲. استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mehsalehi@yahoo.com

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

الگوی سنتی (Traditional) یا معمول (Conventional) مطالعات خاک، بر اساس میزان توانایی و تجربه کارشناسان در تفسیر فرایندهای اصلی خاک‌سازی و فاکتورهای محیطی دخیل در تشکیل سیمای سرزمین (Landscape) و یا سیمای خاک (Soilscape)، پایه‌ریزی شده است. بنابراین، داده‌ها و نقشه‌های استخراج‌شده از چنین الگویی، معمولاً ناتوانی مطالعات خاک در تشریح ساختار خصوصیات دینامیکی و ممتد (Continuum) سیمای سرزمین را آشکار می‌سازند (۲۸). از سوی دیگر، انجام نمونه‌برداری‌های زیاد به منظور بالا بردن دقت نقشه‌برداری (پهنه‌بندی) و تخمین خصوصیات مورد نظر خاک اجتناب‌ناپذیر است که این نیز خود مستلزم صرف زمان و هزینه زیادی می‌باشد (۱). به همین منظور، در راستای کاهش هزینه و زمان اجرای مطالعات خاک‌شناسی و نیز افزایش دقت آنها، روش ژئوپدولوژی توسط زینک (۲۹) ارائه شده است.

دیدگاه ژئوپدولوژیک، سعی دارد با بررسی جامع روابط بین خاک و ژئومرفولوژی و برهم‌کنش آنها اقدام به نقشه‌برداری خاک نماید و کوچک‌ترین واحد نقشه را که دارای بالاترین مراتب همگنی و یک‌نواختی (از نظر شکل اراضی، سنگ‌شناسی و خاک) می‌باشد تفکیک و معرفی کند (۱). با استفاده از این روش می‌توان یک منطقه جغرافیایی وسیع را خیلی سریع، مطالعه نمود؛ به‌خصوص اگر رابطه بین ژئومرفولوژی و خاک‌های آن منطقه، به‌خوبی تعریف شده باشد (۱۸). به طور کلی، هدف اصلی در ژئوپدولوژی، سازمان‌دهی و طبقه‌بندی خاک‌ها (پدون‌ها) بر اساس شواهد ژئومرفولوژیکی آنها در سطح زمین و استفاده از یک ساختار سلسله‌مراتبی می‌باشد (۲۹) که سطوح موجود در این ساختار، وابسته به مقیاس هستند و هر سطحی را در مقیاس معینی می‌توان تفکیک نمود (۶). این روش بر اساس میزان درستی فرضیه‌های زیر استوار است (۱۸ و ۲۹):

۱) خاک‌ها در سطوح پایین‌تر سلسله‌مراتب ژئوپدولوژی، از یک‌نواختی بیشتری برخوردار هستند.

۲) سطوح پایین‌تر سلسله مراتب ژئوپدولوژی، بیانگر یکسانی واحدهای همنام در منطقه می‌باشند.

۳) مرزهای ترسیم‌شده توسط تجزیه و تحلیل سیمای سرزمین، عمده تغییرات موجود در خاک‌ها را جدا می‌کنند.

۴) منطقه نمونه (Sample area)، نماینده درست و واقعی واحدهای مورد مطالعه می‌باشد؛ به‌طوری که براساس الگوی خاک موجود در آن می‌توان واحدهای بازدید نشده را برون‌یابی کرد.

منظور از منطقه نمونه، کوچک‌ترین سطحی است که تمام یا بخش‌هایی از انواع واحدهای اراضی تفکیک‌شده در نقشه تفسیری اولیه را پوشش دهد. به عبارت دیگر، منطقه نمونه را بایستی طوری روی نقشه تفسیری اولیه طراحی نمود که از هر کدام از واحدهای تفکیک‌شده، حداقل یک واحد در آن وجود داشته باشد. چگونگی تعیین این منطقه، از طریق تفسیر عکس‌های هوایی و نیز براساس محیط ژئولوژیکی، سیمای اراضی، نوع توپوگرافی، نوع ماده مادری و قابلیت دسترسی به واحدهای تفکیک‌شده انجام می‌پذیرد (۲۶). منطقه نمونه، حدود ۱۰ درصد از کل منطقه مطالعاتی را می‌پوشاند؛ ولی اگر همه سیمای سرزمین حالت یکنواخت داشته باشد، کمتر از ۱۰ درصد نیز قابل قبول است (۱۸). بنابراین، یکی از مزایای روش ژئوپدولوژی، صرفه‌جویی در وقت و هزینه مطالعات می‌باشد؛ چرا که عملیات صحرایی را به طور عمده بر مبنای کار در منطقه نمونه و تعمیم نتایج آن به مناطق مشابه مطالعه‌نشده پایه‌ریزی می‌کند (۱).

آرکاک و همکاران (۵) با مطالعه روی خاک‌های ترکیه دریافتند که ژئوپدولوژی قادر است اشکال اراضی دارای حرکت توده‌ای (Mass movement) را نقشه‌برداری کند و درک خوبی از انواع حرکت‌های توده‌ای و میزان احتمال حضور آنها را در اختیار قرار دهد. هنگل و رزیتر (۱۲) عقیده دارند که روش ژئوپدولوژی را می‌توان به منظور ارتقای تفسیر عکس‌های هوایی برای مطالعات نقشه‌برداری مورد استفاده قرار داد. آیمان و همکاران (۴) بیان نمودند که نقشه حاصل از روش ژئوپدولوژی به همراه یک تکنیک درون‌یابی مناسب می‌تواند به

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

منظور نقشه‌برداری شوری خاک، مورد استفاده قرار گیرد. تحقیقات فرشاد و همکاران (۱۰) در تایلند نشان داد که ژئوپدولوژی، در برگیرنده‌ی فهم بهتر سیمای سرزمین و درک روابط بین خاک و ژئوفرم‌ها (Geoforms) است. یودامسری (۲۶) در تحقیق خود در تایلند نتیجه گرفت که ژئوپدولوژی می‌تواند برای مطالعه فرسایش خاک ارزشمند باشد؛ چراکه علاوه بر ویژگی‌های خاک، فاکتورهایی از قبیل موقعیت خاک‌ها روی اشکال اراضی مختلف نیز باید در مطالعات فرسایش مدنظر قرار گیرند.

