

## مقایسه سامانه‌های رده‌بندی آمریکایی و جهانی در توصیف ویژگی‌های برخی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران مرکزی

مرتضی بهمنی<sup>۱\*</sup>، محمد حسن صالحی<sup>۱</sup> و عیسی اسفندیارپور بروجنی<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۲)

### چکیده

یکی از دلایل اصلی ایجاد سامانه‌های طبقه‌بندی خاک، شناسایی تفاوت ویژگی‌های مهم خاک‌ها برای اهداف مدیریتی است. در این پژوهش، کارایی طبقه‌بندی خاک دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و جهانی در توصیف ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی برخی از خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران مرکزی مورد مقایسه و بحث قرار گرفته است. بدین منظور، دشت‌های خاتون‌آباد و مبارکه در استان اصفهان (به‌عنوان مناطق خشک) و دشت‌های کوه‌رنگ و شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری (به‌عنوان مناطق نیمه‌خشک) انتخاب شدند و پس از حفر و تشریح چهار خاکرخ در هر دشت (در مجموع، ۱۶ خاکرخ)، خاکرخ‌های شاهد هر دشت انتخاب گردیدند و از افق‌های آنها برای آزمایش‌های مختلف و تعیین رده‌بندی خاک‌ها در دو سامانه آمریکایی و جهانی نمونه‌برداری صورت گرفت. نتایج نشان داد که رده خاک‌های هر دو دشت کوه‌رنگ و خاتون‌آباد در سامانه آمریکایی، ورتی سول می‌باشد؛ در حالی که در سامانه جهانی، این دو خاک به ترتیب در گروه‌های مرجع کمبی سول و کلسی سول نام‌گذاری می‌شوند. از طرف دیگر، خاک‌های مبارکه و شهرکرد بر اساس سامانه جهانی، هر دو در گروه مرجع کلسی سول قرار گرفته‌اند، در حالی که در سامانه آمریکایی به دلیل تفاوت در رژیم رطوبتی خاک، به ترتیب در رده‌های اریدی سول و اینسپتی سول طبقه‌بندی شده‌اند. هیچ کدام از سامانه‌ها نتوانسته‌اند وجود گچ در افق‌های پایین خاک‌های منطقه مبارکه (پایین‌تر از عمق ۱۰۰ سانتی‌متر) را نشان دهند. نتایج کانی‌شناسی رس، حاکی از غالب بودن اسمکتیت در خاک‌های کوه‌رنگ و عدم وجود کانی پالی‌گورسکیت در این منطقه است. این در حالی است که در سطح فامیل سامانه آمریکایی، غالب بودن اسمکتیت به‌خوبی نشان داده می‌شود. نتایج رده‌بندی خاک‌ها در سطوح پایین‌تر بیانگر این است که به‌طور نسبی، سامانه جهانی در بیان شرایط خاک‌های مورد مطالعه از کارایی بیشتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی، سامانه طبقه‌بندی خاک جهانی، کانی‌شناسی رس، مناطق خشک و نیمه‌خشک

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲. گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: [morteza.bahmani766@gmail.com](mailto:morteza.bahmani766@gmail.com)

## مقدمه

از اهداف طبقه‌بندی خاک، ایجاد کلاس‌های کم و بیش یکنواخت می‌باشد که به موجب آن، تفاوت‌های اساسی موجود در ویژگی‌های خاک آشکار می‌شود (۸). از گذشته تا به امروز در کشورهای مختلف، سامانه‌های خاکی مختلفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برخی از این سامانه‌ها، محلی بوده و برای کشور خاصی با توجه به شرایط خاک‌های آن کشور تهیه و تدوین شده‌اند ولی دو سامانه جهانی و آمریکایی در اکثر کشورهای جهان مورد توجه هستند و به صورت فراگیر به کار می‌روند.

دکرز و همکاران (۹) دلایلی همچون عدم تساوی تعداد سطوح موجود در سلسله مراتب سامانه‌های مزبور (۱۲ رده در سامانه آمریکایی در مقابل ۳۲ گروه مرجع خاک سامانه طبقه‌بندی جهانی)، وسیع و گسترده بودن اغلب تعریف‌های ارائه شده برای افق‌های مشخصه مشابه موجود در دو سامانه مذکور و عدم استفاده از معیارهای اقلیمی در سامانه طبقه‌بندی جهانی را توجیهی بر اندک بودن همبستگی میان این دو سامانه می‌دانند. سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی، دارای شش سطح و سامانه طبقه‌بندی خاک جهانی، دارای دو سطح برای طبقه‌بندی خاک هستند. به عقیده چاد و میشل (۲۶) کم بودن سطوح طبقه‌بندی در سامانه جهانی دو مزیت اصلی دارد: ۱- تعداد توصیف‌کننده‌های هر پدون خاک این اطمینان را حاصل می‌کند که همه ویژگی‌های آن پدون در نام آن منعکس شده است. ۲- تعریف کردن توصیف‌کننده‌ها در یک لیست مشترک، باعث آسانی تسلط بر آنها خواهد شد. ایشان همچنین معتقدند که این دو سامانه طبقه‌بندی، دارای ساختار متفاوتی هستند و در نتیجه دارای نقاط ضعف و قوت مختلفی می‌باشند. از نظر آنها سامانه جهانی در طبقه‌بندی و سامانه آمریکایی در نقشه‌برداری خاک‌ها قوی‌تر هستند. تأکید بیشتر سامانه جهانی بر مرفولوژی خاک و تلاش آن در راستای مختصر نمودن استفاده از تجزیه‌های آزمایشگاهی برای طبقه‌بندی خاک‌ها (۲۳)، کاربرد سامانه طبقه‌بندی جهانی را برای مناطقی که از امکانات نسبتاً کمتری برخوردار می‌باشند؛ مناسب‌تر ساخته است. برخلاف این‌که

