نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۹، ص. ۱۰۹۱-۱۰۸۱

Journal of Water and Soil
Vol. 34, No. 5, Nov.-Dec. 2020, p. 1081-1091

مقاله علمی-پژوهشی

مقایسه دو سامانه آمریکایی (۲۰۱٤) و جهانی (۲۰۱۵) در رده‌بندی خاک‌های مناطق ایرانشهر و دلگان، استان سیستان و بلوچستان

صالح سنجری[۱]- محمد هادی فرپور[۲*]- مجید محمودآبادی[۳]- سعید برخوری[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۳۱

چکیده

طبقه‌بندی خاک، ابزاری مفید برای فهم و مدیریت صحیح خاک‌ها می‌باشد. در این پژوهش، مقایسه دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با خاک‌های خشک و فراخشک منطقه ایرانشهر و دلگان واقع در استان سیستان و بلوچستان مورد بحث قرار گرفته است. پس از تفکیک سطوح ژئومورفیک در این منطقه، تعدادی خاکرخ در هر کدام حفر و تشریح گردید. در نهایت تعداد ۱۰ خاکرخ شاهد با در نظر گرفتن تنوع خاکی (خاک‌های جوان، گچی، آهکی، شور و سدیمی)، برای این مطالعه انتخاب شد. افق‌های مشخصه کلسیک، جیپسیک، انهیدریتیک، آرجیلیک، ناتریک و سالیک پس از مطالعات صحرایی و نتایج آزمایشگاهی شناسایی شدند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، اضافه کردن زیرگروه‌های جدید یرمیک توری‌فلوونتز، یرمیک توری‌اُرتنتز، کلسیک جیپسی‌آرجیدز، جیپسیک ناترسالیدز، ناتریک جیپسی‌سالیدز، انهیدریتیک جیپسی‌سالیدز و انهیدریتیک کلسی‌سالیدز به سامانه رده‌بندی آمریکایی از یک سو و افزودن توصیف‌کننده انهایدرایت و هم‌چنین توصیف‌کننده اکوییک برای خاکی با گروه مرجع سولونچاک در سامانه رده‌بندی جهانی، می‌تواند در همبستگی بالاتر این دو سامانه رده‌بندی مؤثرتر باشد. از طرفی، درصد کربنات کلسیم معادل برای افق کلسیک در ارتباط با خاک‌هایی با بافت درشت و سنگریزه به مانند سامانه رده‌بندی آمریکایی، برای سامانه رده‌بندی جهانی نیز پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین برای سامانه رده‌بندی آمریکایی، تعریف افق سالیک، مشابه آنچه که در سامانه رده‌بندی جهانی آمده توصیه می‌گردد. نتایج پژوهش نشان داد که سامانه رده‌بندی جهانی برای تفسیر خاک‌های شور، سدیمی، گچی، آهکی و جوان، به‌دلیل استفاده از توصیف‌کننده‌های مختلف و انعطاف‌پذیری بالاتر در انعکاس خصوصیات خاک‌ها کارایی بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: ایران، آهکی، شور، گچی، همبستگی خاک

مقدمه

افزایش تقاضا برای یک سامانه طبقه‌بندی بین‌المللی به‌عنوان یک زبان منحصر به فرد در علوم خاک باعث توسعه سامانه‌های طبقه‌بندی مختلف شده است. همچون بسیاری از کشورها، رده‌بندی خاک آمریکایی[۵] و طبقه‌بندی جهانی[۶] از محبوب‌ترین سامانه‌های رده‌بندی خاک در ایران هستند. هر دو سامانه طبقه‌بندی مذکور، از خصوصیات ژنتیکی و مورفولوژیکی خاک‌ها برای طبقه‌بندی استفاده می‌کنند (۹)؛ اما میزان همبستگی این سامانه‌ها با یکدیگر و تلاش برای همسان‌سازی آن‌ها، همواره یکی از دغدغه‌های خاکشناسان بوده است.