مؤمنی (۱۴) برای اولین‌بار در ایران، نقشه خاک دشت همدان- بهار را با روش ژئوپدولوژی تهیه کرد و نتیجه گرفت که این روش، به دلیل ایجاد واحدهای همگن‌تر (اشکال اراضی)، برای استفاده بهینه و طبقه‌بندی تناسب اراضی، مناسب‌تر از روش سنتی نقشه‌برداری خاک است. قلی‌زاده (۱) کارایی روش ژئوپدولوژی را در قسمتی از منطقه گنبد قابوس- استان گلستان- مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که روش ژئوپدولوژی، مبین تغییرپذیری کمتر یا افزایش خلوص واحدهای نقشه خاک نسبت به روش خاک‌شناسی معمول در ایران است. قیومی محمدی (۲) ضمن مطالعه واحد هیدرولوژیک داران- دامنه در استان اصفهان، اظهار می‌دارد که روش ژئوپدولوژی بر روش خاک‌شناسی معمول در ایران، برتری علمی و اقتصادی دارد. تومانیان و همکاران (۲۵) نیز در مطالعه خود در دره زاینده‌رود، با استفاده از ساختار و واژه‌های به کار گرفته شده در روش ژئوپدولوژی، رده‌بندی ژئومرفولوژیکی خود را بنیان‌گذاری نمودند. علاوه بر موارد مذکور، مطالعات خاک‌شناسی دیگری مبتنی بر استفاده از روش ژئوپدولوژی در مناطق مختلف ایران توسط صالحی (۲۰)، فرشاد (۹) و مؤمنی و فرشاد (۱۵) انجام شده‌اند که در تمامی این مطالعات، از چهارچوب ژئوپدولوژی به منظور جداسازی واحدهای خاک یک‌نواخت‌تر استفاده شده است. بنابراین این‌که تعمیم‌پذیری داده‌های خاک حاصل از مطالعه منطقه نمونه به خارج از آن، چقدر می‌تواند مفید باشد و واقعیت صحرا را به نمایش گذارد، موضوعی است که باید در مطالعات مختلف مورد آزمون قرار گیرد و قابلیت کاربرد روش ژئوپدولوژی، ارزیابی شود. بنابراین، با توجه به نامشخص بودن میزان دقت و صحت نقشه‌های ایجاد شده به روش ژئوپدولوژی برای مقیاس‌های بزرگ؛ هدف از تحقیق حاضر، بررسی موقعیت منطقه نمونه و نیز تأثیر نظر کارشناس در تعیین موقعیت نقاط مشاهداتی در منطقه تعمیم (مناطق مشابه خارج از منطقه نمونه)، به منظور بررسی میزان اعتبار تعمیم‌پذیری نتایج حاصل از روش ژئوپدولوژی برای اشکال اراضی مشابه در منطقه بروجن می‌باشد.

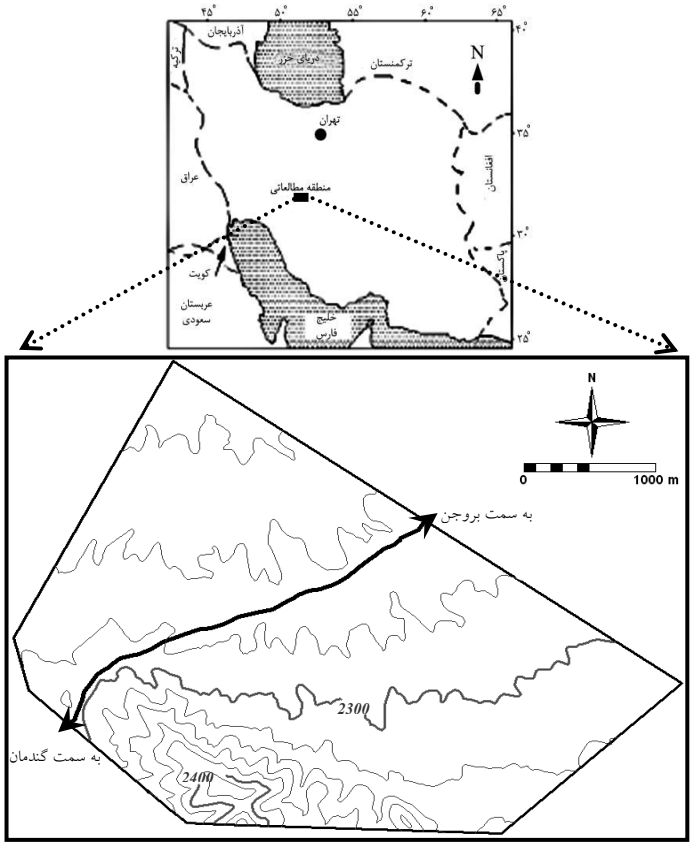
مواد و روش‌ها

الف) انتخاب منطقه مطالعاتی

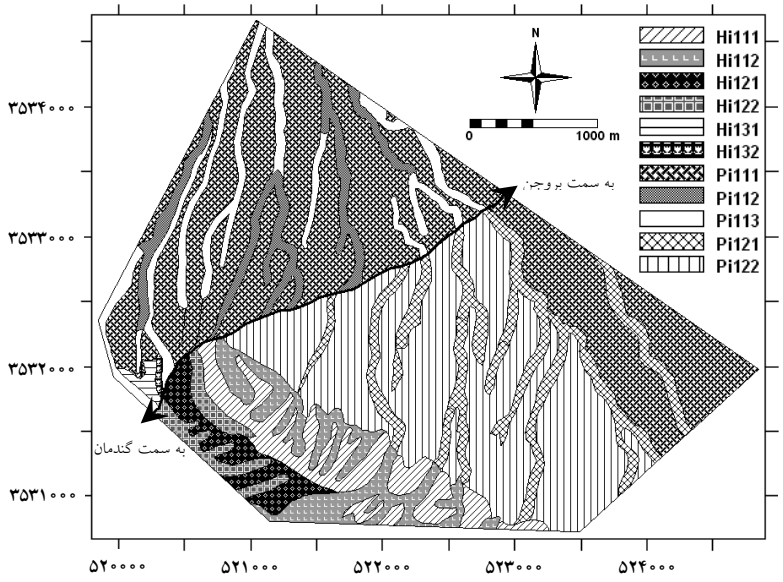
با توجه به وضعیت توپوگرافی، زمین‌شناسی و ژئومرفولوژی موجود در استان چهارمحال و بختیاری که تکرارپذیری اشکال اراضی در آن به وفور دیده می‌شود؛ لذا منطقه مناسب برای دسترسی به اهداف تحقیق، در این استان جستجو گردید و در نهایت، منطقه‌ای به مساحت تقریبی ۱۱۰۰ هکتار و ارتفاع متوسط ۲۲۷۷ متر از سطح دریا، واقع در چهار کیلومتری جنوب غربی بروجن انتخاب شد. این منطقه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی ″۳۶/۴ ′۱۲ °۵۱ تا ″۲۵/۴ ′۱۵ °۵۱ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۴۷/۴ ′۵۴ °۳۱ تا ″۳۷/۳ ′۵۶ °۳۱ شمالی قرار گرفته است (شکل۱) و دارای میانگین بارش سالانه ۲۵۵ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۷). رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مطالعاتی، به ترتیب، زریک و مزیک هستند. منطقه مورد مطالعه، دو سیمای سرزمینی مختلف شامل اراضی تپه‌ماهوری (Hilland) و پیدمونت (Piedmont) را در بر می‌گیرد. پیدمونت، بخش اعظم این منطقه را تشکیل می‌دهد که توسط جاده‌ی اصلی بروجن-گندمان به دو نوع لیتولوژی مختلف تقسیم می‌شود (شکل ۲ و جدول ۱).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی



شکل ۲. نقشه تفسیری اولیه منطقه مطالعاتی به روش ژئوپدولوژی
(سامانه مختصاتی موجود روی نقشه، یو.تی.اِم می‌باشد)

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

جدول۱. واحدهای تشخیص داده شده در منطقه مطالعاتی به روش ژئوپدولوژی، همراه با مساحت هر کدام از آنها

مساحت (هکتار)	شکل اراضی	لیتولوژی	پستی و بلندی	سیمای اراضی
		Hi11 (K_1^{lm})		
۶۶/۸۳	Hi111: ترکیبی از شانه و شیب برگشتی	تناوب مارن و سنگ‌آهک مارنی دگرگون‌شده		
۶۲/۹۲	Hi112: پای شیب			
		Hi12 (Pl_b^c)		
۲۹/۴۴	Hi121: ترکیبی از شانه و شیب برگشتی	کنگلومرای ضخیم‌لایه با میان‌لایه‌های مارنی	Hi1 تپه‌های کم‌ارتفاع	Hi اراضی تپه‌ماهوری
۲۲/۹۹	Hi122: پای شیب			
۴/۲۹	Hi131: ترکیبی از شانه و شیب برگشتی	Hi13 (Q_2^t)		
۱/۹۲	Hi132: پای شیب	مخروط‌افکنه‌ها و تراس‌های آبرفتی جوان		
۳۸۸/۹۶	Pi111: ترکیبی از پشته گلاسی‌ها* و شیب‌های کنار آبراهه			
		Pi11 (Q_2^t)		
۵۲/۲۱	Pi112: پادگانه آبراهه‌ای دارای پوشش سبز چمنی	مخروط‌افکنه‌ها و تراس‌های آبرفتی جوان		
۷۳/۵۶	Pi113: شیب‌های کنار آبراهه		Pi1 گلاسی	Pi پیدمونت
۱۰۳/۲۵	Pi121: شیب‌های کنار آبراهه			
		Pi12 (Q_1^t)		
۲۹۶/۲۰	Pi122: ترکیبی از پشته گلاسی‌ها و شیب‌های کنار آبراهه	مخروط‌افکنه‌ها و تراس‌های آبرفتی قدیمی		

* : سطوح بریده بریده حاصل از ارتفاعات بالا را گلاسی (Glacis) گویند.