سامانه جهانی ابتدا برای نقشه‌برداری خاک، در نظر گرفته نشده بود ولی در برخی از کشورها از آن به منظور پهنه‌بندی خاک‌ها استفاده شده است (۱۳)، برخی معتقدند که سامانه طبقه‌بندی جهانی می‌تواند با به‌کارگیری اطلاعات آزمایشگاهی کمتر نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی، برای نقشه‌برداری خاک استفاده شود؛ زیرا تعیین فامیل و سری خاک، نیازمند هزینه و وقت زیادتری می‌باشد (۱ و ۲۶). گراسیموف (۱۱) عقیده دارد که برتری سامانه جهانی نسبت به سامانه آمریکایی، در ارتباط با خاک‌های متأثر از فعالیت‌های انسانی می‌باشد؛ چرا که در سامانه جهانی، دو گروه مرجع خاک آنتروسول و تکنوسول (۱۳) در این ارتباط مد نظر قرار گرفته‌اند. سکو و همکاران (۲۸) اظهار می‌دارند از آنجایی که سامانه طبقه‌بندی جهانی تلاش می‌کند تا تمامی انواع خاک‌های موجود در جهان را پوشش دهد؛ بنابراین، از تنوع افق بالاتری نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی برخوردار است و تأکید بیشتری بر مرفولوژی و تشکیل خاک دارد. اسفندیارپور و همکاران (۱) معتقدند که اسامی خاک‌ها در سامانه طبقه‌بندی جهانی، نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی، اطلاعات بیشتری در مورد ویژگی‌ها و خصوصیات درونی خاک‌های شور در دسترس قرار می‌دهند. به‌علاوه، سامانه طبقه‌بندی جهانی قادر به نمایش ویژگی‌های بیشتری از این خاک‌ها نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی است. در حالی که سرشوق (۳) با مطالعه خاک‌های منطقه باباحیدر استان چهارمحال و بختیاری بیان می‌کند که سامانه آمریکایی برای نشان دادن ویژگی‌های خاک‌های کم‌عمق در مناطق نیمه‌خشک، گویاتر از سامانه جهانی است.

در نظر گرفتن سطح فامیل در رده‌بندی آمریکایی در راستای اهداف مدیریتی صورت پذیرفته است (۲۰ و ۳۰) و یکی از ویژگی‌های مورد استفاده برای این سطح، در نظر گرفتن کلاس کانی‌شناسی است (۳۰). کانی‌های رسی، در حدود ۵۰ درصد حجم غالب خاک‌ها را شامل می‌شوند و به لحاظ توانایی جذب یون‌ها، نقش بسزایی در تأمین و در دسترس قرار دادن عناصر یونی مورد نیاز گیاه و نیز حاصل‌خیزی خاک دارند (۱۸). در

۵۱° شرقی قرار گرفته است. این مناطق مطابق با سامانه آمریکایی، دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشند و میانگین بارندگی سالیانه در آنها به ترتیب، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر است.

منطقه سوم در استان چهارمحال و بختیاری در دشت کوه‌رنگ (چلگرد) و در محدوده عرض‌های جغرافیایی "۱۶/۸۵' ۲۷' ۳۲° تا "۲۱/۷۸' ۲۷' ۳۲° شمالی و طول‌های جغرافیایی "۲۸/۹۱' ۵۰° تا "۴۱/۹۹' ۵۰° شرقی قرار دارد. هم‌چنین، منطقه چهارم در دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است و دارای عرض‌های جغرافیایی "۱۱/۲۶' ۲۱' ۳۲° تا "۳۲/۳۹' ۲۱' ۳۲° شمالی و طول‌های جغرافیایی "۴۵/۰۲' ۴۸' ۵۰° تا "۴۷/۰۶' ۴۹' ۵۰° شرقی است. دو منطقه اخیر، بر اساس سامانه آمریکایی (۳۰)، دارای رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشند و میانگین بارندگی سالیانه در آنها به ترتیب، ۱۲۰۰ و ۳۲۰ میلی‌متر است. مواد مادری همه خاک‌ها یکسان (رسوبات کواترنری) است و همه خاک‌ها در واحد فیزیوگرافی دشت دامنه‌ای قرار گرفته‌اند.

### مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی

پس از بازدید از مناطق مورد نظر، چهار خاک‌رخ در هر منطقه (در مجموع، ۱۶ خاک‌رخ) حفر گردید و هر کدام از خاک‌رخ‌ها بر مبنای راهنمای تشریح خاک‌رخ اداره حفاظت خاک وزارت کشاورزی آمریکا (۳۰) تشریح شد و پس از تعیین خاک‌رخ‌های شاهد در هر منطقه، از تمامی افق‌های ژنتیکی آنها نمونه‌برداری صورت گرفت و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از هواخشک کردن نمونه‌های برداشت‌شده و عبور آنها از الک دو میلی‌متری، پهاش نمونه‌های خاک در عصاره‌های یک به پنج خاک به آب با استفاده از پهاش متر کورنینگ ۲۲۰ و قابلیت هدایت الکتریکی در نمونه‌های صاف شده‌ی حاصل از این عصاره‌ها با استفاده از هدایت‌سنج سی‌المیرون اندازه‌گیری شد (۲۲). بافت خاک و اجزای آن به روش هیدرومتری (۱۰)، کربنات کلسیم

نظر گرفتن کانی‌شناسی رس در بخش کنترل خاک‌ها در سطح فامیل رده‌بندی آمریکایی و عدم توجه مستقیم به آن در سامانه جهانی، ممکن است مزیتی برای سامانه آمریکایی به حساب آید. از طرف دیگر، نوع و مقدار کانی‌ها در اقلیم‌های مختلف، متفاوت است. چهار منشأ مادری، بادرفتی، توالی هوادیدگی کانی‌ها و منشأ نوتشکیلی می‌تواند حضور کانی‌های رسی را در خاک توجیه نماید (۱۲). ایلیت، اسمکتیت، کلریت، کائولینیت، ورمی‌کولیت و پالی‌گورسکیت به‌عنوان کانی‌های غالب در مناطق خشک و نیمه‌خشک گزارش شده‌اند (۲، ۴، ۵، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۳۱). شرایط متنوع محیطی و تغییرات محسوس عناصر اقلیمی در استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری باعث به‌وجود آمدن خاک‌های مختلفی در این دو استان شده است. در نظر گرفتن رژیم‌های رطوبتی و حرارتی در سامانه آمریکایی و عدم توجه به آن در سامانه جهانی این تصور را ایجاد می‌سازد که سامانه آمریکایی ممکن است نتایج بهتری برای چنین خاک‌هایی در پی داشته باشد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، مقایسه‌ی نتایج طبقه‌بندی خاک حاصل از دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و جهانی و بررسی میزان کارایی دو سامانه مذکور در توصیف برخی از ویژگی‌های خاک در مناطقی با اقلیم‌های متفاوت در استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### معرفی منطقه‌های مطالعاتی