در همین راستا سامانه‌های طبقه‌بندی آمریکایی و جهانی توسط پژوهشگران مختلف در جهان مقایسه شده‌اند. ارتباط کمی بین این دو سامانه طبقه‌بندی توسط دِکِرز و همکاران (۵) گزارش شد. آن‌ها بیان کردند که در رابطه با خاک‌های حاره‌ای، به‌جز گروه‌های مرجع هیستوسول، ورتیسول و آندوسول برای مابقی گروه‌های مرجع خاک، همبستگی نسبتاً کمی بین دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و جهانی وجود دارد. دلایلی از جمله عدم تساوی تعداد سطوح موجود در سلسله مراتب سامانه‌های مزبور (شش سطح سامانه رده‌بندی آمریکایی، در مقابل دو سطح سامانه رده‌بندی جهانی)، عدم تساوی تعداد گروه‌های خاک در بالاترین سطح از سلسله مراتب این سامانه‌ها (۱۲ رده خاک

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادان، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۴- استادیار مهندسی طبیعت، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت
(*- نویسنده مسئول: Email: farpoor@uk.ac.ir)
DOI: 10.22067/jsw.v34i5.86203
5- Soil Taxonomy
6- World Reference Base; WRB

سامانه رده‌بندی آمریکایی، در مقابل ۳۲ گروه مرجع خاک سامانه رده‌بندی 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، به‌عنوان توجیهی بر اندک بودن این همبستگی توسط پژوهشگران مزبور گزارش گردیده است. گراسیموف (۹) 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 در این ارتباط مد نظر قرار گرفته‌اند. سکو و همکاران (۱۵) اظهار می‌دارند از آنجا 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 بوده و تأکید بیشتری بر مورفولوژی و تشکیل خاک دارد.

در همین راستا مطالعاتی نیز در جهت کارایی این دو سامانه در خاک‌های ایران صورت پذیرفته است. اسفندیارپور و همکاران (۶) به بررسی کارایی این دو سامانه طبقه‌بندی در خاک‌های شور استان کرمان پرداختند. آنان بیان کردند که به‌کارگیری سامانه طبقه‌بندی جهانی برای گروه‌بندی خاک‌های شور موجود در مناطق خشک، به‌دلیل استفاده از توصیف‌کننده‌های مختلف و انعطاف‌پذیری بالاتر در انعکاس خصوصیات مؤثر در نام‌گذاری خاک‌ها، بهتر می‌تواند واقعیات صحرا را در هر دو بعد افقی و عمودی خاک به نمایش گذارد. از طرفی، بهمنی و همکاران (۲) نیز بیان کردند که سامانه رده‌بندی جهانی در توصیف ویژگی‌های خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک تاحدی گویاتر است. هم‌چنین، اسفندیارپور و همکاران (۷) هم‌خوانی بین رده‌بندی خاک آمریکایی و سامانه طبقه‌بندی جهانی در گروه‌بندی خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که سامانه طبقه‌بندی جهانی، با کاربرد ترکیبی از توصیف‌کننده‌ها، توانایی بالاتری در منعکس کردن ویژگی‌های این خاک‌ها دارد. سرمست و همکاران (۱۳) با مقایسه دو سامانه طبقه‌بندی آمریکایی و جهانی برای خاک‌های آهکی و گچی ایران مرکزی بیان کردند با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌ها در سامانه طبقه‌بندی جهانی، این سامانه می‌تواند نسبت به سامانه آمریکایی کاربردی‌تر باشد.