ب) جمع‌آوری داده‌ها

در این مرحله، تمام لوازم و اطلاعات مورد نیاز برای تهیه نقشه ژئوپدولوژیک منطقه شامل عکس‌های هوایی به مقیاس "۱:۲۰۰۰۰"، نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس "۱:۲۵۰۰۰" و نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس "۱:۱۰۰۰۰۰" جمع‌آوری شد.

ج) تهیه نقشه تفسیری اولیه منطقه مطالعاتی

این تفسیر، براساس دیدگاه ژئومرفیک و با توجه به سطوح طبقاتی روش ژئوپدولوژی ارائه‌شده توسط زینک (۲۹) به صورت مرحله‌ای روی عکس‌های هوایی با مقیاس "۱:۲۰۰۰۰" و با استفاده از استریوسکوپ انجام پذیرفت. در تفکیک واحدها از ارتباط خاک- سرزمین استفاده شد و بر اساس دانش ژئومرفولوژی و با در نظر گرفتن فاکتورهای زمین‌شناسی، توپوگرافی و پوشش گیاهی، توزیع و پراکنش اشکال اراضی یک‌نواخت حاصل گردید. سپس، عکس‌های هوایی تفسیر شده، اسکن و وارد محیط نرم‌افزار ایلویس (ILWIS3.4) گردیدند. در مراحل بعد، عکس‌های وارد شده به ایلویس، با استفاده از نقاط مرجع برداشت‌شده در صحرا و هم‌چنین با کمک گرفتن از

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

تصویر ماهواره‌ای اخذشده از بخش زمین‌شناسی امریکا و به روش اُرتو- فتو- ژئورفرنس (Ortho-Photo-Georefrencing) (۱۹) زمین‌مرجع شدند. در نهایت، با رقومی کردن مرزهای ترسیم‌شده روی تک‌تک عکس‌ها، نقشه کاملی از اشکال اراضی منطقه مورد مطالعه به دست آمد (شکل۲).

د) کنترل صحرایی، نمونه‌برداری خاک و مطالعات آزمایشگاهی

در طی عملیات صحرایی، ابتدا مرز واحدهای موجود در نقشه تفسیری اولیه، کنترل و تصحیح گردید. سپس، به منظور نمونه‌برداری از خاک، براساس اصول بیان‌شده برای تعریف منطقه نمونه در روش ژئوپدولوژی، بخشی از کل منطقه مطالعاتی موجود در نقشه تفسیری به عنوان منطقه نمونه انتخاب گردید؛ به طوری که از انواع واحدهای نقشه تفسیری اولیه، حداقل یک مورد از هر کدام در این منطقه نمونه وجود داشت.

از آنجایی که یکی از اهداف این تحقیق، بررسی موقعیت منطقه نمونه در تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی است؛ بنابراین، منطقه نمونه در سه موقعیت مختلف طراحی گردید؛ به طوری که در هر کدام از موقعیت‌های سه‌گانه منطقه نمونه، موقعیت واحد Pi111 که تکرارپذیری خوبی را در منطقه نشان می‌داد (شکل۲) و نیز بالاترین سطح از محدوده مطالعاتی را در بر می‌گرفت (جدول۱)، متفاوت در نظر گرفته شد (شکل‌های ۳ تا ۵).

پس از تعیین موقعیت‌های منطقه نمونه، براساس روش نمونه‌برداری شبکه‌ای (Grid sampling) و در قالب مطالعات خاک‌شناسی رده دوم (Second-order soil survey) (۲۱)، اقدام به حفر پروفیل‌هایی با فواصل ۲۵۰ متر از یکدیگر شد. به طوری که تعداد پنج پروفیل در موقعیت اول، پنج پروفیل در موقعیت دوم و چهار پروفیل (به دلیل مساحت کمتر) در موقعیت سوم واحد Pi111 حفر گردید (شکل‌های ۳ تا ۵).

هم‌چنین، نظر یا سلیقه دو کارشناس مختلف (″الف″ و ″ب″) در رابطه با تعیین نقاط مشاهداتی جدید به منظور بررسی میزان اعتبار تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی برای واحد Pi111، مورد مقایسه قرار گرفت (منطقه تعمیم در اشکال ۳ تا ۵). لازم به ذکر است که کارشناسان مزبور، هر دو از تجربه کافی در مطالعات نقشه‌برداری خاک برخوردار بودند و با منطقه مورد مطالعه آشنایی کامل داشتند. در عین حال، تعیین نقاط توسط هر کدام از آنها بدون اطلاع از نظر دیگری و به صورت تصادفی بوده است.

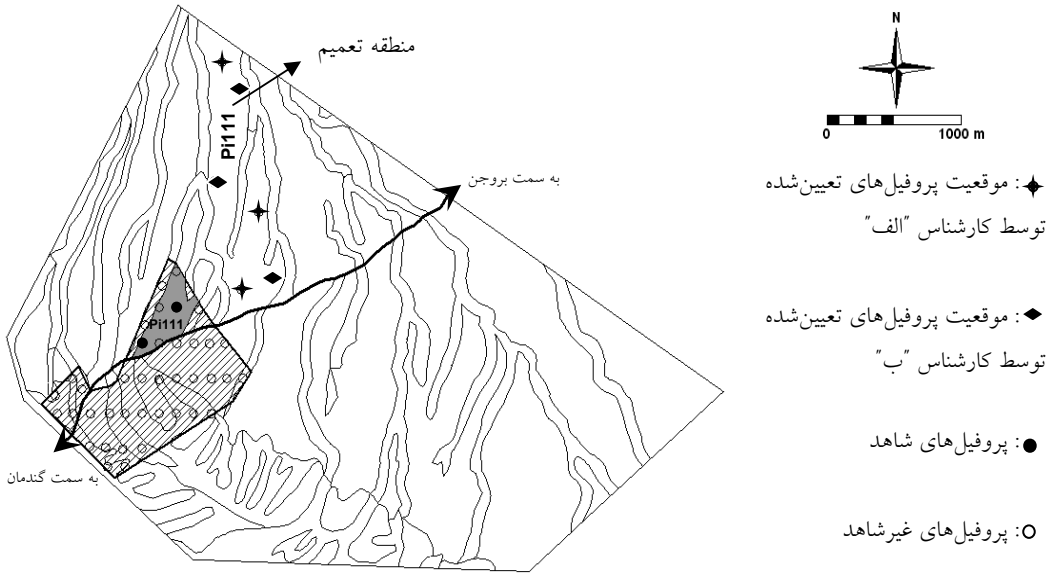
در نهایت، تمامی پروفیل‌های حفرشده، براساس کلید رده‌بندی امریکایی خاک (۲۲)، تشریح و پروفیل‌های شاهد انتخاب گردیدند و از تمام افق‌های ژنتیکی آنها نمونه‌برداری به عمل آمد. پس از هواخشک نمودن نمونه‌های برداشت شده، درصد ذرات درشت آنها به روش حجمی محاسبه گردید و پ‌هاش گل اشباع با استفاده از پ‌هاش‌متر جِنوی (Genway) مدل ۳۵۱۰، هدایت الکتریکی عصاره اشباع با استفاده از هدایت‌سنج جِنوی مدل ۴۵۱۰، بافت خاک‌ها به روش هیدرومتری (۱۱)، میزان کل کربنات‌ها به روش تیتراسیون برگشتی (۱۳)، درصد مواد آلی به روش واکلی- بلاک (۱۶) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش استات آمونیوم (۲۳) اندازه‌گیری شدند. در نهایت، رده‌بندی پروفیل‌های شاهد (تا سطح فامیل خاک) بر اساس نتایج آزمایشگاهی نهایی گردید.