برای رسیدن به اهداف این پژوهش، دو منطقه در هر یک از استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری مد نظر قرار گرفتند. منطقه اول در خاتون‌آباد (واقع در خوراسگان) استان اصفهان و در محدوده عرض‌های جغرافیایی "۵۴/۶۱' ۳۸' ۳۲° تا "۴۱/۲۲' ۳۹' ۳۲° شمالی و طول‌های جغرافیایی "۵۳/۳۵' ۴۶' ۵۱° تا "۵۱/۵۲' ۴۷' ۵۱° شرقی قرار دارد و منطقه دوم نیز در جاده اختصاصی مجتمع فولاد مبارکه استان اصفهان و حد فاصل عرض‌های جغرافیایی "۴۷/۰۹' ۱۵' ۳۲° تا "۵۹/۳۱' ۱۶' ۳۲° شمالی و طول‌های جغرافیایی "۲۶/۴۶' ۲۵' ۵۱° تا "۲۶/۹۶' ۲۶' ۲۶°

معادل به روش تیتراسیون برگشتی (۱۹)، گچ به روش ترسیب با استون (۱۹)، ماده‌ی آلی به روش اکسیداسیون تر با دی‌کرومات پتاسیم (۲۱) و اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با روش استات آمونیوم نرمال در پ‌هاش هفت (۷) انجام شد. در نهایت، رده‌بندی خاک‌ها بر اساس نتایج آزمایشگاهی و مطابق با کلید رده‌بندی آمریکایی (۳۰) و سامانه طبقه‌بندی جهانی (۱۳) نهایی گردید.

برای جداسازی رس نمونه‌ها از روش کیتریک و هوپ (۱۷) استفاده شد. بدین‌منظور، پیش‌تیمارهای لازم، از جمله حذف کربنات‌ها با استات سدیم (پ‌هاش برابر پنج و دمای حدود ۷۵ تا ۸۰ درجه سلسیوس)، حذف ماده آلی با آب اکسیژنه ۳۰ درصد و حرارت‌دادن نمونه‌ها تا ۸۰ درجه سلسیوس، و حذف اکسیدهای آهن با بافر دی‌تیونات، سیترات و بی‌کربنات سدیم (DCB) با پ‌هاش برابر ۷/۳ در حمام بخار و دمای ۷۵ تا ۸۰ درجه سلسیوس انجام گردید. پس از جداسازی بخش رس خاک‌ها، پنج تیمار جداگانه شامل اشباع با منیزیم، اشباع با پتاسیم، اشباع با منیزیم و اتیلن‌گلیکول، اشباع با پتاسیم و حرارت در دماهای ۱۱۰ و ۵۵۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت دو ساعت روی هر نمونه رس اعمال شد. در نهایت، اسلایدهای مربوطه با استفاده از دستگاه پراش پرتو ایکس بروکر مدل دی ۸ (Bruker-D8) قرائت شدند و پراش‌نگاشت‌های حاصل تفسیر شدند.

## نتایج و بحث

جدول ۱ بیان‌گر برخی از ویژگی‌های مرفولوژیکی خاک‌های شاهد مورد مطالعه است. در خاک‌های منطقه کوه‌رنگ و خاتون‌آباد، پدیده اسلیکن‌ساید (Slickenside) و شکاف‌هایی که به صورت دوره‌ای باز و بسته می‌شوند به خوبی قابل مشاهده هستند. در منطقه کوه‌رنگ، کربنات‌های کلسیم ثانویه قابل رؤیت نیستند و حتی جوششی با اسید کلریدریک یک نرمال در افق‌های بالایی خاک مشاهده نمی‌شود که به دلیل عدم وجود کربنات‌ها در لایه‌های بالایی و شست‌وشوی آن‌ها به سمت

عمق‌های پایین‌تر است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی این خاک‌ها در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تمامی خاک‌ها آهکی هستند و به جز خاک کوه‌رنگ، بقیه‌ی خاک‌ها دارای کربنات ثانویه و افق کلسیک می‌باشند. درصد رس در خاک‌های کوه‌رنگ و خاتون‌آباد به میزان چشم‌گیری از دو منطقه دیگر بیش‌تر است. میزان بالای رس در خاک کوه‌رنگ با توجه به بارندگی زیاد این منطقه قابل توجیه است، اما در خاک خاتون‌آباد که در منطقه خشک واقع شده است؛ احتمالاً به دلیل شرایط موضعی و بالابودن سطح سفره آب زیرزمینی، شرایط برای تشکیل رس زیاد فراهم شده است (۶).

بیشترین میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک کوه‌رنگ و سپس خاتون‌آباد مشاهده می‌شود که تأییدی بر نتایج کانی‌شناسی و حضور مقادیر زیاد کانی‌های اسمکتیت در این مناطق (شکل‌های ۱ و ۲) می‌باشد. یکی دیگر از تفاوت‌های موجود در بین خاک‌های مناطق مورد مطالعه، حضور بلورهای گچ در پایین‌ترین افق خاک‌رخ شاهد منطقه مبارکه می‌باشد. با توجه به نتایج جدول‌های ۱ و ۲، طبقه‌بندی خاک‌های مطالعه شده بر اساس دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و جهانی، به شرح جدول ۳ تعیین شده است.

همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود؛ خاک منطقه کوه‌رنگ بر مبنای سامانه رده‌بندی آمریکایی، یک خاک ورتی سول محسوب می‌گردد، حال آن‌که در سامانه جهانی، یک خاک کمبی سول نام‌گذاری می‌شود و در گروه مرجع ورتی سول قرار نمی‌گیرد. دلیل تفاوت در رده‌بندی، به تعریف دو سامانه از خاک‌های ورتی سول باز می‌گردد. بر اساس معیارهای ذکر شده در سامانه رده‌بندی آمریکایی (۳۰) برای تعریف خاک‌های ورتی سول، وجود لایه‌ای با ضخامت ۲۵ سانتی‌متر یا بیش‌تر در محدوده‌ی ۱۰۰ سانتی‌متری سطح خاک‌هایی که دارای پدیده‌ی اسلیکن‌ساید یا ساختمان گوه‌ای باشند، الزامی است؛ حال آن‌که در سامانه طبقه‌بندی جهانی (۱۳)، با توجه به معیارهای ذکر شده

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های مرفولوژیکی خاک‌های شاهد مناطق مورد مطالعه