نظر به اینکه تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای بر روی خاک‌های مناطق ایرانشهر و دلگان واقع در استان سیستان و بلوچستان صورت نپذیرفته و یا گزارش مدونی در اختیار نمی‌باشد، لذا پژوهش حاضر برای رسیدن به اهداف زیر انجام پذیرفت: ۱) مقایسه طبقه‌بندی خاک‌های منطقه مطالعاتی بر اساس دو سامانه رده‌بندی جامع آمریکایی (۲۰۱۴) و طبقه‌بندی جهانی (۲۰۱۵)؛ ۲) نام گذاری خاکی با افق انهیدریت که اضافه شده به سامانه رده بندی جامع آمریکائی (۲۰۱۴)؛ ۳) تعیین بهترین سامانه طبقه‌بندی به‌منظور توصیف خاک‌های منطقه ایرانشهر و دلگان به‌عنوان بخشی از استان سیستان و بلوچستان.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

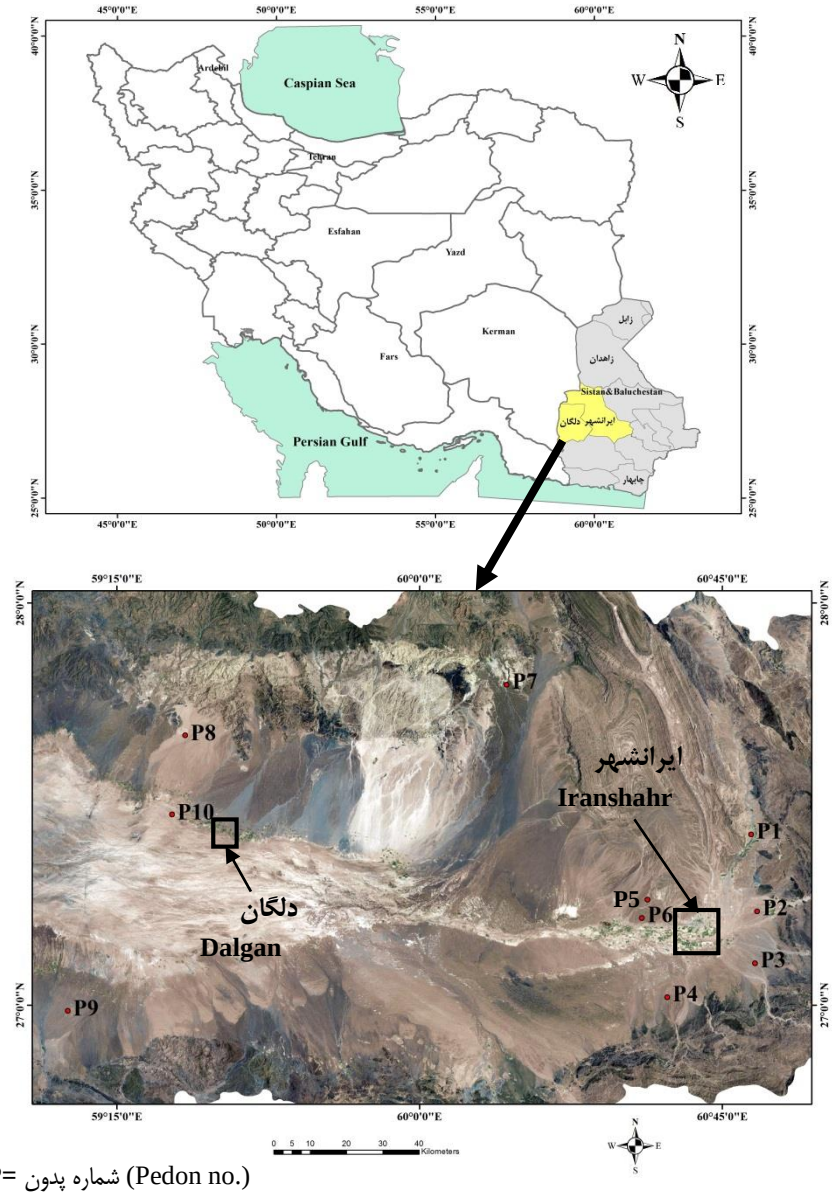
استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی ایران با حدود ۱۸۰ هزار کیلومتر مربع وسعت، بیش از ۱۱ درصد وسعت کشور را در بر می‌گیرد. منطقه مورد مطالعه از ایرانشهر (۵۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا) مرکز استان شروع شده و تا شهرستان دلگان (۳۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا) واقع در غرب استان ادامه دارد (شکل ۱). فاصله این دو شهر در حدود ۱۵۰ کیلومتر از یکدیگر می باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه منطقه، به‌ترتیب ۱۰۵ میلی‌متر و ۲۵/۸ درجه سلسیوس می‌باشند. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه، به‌ترتیب اریدیک و هایپرترمیک می‌باشد، به‌جزء خاکرخ هفت که در منطقه‌ای با رژیم حرارتی ترمیک (رژیم رطوبتی این خاکرخ مشابه سایر منطقه مورد مطالعه می باشد) واقع شده است (۳).