نتایج و بحث

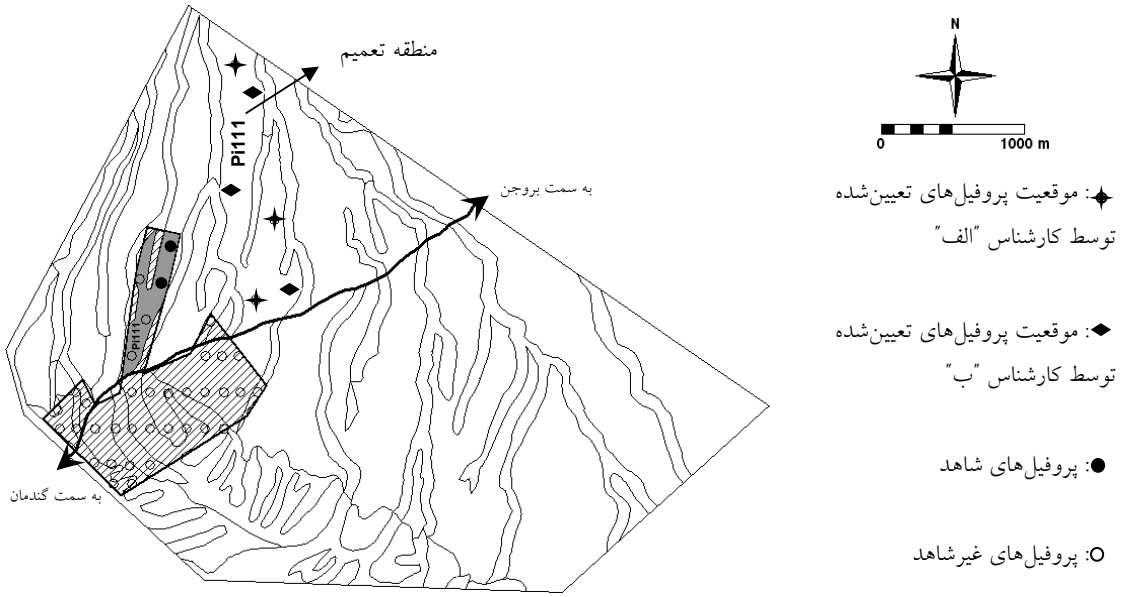
نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌های شاهد واحد Pi111 در هر یک از موقعیت‌های سه‌گانه در جدول ۲ آورده شده‌اند. رده‌بندی پروفیل‌های شاهد واحد Pi111 در هر یک از موقعیت‌های سه‌گانه در جدول ۳ و نیز رده‌بندی سایر پروفیل‌های حفرشده در این واحد (به غیر از پروفیل‌های شاهد) با توجه به موقعیت‌های مختلف منطقه نمونه در جدول ۴ نشان می‌دهند که خاک‌های واحد مزبور در دو رده‌ی اینسپتی‌سول و آلفی‌سول قرار گرفته‌اند. هم‌چنین، نوع واحد Pi111 در موقعیت‌های اول

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]



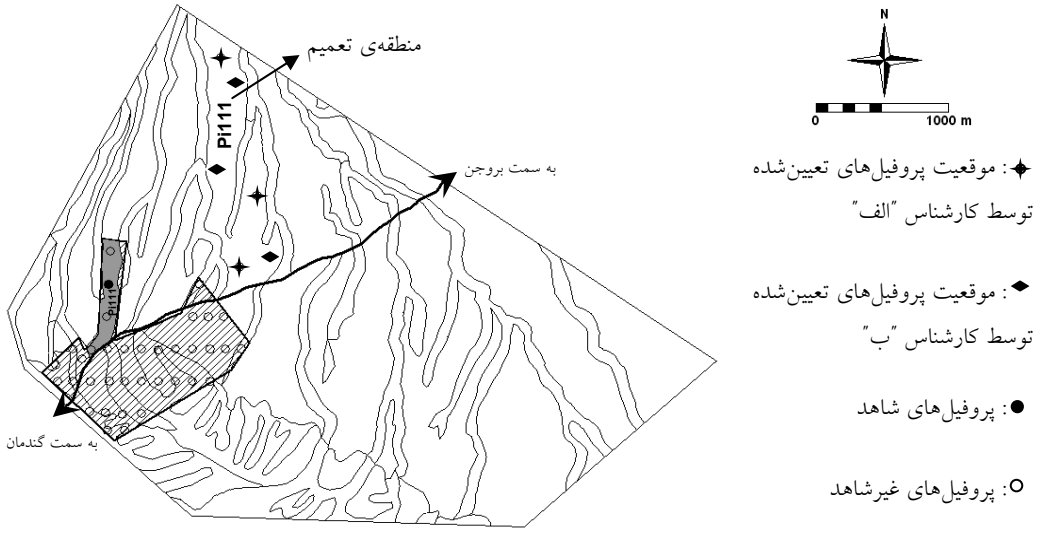
شکل ۳. موقعیت منطقه نمونه (قسمت هاشورخورده)، واحد Pi111 در حالت اول (قسمت تیره‌رنگ) در منطقه نمونه، منطقه تعمیم و نقاط مشاهداتی روی نقشه تفسیری منطقه مطالعاتی



شکل ۴. موقعیت منطقه نمونه (قسمت هاشورخورده)، واحد Pi111 در حالت دوم (قسمت تیره‌رنگ) در منطقه نمونه، منطقه تعمیم و نقاط مشاهداتی روی نقشه تفسیری منطقه مطالعاتی

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]



شکل ۵. موقعیت منطقه نمونه (قسمت هاشورخورده)، واحد Pi111 در حالت سوم (قسمت تیره‌رنگ) در منطقه نمونه، منطقه تعمیم و نقاط مشاهداتی بر روی نقشه تفسیری منطقه مطالعاتی