سنگ‌ریزه (%)	ریشه	گچ ثانویه	کربنات کلسیم		ساختمان	رنگ		عمق (cm)	افق	منطقه
			میزان جوشش	ثانویه		خشک	مرطوب			
۲	cr/ff	-	-	-	2fgr	10YR3/4	10YR3/6	۰-۲۵	Ap	کوهرنگ
۳	ff	-	-	-	1cabk	10YR4/3	10YR3/3	۲۵-۵۰	Bss1	
۳	ff	-	-	-	m	10YR4/4	10YR3/4	۵۰-۸۰	Bss2	
۴	-	-	es	-	m	10YR4/4	10YR4/4	۸۰-۱۵۰	Bss3	
۳	1vf	-	es	flid	2fgr	10YR7/2	10YR4/3	۰-۲۰	Ap	خاتون‌آباد
۳	1vf	-	es	flid	2vcabk	10YR7/2	10YR4/3	۲۰-۳۵	Bwd	
۳	-	-	es	clid	2mpr	10YR6/3	10YR4/4	۳۵-۵۵	Bkss1	
۳	-	-	es	clism	2mpr	10YR6/3	10YR4/3	۵۵-۸۵	Bkss2	
۳	-	-	ev	clism	3cpr	10YR6/3	10YR4/3	۸۵-۱۵۰	Bkss3	
۱۲	2f	-	es	d	1vfgr	7.5YR5/4	7.5YR4/6	۰-۲۵	Ap	مبارکه
۲۲	-	-	es	flrsm	1fabk	7.5YR5/6	7.5YR4/4	۲۵-۵۵	Bk1	
۳۱	-	-	es	clrsm	1fabk	7.5YR6/4	7.5YR4/6	۵۵-۷۵	Bk2	
۴۲	-	-	ev	c2rsm	1fabk	7.5YR7/4	7.5YR4/6	۷۵-۹۵	Bk3	
۳۰	-	-	ev	c3rsm	1fabk	7.5YR7/4	7.5YR5/6	۹۵-۱۱۰	Bk4	
۲۳	-	1FCS	ev	c3rsm	1fabk	7.5YR7/4	7.5YR4/6	۱۱۰-۱۵۰	Bky	
۱۳	2vf2f	-	es	d	1vfgr	10YR5/4	10YR3/6	۰-۲۵	A	شهرکرد
۲۳	2vf	-	es	flrsm	3fabk	10YR5/4	10YR3/6	۲۵-۵۵	Bk1	
۲۷	-	-	es	clrrsm	2fabk	10YR6/6	10YR5/6	۵۵-۸۵	Bk2	
۳۰	-	-	es	clrrsm	2fabk	10YR8/4	10YR5/4	۸۵-۱۵۰	Bk3	

بنابراین، خاک‌های این منطقه نیز در گروه مرجع ورتی‌سول طبقه‌بندی نمی‌شوند، لیکن به‌خاطر وجود افق کلسیک در گروه مرجع کلسی‌سول قرار می‌گیرند. دکرز و همکاران (۹) وسیع و گسترده بودن تعریف برخی از افق‌های مشخصه را دلیلی بر هم‌بستگی کم بین دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و جهانی در چنین مواردی ذکر نموده‌اند.

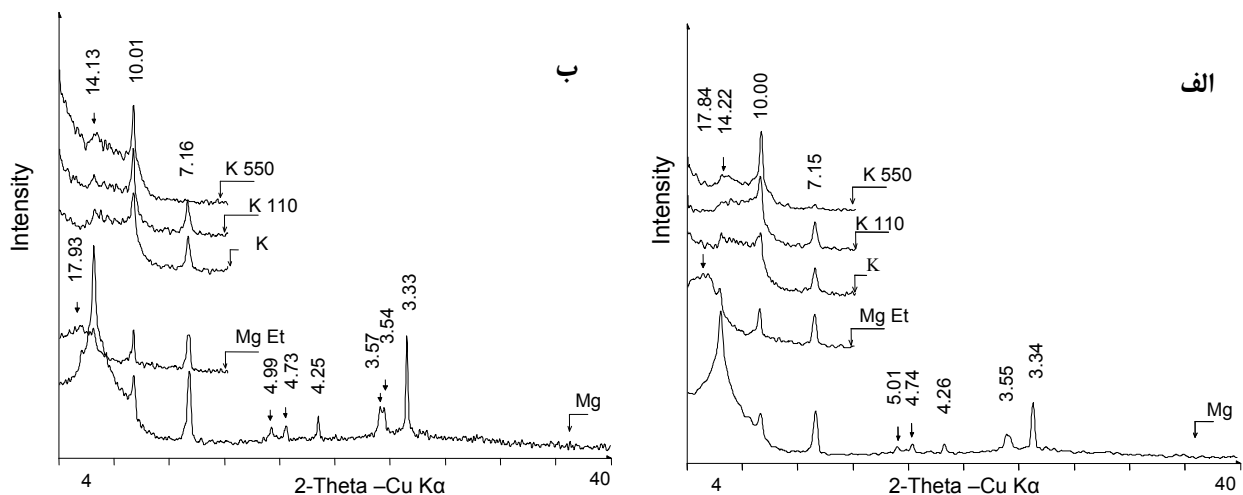
اگرچه خاک‌های مناطق کوهرنگ و خاتون‌آباد، به‌دلیل داشتن تمام شرایط مذکور در سامانه آمریکایی، هر دو در رده ورتی‌سول قرار می‌گیرند، اما به‌واسطه تفاوت در رژیم رطوبتی که در سامانه آمریکایی مد نظر قرار می‌گیرد در سطح

برای تعریف خاک‌های ورتی‌سول، وجود افقی به نام ورتیک اجباری است که این افق، علاوه‌بر اسلیکن‌ساید، حتماً باید دارای ساختمان گوه‌ای نیز باشد. بنابراین، به‌دلیل این‌که خاک‌های شاهد منطقه کوهرنگ، تمام شرایط افق ورتیک به‌جز ساختمان گوه‌ای را دارد، در گروه مرجع ورتی‌سول طبقه‌بندی نمی‌شود و در نتیجه، گروه مرجع کمبی‌سول به آن اختصاص می‌یابد.

طبقه‌بندی خاک‌های شاهد منطقه خاتون‌آباد نشان می‌دهد که در سامانه آمریکایی تمامی شرایط برای رده‌ی ورتی‌سول وجود دارد، اما در سامانه جهانی مجدداً تنها به‌دلیل عدم وجود ساختمان گوه‌ای، شرایط لازم برای افق ورتیک وجود ندارد.