مطالعات صحرایی

اشکال اراضی مخروط‌افکنه، پدیمنت سنگی، پدیمنت پوشیده، منطقه مرطوب پلایا و تپه در منطقه مورد مطالعه در طی مطالعات صحرایی و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی (۱/۵۰۰۰۰) و تصاویر گوگل ارث شناسایی شدند. ده خاکرخ شاهد به‌منظور پوشش حداکثری تغییرات خاک در منطقه مورد مطالعه، از میان خاکرخ‌های حفر شده، مورد توصیف (۱۴) و نمونه‌برداری قرار گرفتند. شکل ۱ موقعیت خاکرخ‌های شاهد را نشان می‌دهد.

بررسی‌های آزمایشگاهی

نمونه خاک‌های هوا خشک شده و کوبیده شده، از الک دو میلی‌متر عبور داده شدند و ذرات درشت آن‌ها (بزرگتر از دو میلی‌متر) تعیین گردید (۱۶). روش پیپت برای تعیین توزیع اندازه ذرات استفاده شد (۸). از دستگاه پ‌هاش‌متر و هدایت‌سنج الکتریکی به‌ترتیب برای اندازه‌گیری پ‌هاش خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک استفاده شد. با قرار دادن خاک اشباع در حرارت ۱۰۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت، درصد وزنی رطوبت اشباع (SP) مشخص گردید. برای اندازه‌گیری گچ+انهیدریت از روش ترسیب با استون (۱۱) استفاده شد و گچ به روش آون (۱) اندازه‌گیری شد. انهایدرایت از کم کردن میزان گچ از گچ+انهیدریت محاسبه گردید (۱۸).



P= شماره پدون (Pedon no.)

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه به‌همراه محل حفر خاکرخ‌های شاهد

Figure 1- Location of the study area along with the place of excavated representative pedons

اندازه‌گیری کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (۱۱) انجام شد. کربن آلی به روش اکسیداسیون تر با دی کرومات پتاسیم اندازه‌گیری شد (۱۲). به‌منظور تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی از جایگزینی استات سدیم توسط استات آمونیوم در pH=7 استفاده شد (۴). مقدار عددی نسبت جذبی سدیم، با استفاده از مقادیر سدیم، کلسیم و منیزیم محلول ($mmol(+)\ L^{-1}$) و بر اساس معادله ذیل محاسبه شد:

$$SAR=Na/(\sqrt{[(Ca^{2+}+Ma^{2+})/2]}$$

در نهایت، براساس نتایج آزمایشگاهی و با توجه به مشاهدات صحرایی، طبقه‌بندی خاک‌ها براساس دو سامانه رده‌بندی جامع آمریکایی (۱۶) و جهانی (۱۹) نهایی شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ برخی از خصوصیات مورفولوژیکی خاکرخ‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این خاکرخ‌ها نیز در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج جدول‌های ۱ و ۲، طبقه‌بندی خاک‌های مطالعاتی بر اساس دو سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) و طبقه‌بندی جهانی (۲۰۱۵) تعیین گردید (جدول ۳).