و دوم منطقه نمونه، کمپلکس و در موقعیت سوم، همگون بوده است. در واقع، تغییر موقعیت منطقه نمونه، تفاوت‌های تاکسونومیکی و نوع واحد نقشه را برای واحد Pi111 در بر داشته است. البته تفاوت تاکسونومیکی مزبور، گاهی بسیار وسیع و در حد رده و گاهی نیز اندک و تنها در حد کلاس توزیع اندازه‌ای ذرات فامیل می‌باشد. نکته قابل تأمل در این راستا، آن است که پروفیل شاهد واحد Pi111 در حالت سوم، تنها به دلیل آن‌که درصد ذرات درشت (Coarse fragments) آن بیش از ۳۵ درصد می‌باشد (جدول ۲)، در کلاس توزیع اندازه‌ای ذرات سنگریزه‌ای (Skeletal) قرار گرفته است؛ حال آن‌که اختلاف مزبور، ناچیز و به میزان ۲ درصد (۲٪=۳۵-۳۷) می‌باشد. بنابراین، در صورتی که اختلاف جزئی موجود را ناشی از خطاهای احتمالی در اندازه‌گیری درصد ذرات درشت فرض کنیم؛ آنگاه ملاحظه خواهد شد که رده‌بندی این پروفیل، با رده‌بندی یکی از پروفیل‌های شاهد واحد Pi111 در حالت دوم یکسان می‌باشد. به عبارت بهتر، این دو پروفیل را می‌توان دو خاک مشابه (Similar soil) قلمداد نمود. با این وجود، ملاحظه می‌گردد که تغییر موقعیت منطقه نمونه، تفاوت‌های تاکسونومیکی را رقم زده است. حال، پرسشی که به ذهن می‌آید آن است که روش ژئوپدولوژی چگونه تفاوت‌های تاکسونومیکی مزبور را توجیه می‌کند؟

نتایج مربوط به اندازه‌گیری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌های حفرشده توسط دو کارشناس مذکور در جدول ۵ نشان داده شده‌اند. نکته قابل توجه در این جدول، آن است که ظرفیت تبادل کاتیونی، تنها برای افق‌هایی اندازه‌گیری شده است که در تعیین کلاس فعالیت تبادل کاتیونی (Cation-exchange activity class) برای فامیل‌های با کلاس مینرالوژی مخلوط (Mixed) (با توجه به تعریف محدوده کنترلی فامیل) دخالت داشته‌اند. جدول ۶ نیز نشانگر رده‌بندی هر کدام از پروفیل‌های در نظر گرفته شده توسط کارشناسان مختلف می‌باشد. ملاحظه می‌گردد که علی‌رغم مشابهت نتایج رده‌بندی پروفیل‌های انتخابی توسط دو کارشناس "الف" و "ب" با یکدیگر، خاک‌های شناسایی‌شده توسط هر کارشناس، رده‌بندی‌های متفاوتی در سطح فامیل دارند. حال اگر قرار باشد میزان هم‌خوانی نتایج حاصل برای واحد Pi111 در هر کدام از موقعیت‌های سه‌گانه منطقه نمونه را با نظر هر یک از کارشناسان، به صورت مجزا بررسی نمود؛ شش حالت مختلف به شرح زیر به وجود خواهد آمد:

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

جدول ۲. نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌های شاهد واحد Pi111 در هر یک از موقعیت‌های سه‌گانه

موقعیت واحد Pi111	افق	عمق (cm)	درصد							بافت	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)
			شن	سیلت	رس	ذرات (۲-۰/۱) mm	ذرات (۷۵-۲) mm	کل کربنات‌ها*	مواد آلی			
حالت اول	Ap	۰-۲۰	۱۰	۵۳	۳۷	۶	۱۰	۲۷	۰/۶۷	SiCL	۷/۶	۰/۳۹
	Bk	۲۰-۸۳	۱۲	۵۱	۳۷	۸	۱۶	۵۶	۰/۴۹	SiCL	۷/۸	۰/۲۳
	BkC	۸۳-۱۵۵	۳۴	۴۳	۲۳	۲۸	۳۴	۸۱	۰/۱۸	L	۷/۹	۰/۲۰
	Ap	۰-۱۷	۷	۴۷	۴۶	۴	۱۳	۲۶	۰/۷۸	SiC	۷/۶	۰/۳۷
	Btk1	۱۷-۶۰	۶	۳۹	۵۵	۴	۱۶	۴۱	۰/۵۲	C	۷/۹	۰/۲۳
	Btk2	۶۰-۹۵	۱۰	۳۸	۵۲	۷	۲۸	۶۴	۰/۲۶	C	۸	۰/۲۰
	CBk1	۹۵-۱۲۰	۵۴	۲۲	۲۴	۴۸	۵۳	۸۱	۰/۳۵	SCL	۸	۰/۲۶
	CBk2	۱۲۰-۱۷۰	۱۷	۴۷	۳۶	۱۳	۳۰	۷۶	۰/۱۱	SiCL	۸/۱	۰/۳۱
حالت دوم	Ap	۰-۱۵	۱۰	۴۵	۴۵	۵	۱۰	۱۷	۰/۷۱	SiC	۷/۴	۰/۳۶
	Bk1	۱۵-۴۰	۱۰	۴۴	۴۶	۵	۲۷	۳۰	۰/۸۲	SiC	۷/۶	۰/۲۸
	Bk2	۴۰-۹۰	۱۴	۴۳	۴۳	۱۱	۳۶	۴۰	۰/۵۵	SiC	۷/۶	۰/۲۲
	Bk3	۹۰-۱۵۰	۲۹	۳۹	۳۲	۲۵	۴۵	۵۶	۰/۳۵	CL	۷/۸	۰/۲۵
	CBk	۱۵۰-۱۷۰	۴۰	۳۵	۲۵	۳۵	۵۰	۶۵	۰/۱۷	L	۷/۸	۰/۲۰
حالت سوم	Ap	۰-۱۵	۱۲	۴۷	۴۱	۸	۲۱	۲۵	۰/۶۵	SiC	۷/۷	۰/۴۱
	Bk	۱۵-۵۵	۱۲	۳۰	۵۸	۶	۲۷	۴۹	۰/۹۷	C	۷/۹	۰/۲۵
	Bkm	۵۵+	–	–	–	–	–	۸۷	–	–	–	–
	Ap	۰-۱۷	۱۹	۴۳	۳۸	۱۴	۲۵	۲۸	۱/۰۴	SiCL	۷/۵	۰/۳۸
	Bk	۱۷-۵۰	۱۷	۲۸	۵۵	۱۳	۳۷	۵۱	۰/۸۵	C	۷/۸	۰/۲۵
	Bkm	۵۰+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* : در تمامی افق‌های تحت‌الارضی، میزان کربنات کلسیم ثانویه قابل رؤیت، بیش از پنج درصد بوده است.

جدول ۳. رده‌بندی پروفیل‌های شاهد و نوع واحد نقشه برای واحد Pi111 در هر یک از موقعیت‌های سه‌گانه

موقعیت واحد Pi111	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۰۶)	نوع واحد
حالت اول	Fine-loamy, carbonatic, mesic Typic Calcixerepts Fine, carbonatic, mesic Calcic Haploxeralfs	کمپلکس
حالت دوم	Clayey-skeletal, carbonatic, mesic Typic Calcixerepts Fine, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts	کمپلکس
حالت سوم	Clayey-skeletal, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts	همگون

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

جدول ۴. رده‌بندی سایر پروفیل‌های حفرشده در واحد Pi111 (به غیر از پروفیل‌های شاهد)

با توجه به موقعیت‌های مختلف منطقه نمونه

موقعیت واحد Pi111	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۰۶)
	Fine, carbonatic, mesic Calcic Haploxeralfs
حالت اول	Fine, mixed, semiactive, mesic Typic Calcixerepts
	Fine-loamy, carbonatic, mesic Typic Calcixerepts
	Fine, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts
حالت دوم	Loamy-skeletal, carbonatic, mesic Typic Calcixerepts
	Fine, carbonatic, mesic Petrocalcic Palexeralfs
	Clayey-skeletal, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts
حالت سوم	Loamy-skeletal, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts
	Fine, mixed, superactive, mesic Petrocalcic Calcixerepts

جدول ۵. نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌های حفرشده توسط کارشناسان مختلف