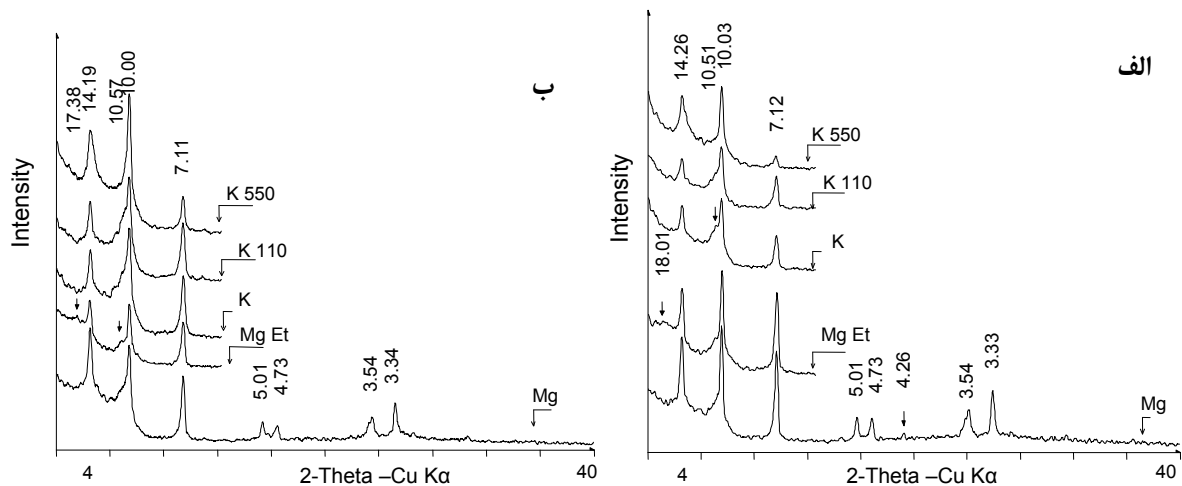
جدول ۲. برخی خاز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شاهد مناطق مورد مطالعه

منطقه	افق	عمق (cm)	CEC (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	pH	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	کربن آلی	کربنات معادل	گچ (%)	شن	سیلت	رس
کوهرنگ	Ap	۰-۲۵	۲۴	۷/۴	۰/۱۹	۱/۱۵	۱/۶	-	۱۶	۳۴	۵۰
	Bss1	۲۵-۵۰	۲۶	۷/۵	۰/۲۶	۱/۰۴	۳/۶	-	۱۳	۳۱	۵۶
	Bss2	۵۰-۸۰	۲۵/۸	۷/۵	۰/۱	۰/۵۶	۵/۷	-	۹	۲۹	۶۲
	Bss3	۸۰-۱۵۰	۲۳	۷/۶	۰/۱۳	۰/۲۴	۸	-	۹	۴۱	۵۰
خاتون‌آباد	Ap	۰-۲۰	۱۴/۷	۸/۵	۰/۴	۱/۶	۳۱	-	۱۲	۳۸	۵۰
	Bwd	۲۰-۳۵	۱۶/۱	۸/۷	۰/۳	۰/۹	۳۳	-	۱۰	۳۶	۵۴
	Bkss1	۳۵-۵۵	۱۵/۳	۸/۵	۰/۴	۰/۴۵	۳۳/۵	-	۱۶	۳۴	۵۱
	Bkss2	۵۵-۸۵	۱۷/۷	۸/۵	۰/۷	۰/۳۵	۳۸/۸	-	۶	۲۶	۶۸
	Bkss3	۸۵-۱۵۰	۲۱/۸	۸/۶	۰/۷	۰/۲	۴۳/۴	-	۸	۲۶	۶۶
مبارکه	Ap	۰-۲۵	۹/۱	۷/۴	۱/۰۵	۰/۱۷	۲۵	-	۶۶	۱۸	۱۶
	Bk1	۲۵-۵۵	۱۰/۷	۷/۵	۰/۷	۰/۱۴	۳۳/۵	-	۶۳	۱۶	۲۰
	Bk2	۵۵-۷۵	۹/۳	۷/۸	۰/۹	۰/۱	۳۵	-	۶۷	۱۳	۲۰
	Bk3	۷۵-۹۵	۱۲/۳	۷/۹	۰/۸	۰/۱۴	۳۰/۵	۴/۴	۶۲	۱۴	۲۴
	Bk4	۹۵-۱۱۰	۱۳/۹	۸	۰/۸	۰/۱	۳۷/۵	۷	۵۷	۱۵	۲۸
	Bky	۱۱۰-۱۵۰	۱۵/۵	۸/۲	۱/۹	۰/۱	۴۳	۱۳/۲	۴۵	۲۶	۲۸
شهرکرد	Ap	۰-۲۵	۱۰/۳	۷/۴	۰/۱۴	۰/۴	۲۳	-	۲۱	۴۵	۳۴
	Bk1	۲۵-۵۵	۱۱/۵	۷/۷	۰/۱۲	۰/۵	۲۴	-	۱۹	۳۹	۴۲
	Bk2	۵۵-۸۵	۱۰/۸	۷/۸	۰/۱۱	۰/۵	۴۰/۵	-	۲۸	۳۱	۴۱
	Bk3	۸۵-۱۵۰	۱۲	۸/۱	۰/۱۴	۰/۴	۳۸/۴	-	۲۶	۳۲	۴۲



شکل ۱. پراش‌نگاشت‌های پرتو ایکس مربوط به افق‌های خاک‌های شاهد منطقه کوهرنگ. الف) افق Ap، ب) افق Bss2

(Mg): نمونه اشباع با منیزیم؛ Mg-Et: نمونه اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول؛ K، K110 و K550: به ترتیب، نمونه اشباع با پتاسیم و حرارت‌های ۱۱۰ و ۵۵۰ درجه سلسیوس)



شکل ۲. پراش‌نگاشت‌های پرتو ایکس مربوط به افق‌های خاک‌رخ شاهد منطقه خاتون‌آباد. الف) افق Ap، ب) افق Bkss3 (توضیح علائم موجود در شکل، مشابه شکل ۱ می‌باشند)

### جدول ۳. رده‌بندی خاک‌رخ‌های شاهد مناطق مورد مطالعه

منطقه	سامانه طبقه‌بندی خاک	
	آمریکایی (۲۰۱۰)	جهانی (۲۰۰۷)
کوهرنگ	Fine, Smectitic, Mesic, Typic Haploxererts	Fluvic Vertic Cambisols (Eutric, Humic, Clayic)
خاتون‌آباد	Very fine, Carbonatic, Thermic, Chromic Calcitorrerts	Vertic Calcisols (Clayic)
مبارکه	Fine-loamy or Fine-silty, Carbonatic, Thermic Typic Haplocalcids	Haplic Calcisols (Chromic)
شهرکرد	Fine, Carbonatic, Mesic, Typic Calcixerepts	Haplic Calcisols (Siltic, Endoclayic)

است به نظر می‌رسد تعدیل شرایط برای تعریف افق ورتیک (جایگزین نمودن واژه "یا" به جای حرف ربط "و" در ارتباط با وجود ساختمان گوه‌ای و اسلیکن‌ساید) در سامانه جهانی منطقی‌تر باشد. اسفندیارپور و همکاران (۱) در مطالعه خاک‌های شور استان کرمان به این نتیجه رسیدند که افزودن پیشوندهایی نظیر «پتروژپسیک»، «هایپروژپسیک»، «اپی‌سالیک»، «اندوسالیک» و «اکوئیک» در مجموعه توصیف‌کننده‌های پیشوندی گروه مرجع سولونچاک، سودمندی و کارایی بیشتر سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی را در پی خواهد داشت.