خاکرخ اول دارای افق‌های کلسیک، جیپسیک و آرجیلیک می‌باشد (جدول ۱)، که در سامانه رده‌بندی آمریکایی به‌صورت تیپیک جیپسی‌آرجیدز و در سامانه طبقه‌بندی جهانی، اسکلتیک لوویک کلسی‌سول رده‌بندی شد (جدول ۳). پیشنهاد می‌شود در رده‌بندی آمریکایی افق کلسیک هم در رده‌بندی در نظر گرفته شود که برای رفع این نقص، زیرگروه کلسیک جیپسی‌آرجیدز اضافه شود. از طرفی، در رده‌بندی جهانی نیز اهمیت و نقش افق جیپسیک برای این نوع خاک‌ها در عمق ۱۵۰ سانتی‌متری به‌عنوان یک توصیف‌کننده در نظر گرفته شود.

خاکرخ‌های دوم و نهم، خاک آبرفتی جوان می‌باشند که با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌ها (برای مثال؛ توصیف یرمیک نشان‌دهنده وجود سنگ‌فرش در سطح اراضی این منطقه است) برای تفسیر این نوع خاک‌ها، طبقه‌بندی جهانی کارایی بهتری نسبت به رده‌بندی آمریکایی دارد. به‌علاوه، خاکرخ سوم هم یک خاک جوان و سنگریزه‌دار می‌باشد که طبقه‌بندی جهانی نیز این خاک‌ها را بهتر تفسیر می‌کند. پیشنهاد می‌شود که واژه سنگفرش بیابانی به‌عنوان بخشی از مواد مشخصه برای توصیف بهتر به زیرگروه خاک‌های جوان آبرفتی (یرمیک توری‌فلوونتز برای خاکرخ سه و یرمیک توری‌اُرتنتز برای خاکرخ چهار) اضافه شود.

خاکرخ چهارم در سامانه رده‌بندی آمریکایی به‌صورت تیپیک هپلوکلسیدز و در سامانه طبقه‌بندی جهانی، کلکریک اسکلتیک کمبیسول رده‌بندی گردید (جدول ۳). نکته قابل تأمل در این خاکرخ، توضیحی است که سامانه رده‌بندی جامع آمریکایی از تعریف افق کلسیک (برای خاک‌هایی با بافت درشت و سنگریزه‌دار میزان کربنات کلسیم معادل حداقل ۵ درصد در نظر گرفته شده است)، ارائه کرده است که پیشنهاد می‌شود این تعریف برای افق کلسیک در طبقه‌بندی جهانی نیز لحاظ گردد. سرمست و همکاران (۱۳) نیز چنین پیشنهادی را برای سامانه طبقه‌بندی جهانی ارائه کرده‌اند.

مهمترین مزیت طبقه‌بندی جهانی در تفسیر خاکرخ پنجم خودنمایی می‌کند. این خاک دارای افق آرجیلیک، جیپسیک، ناتریک و سالیک در ۱۰۰ سانتی‌متری سطح خاک می‌باشد که در سامانه رده‌بندی آمریکایی به‌صورت جیپسیک هپلوسالیدز و در سامانه طبقه‌بندی جهانی جیپسیک سالیک سولونتز رده‌بندی شد (جدول ۳). همان‌گونه که در نام‌گذاری آمریکایی تا سطح زیرگروه آمده، توجهی به افق ناتریک در خاک‌های شور و سدیمی نشده است، در حالی که در بحث مدیریتی گاهاً تأثیر افق ناتریک از افق سالیک در این نوع خاک‌ها مهم‌تر می‌باشد زیرا وجود افق ناتریک باعث پراکنده شدن ذرات خاک و تخریب ساختمان خاک می‌گردد و از طرفی اصلاح آن سخت‌تر از خاک‌های فقط شور می‌باشد. از سوی دیگر در طبقه‌بندی جهانی به‌درستی به جایگاه افق ناتریک نسبت به افق سالیک در خاک‌های شور و سدیمی توجه شده است. بنابراین توصیه می‌شود در رده‌بندی جامع آمریکایی به اهمیت افق ناتریک نسبت به سالیک در این نوع خاک‌ها توجه شود و هم‌چنین برای زیررده خاک‌های سالیدز، زیرگروه جیپسیک ناترسالیدز پیشنهاد می‌گردد.