به منظور بررسی میزان اعتبار تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی

کارشناس	افق	عمق (cm)	درصد ذرات							بافت	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol/kg soil)
			شن	سیلت	رس	(۰/۱-۲) mm	(۲-۷۵) mm	کل کربنات‌ها*	مواد آلی				
"الف"	Ap	۰-۲۵	۱۰	۵۲	۳۸	۶	۴	۳۱	۰/۷۴	SiCL	۷/۷	۰/۴۰	–
	Btk1	۲۵-۱۰۰	۱۱	۴۵	۴۴	۸	۱۳	۳۸	۰/۲۶	SiC	۸/۱	۰/۲۲	۱۹/۵
	Btk2	۱۰۰-۱۵۷	۱۵	۳۵	۵۰	۱۲	۳۳	۵۴	۰/۱۵	C	۸/۱	۰/۲۴	–
	Ap	۰-۲۰	۱۳	۴۳	۴۴	۷	۲۰	۳۳	۰/۷۴	SiC	۷/۶	۰/۳۸	–
	Bk	۲۰-۵۵	۱۲	۳۶	۵۲	۸	۴۵	۴۶	۰/۸۹	C	۷/۶	۰/۳۳	–
	Bkm	۵۵-۸۰	–	–	–	–	–	۹۰	–	–	–	–	–
"ب"	Ap	۰-۲۰	۱۲	۴۸	۴۰	۷	۷	۲۶	۰/۸۹	SiC	۷/۴	۰/۴۳	–
	Bk	۲۰-۶۵	۱۳	۳۷	۵۰	۱۱	۲۵	۵۰	۰/۶۰	C	۷/۷	۰/۲۴	–
	Bkm	۶۵-۱۰۰	–	–	–	–	–	۸۶	–	-	–	–	–
"ج"	Ap	۰-۳۰	۱۱	۵۱	۳۸	۶	۳	۲۴	۰/۵۲	SiCL	۷/۵	۰/۴۱	–
	Btk1	۳۰-۶۰	۹	۵۴	۳۷	۴	۱۱	۳۳	۰/۵۲	SiCL	۷/۷	۰/۲۷	۱۷
	Btk2	۶۰-۱۱۵	۹	۴۵	۴۶	۶	۱۳	۳۴	۰/۲۶	SiC	۷/۷	۰/۲۸	۲۱/۶
	Bk	۱۱۵-۱۶۰	۱۶	۴۰	۴۴	۱۴	۲۱	۴۷	۰/۱۵	C	۷/۸	۰/۳۱	–
"د"	Ap	۰-۱۰	۱۸	۴۶	۳۶	۱۳	۲۵	۲۷	۰/۸۲	SiCL	۷/۸	۰/۴۰	–
	Bk	۱۰-۴۰	۲۲	۳۲	۴۶	۱۶	۵۵	۴۴	۰/۸۲	C	۸	۰/۲۸	–
	Bkm	۴۰-۹۰	–	–	–	–	–	۸۶	–	-	–	–	–
"ه"	Ap	۰-۱۵	۱۰	۵۰	۴۰	۵	۸	۲۵	۰/۷۱	SiC	۷/۵	۰/۴۳	–
	Bk	۱۵-۴۰	۹	۳۶	۵۵	۶	۳۱	۴۴	۰/۸۲	C	۷/۶	۰/۲۸	–
	Bkm	۴۰-۱۰۰	–	–	–	–	–	۸۷	–	–	–	–	–

* : در تمامی افق‌های تحت‌الارضی، میزان کربنات کلسیم ثانویه قابل رؤیت، بیش از پنج درصد بوده است.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

جدول ۶. رده‌بندی پروفیل‌های حفرشده توسط کارشناسان مختلف به منظور بررسی میزان اعتبار تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی برای واحد Pi111

کارشناس	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۰۶)
"الف"	Fine, mixed, active, mesic Calcic Haploxeralfs
	Clayey-skeletal, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts
	Fine, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts
"ب"	Fine, mixed, active, mesic Calcic Haploxeralfs
	Clayey-skeletal, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts
	Fine, carbonatic, mesic Petrocalcic Calcixerepts

۱) کارشناس "الف"- واحد Pi111 در موقعیت اول منطقه نمونه: در این حالت، رده‌بندی (تا سطح فامیل) پروفیل‌های مد نظر کارشناس، هیچ گونه هم‌خوانی با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه نشان نمی‌دهند. لیکن، از آن جایی که در روش ژئوپدولوژی، تعمیم‌پذیری نتایج حاصل از مناطق نمونه برای واحدهای مشابه خارج از این مناطق، عمدتاً با آگر یا مته بررسی می‌گردد و از طرفی، انجام مطالعات تفصیلی صرفاً در مناطق نمونه صورت می‌پذیرد (۱)، بنابراین، در صورتی که مرفولوژی صحرایی در پروفیل‌های حفرشده توسط کارشناس مذکور، بدون توجه به رده‌بندی آنها تا سطح فامیل و تنها بر اساس شباهت پروفیلی (از قبیل توالی افق‌ها و عمق قرارگیری آنها، مقدار نسبی سنگریزه و کربنات کلسیم قابل رؤیت)، ملاک قضاوت بصری قرار گیرد؛ آن‌گاه ملاحظه می‌شود که تنها یک پروفیل از سه پروفیل تعیین شده توسط کارشناس "الف" با یکی از پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه هم‌خوانی دارد. از سوی دیگر، براساس نتایج جدول ۵، دلیل قرارگیری یکی از پروفیل‌های حفرشده توسط کارشناس "الف" در کلاس مینرالوژی مخلوط، عدم کفایت درصد کل کربنات‌های خاک موجود در بخش کنترل فامیل برای کلاس مینرالوژی کربناتیک (Carbonatic) است که البته اختلاف موجود، ناچیز و برابر با ۲ درصد است. بنابراین، در صورتی که اختلاف جزئی مزبور را ناشی از خطاهای احتمالی در اندازه‌گیری درصد کل کربنات‌های خاک فرض کنیم؛ آنگاه ملاحظه خواهد شد که در این حالت نیز رده‌بندی این پروفیل، با رده‌بندی یکی از پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه یکسان می‌باشد؛ یعنی دو خاک را می‌توان مشابه در نظر گرفت. به عبارت دیگر، دو پروفیل از سه پروفیل تعیین شده توسط کارشناس مزبور با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه مشابه هستند.

۲) کارشناس "الف"- واحد Pi111 در موقعیت دوم منطقه نمونه:

در این حالت، با در نظر گرفتن رده‌بندی خاک‌ها تا سطح فامیل، مشاهده می‌شود که تنها یک پروفیل از سه پروفیل تعیین شده توسط کارشناس با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه هم‌خوانی دارند. حال اگر مرفولوژی صحرایی پروفیل‌ها را به عنوان معیار مقایسه انتخاب نماییم؛ خواهیم دید که دو پروفیل از سه پروفیل مد نظر کارشناس با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه مطابقت دارند.

۳) کارشناس "الف"- واحد Pi111 در موقعیت سوم منطقه نمونه:

این حالت نیز مشابه حالت قبل می‌باشد، یعنی تطابق‌پذیری پروفیل‌های مورد نظر کارشناس با پروفیل شاهد منطقه نمونه (تا سطح فامیل)، یک پروفیل از سه پروفیل می‌باشد؛ در حالی که براساس مرفولوژی صحرایی پروفیل‌ها، هم‌خوانی پروفیل‌های مزبور به دو پروفیل از سه پروفیل ارتقا خواهد یافت.