همان‌گونه که در جدول ۳ دیده می‌شود، خاک‌های منطقه مبارکه بر مبنای سامانه رده‌بندی آمریکایی، به دلیل رژیم رطوبتی اریدیک در رده اریدی‌سول و به دلیل وجود افق کلسیک در

زیررده متفاوت هستند و تفاوت‌های دیگری در سطوح پایین‌تر (شامل گروه بزرگ، زیرگروه و فامیل خاک) نیز مشاهده می‌شود. در سامانه جهانی، اگرچه خاک‌رخ‌های شاهد مناطق کوهرنگ و خاتون‌آباد در دو گروه مرجع متفاوت قرار گرفته‌اند ولی ویژگی‌های بیان‌شده توسط توصیف‌کننده‌ها (Qualifiers) به‌خوبی توانسته است شباهت خاک‌ها را در این مناطق نشان دهد. در مجموع نمی‌توان گفت که کدام یک از دو سامانه برای این دو منطقه کارایی بیشتری از خود نشان داده است؛ اما با توجه به این‌که در ویرایش‌های قبل از سال ۱۹۹۶ در سامانه آمریکایی، وجود پستی و بلندی‌های سطحی ناشی از انبساط و انقباض خاک به نام گیلگای (Gilgai) در تعریف خاک‌های ورتی‌سول اجباری بود که در ویرایش‌های اخیر حذف گردیده

خاک مد نظر است، رده بندی خاک در سطوح پایین تر انجام می گیرد می توان گفت هر دو سامانه طبقه بندی مزبور، ویژگی های خاک را نشان داده اند ولی ممکن است که بیان وضعیت حرارتی و رطوبتی، مزیتی برای رده بندی آمریکایی در این دو خاک به حساب آید. در هر حال، هیچ کدام از سامانه ها نتوانسته اند وجود گچ را در افق های پایین تر از عمق ۱۰۰ سانتی متری خاک های منطقه مبارکه توصیف کنند. این ضعف می تواند کشت گیاهان با ریشه عمیق و احداث باغ و جنگل های مصنوعی در منطقه را با چالش روبه رو سازد. بدین منظور، اضافه کردن گروه بزرگ "ژپسی کلسیدز" در رده بندی آمریکایی و اصلاح تعریف توصیف کننده (پیشوند) "ژپسیک" در رده بندی جهانی ضروری به نظر می رسد. اگر در پیشوندهای تعریف شده برای خاک های کلسی سول موجود در سامانه جهانی دقت شود، برخلاف وجود پیشوند "ژپسیک"، طبق تعریف، امکان استفاده از این پیشوند تنها زمانی امکان پذیر است که افق ژپسیکی در محدوده ۱۰۰ سانتی متری سطح خاک شروع شده باشد که این در تناقض با تعریف خاک های ژپسی سول است؛ زیرا چنین خاکی در گروه مرجع ژپسی سول قرار می گیرد و طبق اولویت های گروه های مرجع، کلسی سول رده بندی نمی شود! بنابراین، یکی از دو راه کار زیر برای رفع این مشکل پیشنهاد می شود:

۱- محدوده شروع افق برای تعریف پیشوند ژپسیک در این خاک ها از عمق ۱۰۰ سانتی متری به پایین در نظر گرفته شود.

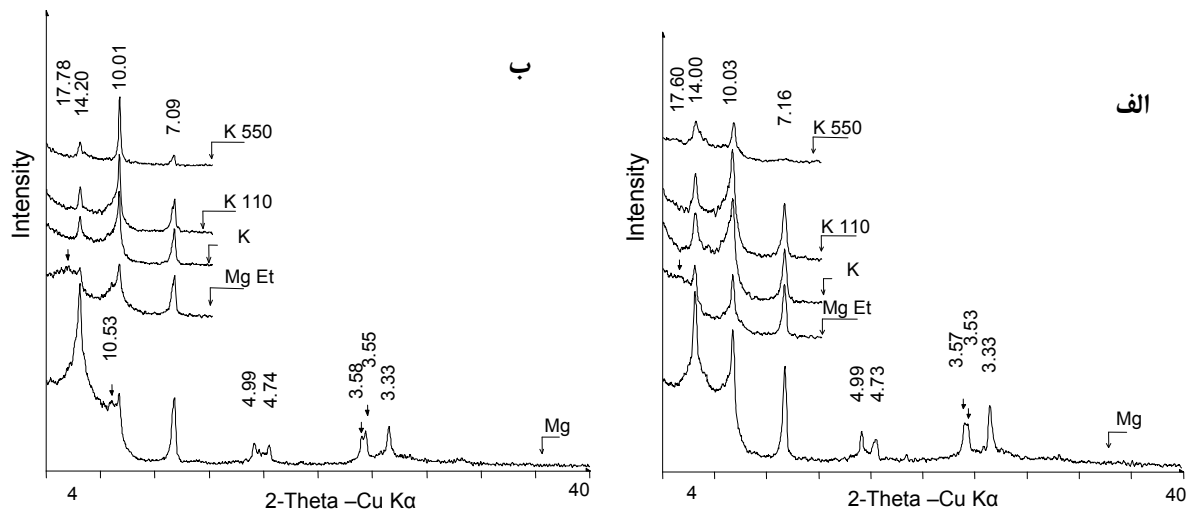
۲- وجود مواد گچی (Gypsic materials) به صورت پسوند "ژپسیریک" (Gypsic) (همانند برخی دیگر از خاک های این سامانه)، جایگزین پیشوند "ژپسیک" برای خاک های کلسی سول گردد، ولی عمق مواد گچی برای این خاک ها در هر عمقی از خاک می تواند در نظر گرفته شود.

نوع رس ها و مقدار آنها یکی از ویژگی های مهم خاک محسوب می شود که بر بسیاری از ویژگی های دیگر مانند گنجایش تبادل کاتیونی و دسترسی عناصر غذایی تأثیرگذار است (۲۹) و

محدوده عمق ۱۰۰ سانتی متری از سطح خاک در زیر رده "کلسیدز" قرار می گیرند؛ اما در سامانه طبقه بندی جهانی این خاک ها در گروه مرجع کلسی سول نام گذاری می شوند. خاک های دشت شهرکرد در سامانه رده بندی آمریکایی، در رده ی اینسپتی سول قرار می گیرند. با توجه به این که در سامانه جهانی، رژیم های رطوبتی و حرارتی نقشی در طبقه بندی خاک ها ندارند، خاک های دشت شهرکرد به دلیل داشتن افق کلسیک در محدوده ۱۰۰ سانتی متری سطح خاک، در گروه مرجع کلسی سول قرار می گیرند. سرشوق (۳) با مطالعه خاک های موقعیت های مختلف دو جهت شیب شمالی و جنوبی در منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری عنوان می کند که رده بندی آمریکایی، برای بیان کم عمق بودن این خاک ها گویاتر از سامانه جهانی است زیرا در سامانه جهانی نمی توان از گروه لپتوسول (Leptosols) یا حتی پیشوند لپتیک (Leptic) استفاده کرد، حال آن که در رده بندی آمریکایی، در سطح فامیل از کلاس کم عمق بودن (Shallow) استفاده می شود.

اگرچه خاک های مبارکه و شهرکرد هر دو دارای افق کلسیک در محدوده ۱۰۰ سانتی متری سطح خاک می باشند، رده بندی این خاک ها در سامانه رده بندی آمریکایی در سطوح بالای رده بندی متفاوت است و دلیل اصلی این تفاوت به نوع رژیم رطوبتی دو منطقه مربوط می شود. در سطوح پایین تر سامانه رده بندی آمریکایی نیز تفاوت هایی مشاهده می شود که بارزترین آنها مربوط به کلاس رژیم حرارتی در سطح فامیل است. با توجه به این که سامانه طبقه بندی جهانی، اعتقاد به عدم استفاده از عوامل اقلیمی در نام گذاری خاک ها دارد و استفاده از این گونه ویژگی ها را تنها برای تفسیر خاک مناسب می داند (۱۳)، در نتیجه تغییر شرایط اقلیمی خاک، تأثیری در روند طبقه بندی خاک ها بر اساس این سامانه ایجاد نموده است. بنابراین، در سامانه جهانی، هر دو خاک مبارکه و شهرکرد به دلیل داشتن افق کلسیک در محدوده ۱۰۰ سانتی متری سطح خاک در گروه مرجع کلسی سول قرار می گیرند. با توجه به این که در مطالعات نیمه تفصیلی و تفصیلی خاک که مدیریت





شکل ۳. پراش‌نگاشت‌های پرتو ایکس مربوط به افق‌های خاک‌رخ شاهد منطقه شهرکرد. الف) افق Ap، ب) افق Bk3 (توضیح علایم موجود در شکل، مشابه شکل ۱ است)

خاک خاتون‌آباد با خاک منطقه کوه‌رنگ، وجود کانی پالی‌گورسکیت می‌باشد که در هیچ‌کدام از دو سامانه رده‌بندی مذکور (جدول ۳)، مد نظر قرار نگرفته است. از دیگر تفاوت‌های موجود بین دو منطقه کوه‌رنگ و خاتون‌آباد، می‌توان به مقدار بسیار بیشتر کانی کلریت در خاک خاتون‌آباد نسبت به خاک کوه‌رنگ اشاره نمود.

پراش‌نگاشت‌های پرتو ایکس مربوط به افق‌های خاک‌رخ شاهد منطقه مبارکه و شهرکرد بیانگر وجود کانی‌های میکا، کلریت، اسمکتیت، کائولینیت و پالی‌گورسکیت در این خاک‌هاست (به دلیل حجم زیاد تنها تعدادی از پراش‌نگاشت‌های منطقه شهرکرد ارائه شده است). نکته‌ی قابل توجه در خاک شهرکرد، وجود اسمکتیت‌های با بار لایه‌ای زیاد در همه افق‌های این خاک‌رخ است. با توجه به شکل ۳ در افق سطحی این خاک، پیک دو شاخه‌ای  $10^\circ$  آنگستروم ناشی از وجود پالی‌گورسکیت مشاهده نمی‌شود ولی در افق‌های زیرین قابل مشاهده است. با توجه به مطالب مذکور، هر دو سامانه از نظر بیان تفاوت ویژگی‌های کانی‌شناسی خاک‌های مورد مطالعه از توانایی کافی برخوردار نیستند. با توجه به وقت‌گیر و هزینه‌بر بودن آزمایش‌های کانی‌شناسی رس، در نظر گرفتن معیارهایی که با اندازه‌گیری نسبتاً آسان به نحوی وضعیت حاصل‌خیزی

به صورت کلاس کانی‌شناسی در سطح فامیل رده‌بندی آمریکایی و به صورت غیرمستقیم در ویژگی‌های برخی از افق‌های سامانه جهانی (مانند افق آرچیک، کندیک و غیره) مد نظر قرار گرفته است. پراش‌نگاشت‌های نمونه‌های رس برخی از افق‌های خاک‌رخ شاهد دشت کوه‌رنگ در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. با توجه به نقاط فراز (Peak) این پراش‌نگاشت‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در این خاک، کانی‌های اسمکتیت، میکا، کائولینیت، کلریت و کوارتز وجود دارند. با توجه به شدت پیک هر یک از کانی‌ها در این خاک، می‌توان گفت اسمکتیت کانی غالب بخش رس این خاک‌ها می‌باشد که با ویژگی‌های مرفولوژیکی و صحرایی این خاک نیز هم‌خوانی دارد. مقادیر بالاتر گنجایش تبادل کاتیونی (جدول ۲) می‌تواند دلیل دیگری بر غالب بودن کانی اسمکتیت در این خاک باشد که در سطح فامیل سامانه آمریکایی امکان بیان آن با ذکر کلاس اسمکتیتیت (Smectitic) وجود دارد.

پراش‌نگاشت‌های نمونه‌های رس برخی از افق‌های خاک‌رخ شاهد منطقه خاتون‌آباد در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. با توجه به نقاط فراز این پراش‌نگاشت‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در این خاک، کانی‌های میکا، کلریت، اسمکتیت، کائولینیت و پالی‌گورسکیت وجود دارند. بنابراین، یکی از تفاوت‌های بارز

گرفتن پیشوندهای مناسب کانی‌شناسی برای گروه‌های مرجع در رده‌بندی جهانی و یا معیارهایی که با اندازه‌گیری نسبتاً آسان به نحوی وضعیت حاصلخیزی خاک را بیان کنند موجب ارتقای کیفیت سامانه‌های این رده‌بندی و افزایش علاقه‌مندی کارشناسان و برنامه‌ریزان از آنها خواهد شد. توصیه می‌شود در مطالعات آتی پژوهشگران، طبقه‌بندی خاک‌ها توسط هر دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و طبقه‌بندی جهانی انجام شود تا نقاط ضعف و قوت سامانه‌های مزبور برای خاک‌های مناطق مختلف مشخص شوند و کیفیت آنها ارتقا یابند. با توجه به نقاط ضعف و قوت این سامانه‌ها، تدوین سامانه رده‌بندی ملی خاک برای کشور یکی از راه‌کارهای مناسب خواهد بود.