۴) کارشناس "ب"- واحد Pi111 در موقعیت اول منطقه نمونه: در این مورد نیز میزان هم‌خوانی پروفیل‌های مورد نظر

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

کارشناس با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه (تا سطح فامیل)، صفر می‌باشد. لیکن، در صورتی که توالی افق‌ها و عمق قرارگیری آنها در پروفیل‌های حفرشده توسط کارشناس مذکور، بدون توجه به رده‌بندی آنها تا سطح فامیل، ملاک قضاوت بصری قرار گیرد؛ آن‌گاه ملاحظه می‌شود که یک پروفیل از سه پروفیل تعیین‌شده توسط کارشناس مزبور با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه هم‌خوانی دارد.

۵) کارشناس "ب"- واحد Pi111 در موقعیت دوم منطقه نمونه: در این حالت، با در نظر گرفتن رده‌بندی خاک‌ها تا سطح فامیل، مشاهده می‌شود که تنها یک پروفیل از سه پروفیل تعیین‌شده توسط کارشناس با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه هم‌خوانی دارد. حال اگر مرفولوژی صحرایی پروفیل‌ها را به عنوان معیار مقایسه انتخاب نماییم؛ خواهیم دید که دو پروفیل از سه پروفیل مد نظر کارشناس با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه مطابقت دارند.

۶) کارشناس "ب"- واحد Pi111 در موقعیت سوم منطقه نمونه: این حالت نیز مشابه حالت قبل می‌باشد، یعنی تطابق‌پذیری پروفیل‌های مورد نظر کارشناس با پروفیل شاهد منطقه نمونه (تا سطح فامیل)، یک پروفیل از سه پروفیل می‌باشد؛ در حالی که براساس مرفولوژی صحرایی پروفیل‌ها، هم‌خوانی پروفیل‌های مزبور به دو پروفیل از سه پروفیل ارتقا خواهد یافت.

به طور کلی، مشاهده می‌گردد که در تعمیم‌پذیری نتایج روش ژئوپدولوژی، نظر کارشناس نیز همچون موقعیت منطقه نمونه، بسیار مهم است؛ به طوری که میزان همخوانی پروفیل‌های مورد نظر هر کدام از کارشناسان "الف" و "ب" با پروفیل‌های شاهد منطقه نمونه در هر کدام از حالات سه‌گانه مزبور، براساس معیارهای تاکسونومیکی تا سطح فامیل، بین صفر تا یک پروفیل از سه پروفیل متغیر است. بنابراین، اگر شواهد مرفولوژیکی پروفیل‌ها و شباهت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها، صرف‌نظر از رده‌بندی آنها تا سطح فامیل، ملاک عمل قرار گیرند؛ آن‌گاه میزان هم‌خوانی پروفیل‌ها در تمام حالات شش‌گانه فوق‌الذکر، افزایش خواهد یافت.

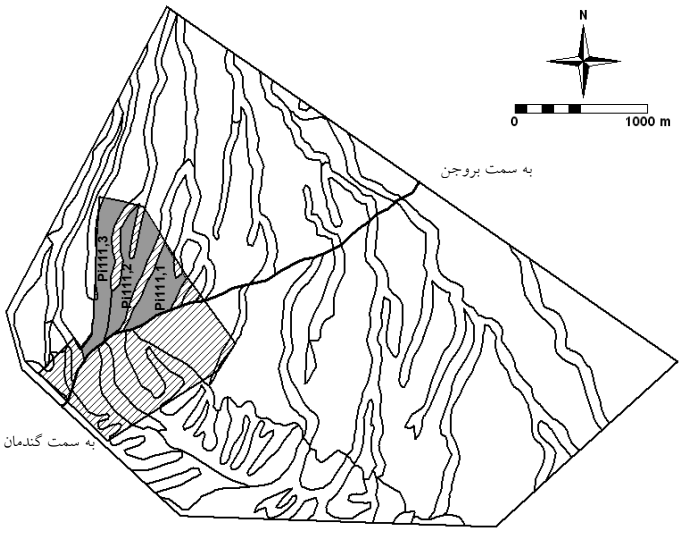
آنچه مهم می‌نماید، این است که چرا این همه تغییرپذیری و عدم هم‌خوانی نتایج برای حالات مختلف منطقه نمونه و دید کارشناس موجود می‌باشد؟ پاسخ را می‌توان در دلایل زیر جست‌وجو نمود:

۱. وابستگی فرایندهای محیطی به مقیاس و عدم توانایی تفکیک آنها در مقیاس مطالعاتی
۲. طبیعت کئوتیک (Chaotic nature) (۱۷) تغییرات اراضی و خاک‌ها در منطقه مطالعاتی، به دلیل پیشینه‌های تکاملی متفاوت
۳. عدم کارایی روش ژئوپدولوژی در تفکیک دقیق و تعمیم اطلاعات به واحدهای مشابه خارج از منطقه نمونه
۴. به نظر می‌رسد واحدهای ژئومرفیک حاضر، قبلاً تحت فرایندهای متفاوت‌تری بوده‌اند که فرایند جدیدتر، آنها را پوشانده و امکان تفکیک قبلی‌ها وجود ندارد.
۵. روش‌های پَلی‌گونی ارائه تغییرات خاک‌ها، توانایی نشان دادن کل جوامع خاک و تغییرات پیوسته محیط را دارا نمی‌باشند.

از آن‌جایی که مناسب‌ترین مقیاس برای چنین روشی، نیمه تفصیلی (۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰) تا اجمالی (۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰۰) بیان شده است (۱۸ و ۲۶) و اعتقاد بر این است که به منظور مطالعه در مقیاس‌های بزرگ‌تر، نیاز به تغییر و ویرایش راهکار مورد استفاده می‌باشد (۱۸)؛ بنابراین، انجام تحقیق حاضر در مقیاس تفصیلی (۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰) (۱۸)، خود به نوعی بر گفته‌های محققین مذکور صحه می‌گذارد؛ چرا که مطابق با روش مزبور، نتایج رده‌بندی حاصل از منطقه نمونه، قابل تعمیم به اشکال اراضی مشابه نمی‌باشند. بنابراین، یکی از روش‌های احتمالی به منظور ویرایش راهکار مورد استفاده در روش ژئوپدولوژی برای مقیاس‌های تفصیلی و بزرگ‌تر، تعریف "فازهای شکل اراضی" (Landform phases) است؛ بدین معنی که دریافت اطلاعات بیشتر به همراه جزئیات دقیق‌تر از

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]



شکل ۶. موقعیت منطقه مطالعاتی و منطقه نمونه در قالب تلفیق مناطق نمونه سه‌گانه تحت یک شکل واحد (Pi111,1، Pi111,2 و Pi111,3 بیان‌گر فازهای مختلف شکل اراضی می‌باشند)

مقیاس‌های اخیر می‌تواند تفکیک سیمای سرزمین را بهتر و تحت واحدهای یک‌نواخت‌تر (همگن‌تر) انجام دهد. لذا در صورت اعمال چنین روشی، می‌توان موقعیت‌های سه‌گانه ترسیم‌شده برای منطقه نمونه (با توجه به تغییرپذیری موقعیت واحد Pi111 در آنها) را در لوای یک شکل واحد، اما با فاز اشکال اراضی مختلف نمایش داد (شکل۶). در این‌صورت، هر فاز شکل اراضی، در واقع، بیانگر یک واحد نقشه مجزا خواهد بود که تغییرپذیری منطقه مطالعاتی را بهتر و دقیق‌تر نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که علی‌رغم مشابهت نتایج رده‌بندی پروفیل‌های انتخابی توسط دو کارشناس، خاک‌های شناسایی‌شده توسط هر کارشناس، رده‌بندی متفاوتی در سطح فامیل دارند. هم‌چنین، موقعیت منطقه نمونه، تأثیر قابل توجهی بر رده‌بندی خاک‌ها، نوع واحد نقشه و میزان تعمیم‌پذیری واحدهای مشابه دارد. لذا تعمیم‌پذیری تاکسونومیکی نتایج ژئوپدولوژی برای اشکال اراضی مشابه، نمی‌تواند الگوی خوبی را در رابطه با مدیریت منطقه، در دسترس قرار دهد. لیکن وجود تفاوت‌های جزئی در مقدار ویژگی‌هایی نظیر درصد سنگریزه، وجود یا عدم وجود پوشش رسی، میزان رس و درصد کربنات کلسیم که از دیدگاه رده‌بندی خاک‌ها مهم هستند و گاهی نیز می‌توانند باعث تفاوت‌های فاحش، حتی در سطح رده شوند؛ باعث می‌شود که چنین خاک‌هایی از نظر مدیریتی و کاربردی مشابه باشند. بنابراین، احتمال آن وجود دارد که تعمیم‌پذیری مدیریتی در این روش، حتی در مقیاس تفصیلی بتواند پاسخگوی نیازهای مربوط باشد. بدین منظور، خلوص تفسیری یا مدیریتی واحدهای ژئوپدولوژیک بایستی در تحقیقات آتی مد نظر قرار گیرند. هم‌چنین، بررسی آماری تغییرات خاک در روش ژئوپدولوژی، موضوعی است که می‌تواند به منظور ارائه نتایج دقیق‌تر و کمی‌تر، مورد تحقیق واقع شود که البته این موضوع توسط نویسندگان مقاله برای منطقه مطالعاتی در حال بررسی و تجزیه و تحلیل می‌باشد و امید است که برای مناطق دیگر نیز توسط محققین مختلف مورد آزمون قرار گیرد تا میزان اعتبار تعمیم‌پذیری نتایج حاصل از روش مزبور برای اشکال اراضی مشابه، روشن‌تر و مستدل‌تر گردد.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

سپاسگزاری

مرحله آزمایشگاهی این پروژه در آزمایشگاه خصوصی وفااصل انجام پذیرفته است که بدین وسیله از آقای مهندس مختار وفااصل که زحمات زیادی را متحمل گردیدند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود. هم‌چنین، از داوران محترمی که زحمت ارزیابی مقاله را برعهده داشتند و پیشنهادهای مفیدی به منظور ارتقای کیفیت مقاله ارائه نمودند، تشکر می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. قلی‌زاده، ع. ۱۳۸۰. بررسی کارایی روش ژئوپدولوژیک و روش خاک‌شناسی معمول در ایران برای طبقه‌بندی تناسب اراضی تحت کشت محصولات عمده منطقه گنبد قابوس- استان گلستان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۲. قیومی محمدی، ح. ۱۳۸۰. مطالعات ژئوپدولوژیک واحد هیدرولوژیک داران- دامنه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد ژئومرفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد.

۳. محمدی، ج. ۱۳۸۵. *پدومتری*. جلد اول، *آمار کلاسیک*، انتشارات پلک، تهران.

4. Aiman, S.S., A. Farshad, S. Rob and D.P. Shrestha. 2004. Predicting salinization in its early stage, using electromagnetic data and geostatistical techniques: A case study of Nong Suang district, Nakhon Ratchasima, Thailand. *In*: Proceeding of the 25th Asian Conference on Remote Sensing. ACRS 2004 silver jubilee: November 22-26, Chiang Mai, Thailand.
5. Arcak, C., S. Ozden, Y. Kurucu, U. Altinbas, M. Bolca and T. Turk. 2002. Estimation of Degradation Risk on Mass Movement-Prone Areas of Senirkent and GIS&RS-Aided Modelling and Mapping of Susceptible Zones Using Direct-Heuristik Technique [Online]. http://www.toprak.org.tr/isd/can_41.htm.
6. Bani Neameh, J. 2003. Land evaluation for land use planning with especial attention to sustainable fodder production in the Rouzeh Chai catchment of Orumiyeh area, Iran. MSc. Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands.
7. Chaharmahal and Bakhtiari Meteorological Administration. http://www.chaharmahalmet.ir/en/dataarchive.asp.
8. Dent, D. and A. Young. 1981. Soil Survey and Land Evaluation. George Allen and Unwin Pub., London.
9. Farshad, A. 1997. Analysis of integrated soil and water management practices within different agricultural systems under semi-arid conditions of Iran and evaluation of their sustainability. PhD. Thesis, Gent University, Belgium.
10. Farshad, A., S. Udomsri, E. Hansakdi and D.P. Shrestha. 2006. GIS-based geopedology: a way to predictive soil mapping: poster. Presented at the 18th World Congress of Soil Science WCSS: Frontiers of Soil Science, Technology and the Information Age, 9-15 July, Philadelphia, USA.
11. Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis. PP. 383-411. *In*: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1, Am. Soc. Agron. Inc , Madison, WI, USA.
12. Hengl, T. and D.G. Rossiter. 2003. Supervised landform classification to enhance and replace photointerpretation in semi-detailed soil survey. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 1810-1822.
13. Loeppert, R.H. and D.L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum, PP. 437-474. *In*: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Am. Soc. Agron. Inc., Madison, WI. USA.
14. Moemeni, A. 1994. Assessment of the prevailing irrigation practices 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.
15. Moemeni, A. and A. Farshad. 1998. Evaluation of prevailing irrigation practices and their relation to soil properties: a case study of Hamadan-Bahar area of western Iran. Annu. Arid Zone 37(2): 119-131.
16. Nelson D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, PP. 961-1010. *In*: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3, Am. Soc. Agron. Inc , Madison, WI. USA.
17. Phillips, J.D. 1993. Instability and chaos in hillslope evolution. Am. J. Sci. 283: 25–48.
18. Rossiter, D.G. 2000. Methodology for Soil Resource Inventories. 2nd Revised Version, Soil Science Division, International institute for Aerospace Survey & Earth Science (ITC), 132 p.
19. Rossiter, D.G. and T. Hengl. 2001.Technical note: creating geometrically-correct photo-interpretation, photo-mosaics, and base maps for a project GIS. http://www.itc.nl/~rossiter.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]

20. Salehi, J. 1994. Application of remote sensing and geographic information systems for evaluation of soil and water resources for development planning in the Hamadan-Bahar plain, Hamadan Province, Iran. MSc. Thesis, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
21. Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture, Handbook No. 18. Washington, DC.
22. Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed., NRCS, USDA.
23. Sumner, M.E. and W.P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. PP: 1201-1229. *In*: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Am. Soc. Agron. Inc , Madison, WI. USA.
24. Sys, C., E. Van Ranst and J. Debaveye. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural publications – No. 7. General Administration for Development Cooperation Place du Champ de Mars 5 bte 57 – 1050 Brussels -Belgium.
25. Toomanian, N., A. Jalalian, H. Khademi, M.K. Eghbal and A. Papritz. 2006. Pedodiversity and pedogenesis in Zayandeh-rud Valley, Central Iran. Geomorphology 81: 376–393.
26. 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.
27. Western, S. 1978. Soil Survey Contracts and Quality Control. Clarendon Press, Oxford, England.
28. Zhu, A.X., B. Hudson, J. Burt, K. Lubich and D. Simonson. 2001. Soil mapping using GIS, expert knowledge and fuzzy logic, Soil Sci. Soc. Am. J. 65: 1463-1472.
29. 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.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.49.8.0]