خاک را بیان کنند موجب ارتقای کیفیت سامانه‌های رده‌بندی و افزایش علاقه‌مندی کارشناسان و برنامه‌ریزان از آنها خواهد شد.

## نتیجه‌گیری

نتایج طبقه‌بندی خاک‌ها نشان داد که سامانه رده‌بندی جهانی در توصیف ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه تاحدی گویاتر است؛ ولی هیچ‌کدام از سامانه‌ها نتوانسته‌اند وجود گچ در افق‌های پایینی خاک را نشان دهند. اضافه کردن گروه بزرگ "ژپسی کلسیدز" در رده‌بندی آمریکایی و اصلاح تعریف توصیف‌کننده (پیشوند) "ژپسیک" یا اضافه شدن پسوند "ژپسیریک" برای خاک‌های کلسی سول پیشنهاد می‌شود. در نظر

## منابع مورد استفاده

۱. اسفندیارپور بروجنی، ع.، م. ه. فرپور و ا. کمالی. ۱۳۹۰. بررسی کارایی دو سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با طبقه‌بندی خاک‌های شور استان کرمان. نشریه‌ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۵(۲): ۱۱۵۸-۱۱۷۱.
۲. بهمنی، م.، ع. ر. حسین‌پور و م. ح. صالحی. ۱۳۹۰. مقایسه پارامترهای نسبت کمیت به شدت پتاسیم در برخی خاک‌های ررتی سولز استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۵۷: ۱۰۳-۱۱۴.
۳. سرشوق، م. ۱۳۸۸. اثر جهت و موقعیت شیب بر تعدادی از ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۴. صالحی، م. ح. خادمی، ح. و م. کریمیان اقبال. ۱۳۸۲. شناسایی و نحوه تشکیل کانی‌های رسی در خاک‌های منطقه فرخ‌شهر، استان چهارمحال و بختیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۱): ۷۳-۸۹.
۵. رمضان‌پور، ح. و ا. جلالیان. ۱۳۷۵. مطالعه کانی‌های رسی در یک ردیف اراضی در منطقه شهرکرد. مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ۴(۱): ۵۹-۷۶.
۶. هنرجو ن. ۱۳۷۱. مقایسه چگونگی تحول و تکامل و بررسی کانی‌های رسی در خاک‌های ترانس‌های رودخانه زاینده‌رود اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
7. Bower, C.A. and J. T. Hatchea. 1986. Simulation determination of surface area and cation exchange capacity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30: 525-527.
8. Cline, M.G. 1949. Basic principles of soil classification. Soil Sci. 67 (2): 81-91.
9. Deckers, J. P. Driessen, F.O.F. Nachtergaele, O. Spaargaren and F. Berding. 2003. Anticipated Developments of the World Reference Base for Soil Resources. In: Eswaran H., T. Rice, R. Ahrens and B. A. Stewart (Eds.). Soil Classification: A Global Desk Reference. CRC Press, Boca Raton, FL.
10. Gee, W. and J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis. PP. 383-411. In: Klute A. (Eds.), Method of Soil Analysis. Part 1. SSSA. Madison, WI,
11. Gerasimova, M. I. 2010. Chinese soil taxonomy: between the American and the international classification systems. Eurasian Soil Sci. 43: 945-949.

12. Gunal, H. and M. D. Ransom. 2006. Genesis and micromorphology of loess-derived soils from central Kansas. *Catena* 65: 222-236.
13. IUSS Working Group WRB. 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
14. Khademi, H. and A. R. Mermut. 1998. Source of palygorskite in gypsiferous aridisols and associated sediments from central Iran. *Clay Minerals* 33:561-578.
15. Khormali, F. and A. Abtahi. 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous soils of arid and semiarid regions of southern Iran. *Clay Minerals* 53: 273-301.
16. Khormali, F., M. Ajami and S. Ayoubi. 2006. Genesis and Micromorphology of Soils with Loess parent material as affected by deforestation in a hillslope of Golestan province. Iran. 18<sup>th</sup> International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Managing soil and Technology. pp: 149-151.
17. Kittrick, J. A. and E.W. Hope. 1963. A procedure for the particle size separation of soils for X-Ray diffraction analysis. *Soil Sci.* 96: 312-325.
18. Lindsay, W. L. 1992. Chemical Equilibria in Soils. John Wiley and Sons, New York, 44p.
19. Loepfert, R. H. and D. L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum, PP. 437-474. *In*: D.L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part3: Chemical Methods.* ASA Inc., Madison, WI.
20. Muir, J. W. 1962. The General Principles of Classification With Reference to Soils. *J. Soil Sci.* 13(1): 22- 30
21. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter, PP. 539-579. *In*: A. L. Page (Ed.) *Methods of Soil Analysis Part 2.* 2<sup>nd</sup> ed., Agron. Monogr 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
22. Rhodes, J. D. 1996. Salinity: Electrical: conductivity and total dissolved solids. *In*: D.L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part3. Chemical Methods.* SSSA. Madison, WI.
23. Roca, P. N. and M.S. Pazos. 2002. The WRB applied to Argentinian soils: two case studies. European Soil Bureau, Research Report No. 7. Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia. pp. 191-197.
24. Rabonorst, M. D., D. S. Fanning and J. E. Foss. 1982. Regular interstratified chlorite/vermiculite in soils over metaigneous rocks in Maryland. *Clay Minerals* 36:971-977.
25. Rossiter, D. G. 2001. Principles of soil classification. Lecture notes. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands.
26. Schad, P. and E. Micheli. 2010. The next steps in soil classification or how to kill 3 birds with 1 stone: pedons, landscapes, functions. 2010 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. pp: 40-42.
27. Schoeneberger, P.J. Wysocki, D. A. Benham, E.C. and W. D. Broderson. (Eds.), 2002. Field book for describing and sampling soils, Version 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
28. Secu, C.V. Patriche, C. and I. Vasiliniuc. 2008. Aspects regarding the correlation of the Romanian soil taxonomy system (2003) with WRB (2006). *Ґрунтознавство* 9: 56-62.
29. Schulitze, D.G. 1989. An introduction to soil mineralogy. PP: 1- 43. *In*: J. B. Dixon and S. B. Weed (Ed.), *Minerals in Soil Environment, Part 2.* Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.
30. Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11<sup>th</sup> ed., NRCS, USDA, USA.
31. Wilson M. J. 1999. The origin and formation of clay minerals in soil: past, present and future perspectives. *Clay Minerals* 34: 7-24.