خاکرخ ششم در سامانه رده‌بندی آمریکایی به‌صورت تیپیک کلسی جیپسدز و در سامانه طبقه‌بندی جهانی به‌صورت کلسیک جیپسی‌سولز نام‌گذاری شد (جدول ۳). همان‌گونه که در طبقه‌بندی جهانی مشاهده می‌شود از توصیف‌کننده هایپوجیپسیک استفاده شده که اهمیت میزان تجمع گچ را نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی نشان می‌دهد؛ زیرا میزان حضور گچ بر مدیریت این خاک‌ها تأثیرگذار می‌باشد. سرمست و همکاران (۱۳) و تومانیان و همکاران (۱۷) به نقش این نوع توصیف‌کننده‌ها پرداخته‌اند.

خاکرخ هفتم دارای افق‌های کلسیک، آرجیلیک، سالیک، جیپسیک و ناتریک می‌باشد (جدول ۱). با توجه به رده‌بندی این خاک در دو سامانه مورد بحث، سامانه طبقه‌بندی جهانی با توجه به تنوع توصیف‌کننده، دارای کارایی بهتری نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی می‌باشد. از طرفی با توجه به تعریف افق سالیک در سامانه طبقه‌بندی جهانی (میزان قابلیت هدایت الکتریکی حداقل ۱۵ دسی زیمنس بر متر و حاصلضرب ضخامت در میزان قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر از ۴۵۰)، و نقشی که نمک در محدود کردن گیاه بازی می‌کند، پیشنهاد می‌شود این تعریف برای افق سالیک در رده‌بندی آمریکایی نیز لحاظ گردد تا همبستگی بین این دو سامانه بیشتر شود. دکرز و همکاران (۵) به تعریف گسترده برخی از تعاریف افق‌های مشخصه (مانند سالیک) به‌عنوان همبستگی ضعیف بین دو سامانه مزبور در چنین شرایطی اشاره کرده‌اند.

خاکرخ هشتم دارای افق‌های کلسیک، جیپسیک، انهیدریتیک و سالیک می‌باشد (جدول ۱)، که در سامانه رده‌بندی آمریکایی به‌صورت انهیدریتیک هاپلوسالیدز و در سامانه طبقه‌بندی جهانی به‌صورت کلسیک جیپسیک سالیک سولونچاک نام‌گذاری شد (جدول ۳). بنابراین به‌نظر می‌رسد که رده‌بندی آمریکایی قادر نیست این خاک را به‌درستی تفسیر کند؛ اما از طرف دیگر سامانه طبقه‌بندی جهانی قادر خواهد بود با توصیف‌کننده‌های متنوع این خاک را تفسیر کند. به‌طور کلی، عدم وجود تمایزکننده‌های دقیق‌تر در خاک‌های شور مشاهده شده در پژوهش حاضر از نقاط ضعف رده‌بندی آمریکایی می‌باشد. چنین نتیجه‌ای قبلاً توسط اسفندیارپور و همکاران (۶) و سرمست و همکاران (۱۳) نیز گزارش شده است.

از طرفی، در خاکرخ هشتم افق انهیدریتیک در رده‌بندی آمریکایی (۲۱۰۴) در نظر گرفته شده است که با توجه به اینکه چنین افقی در طبقه‌بندی جهانی آورده نشده است، نقطه ضعفی برای این سامانه در برابر سامانه رده‌بندی آمریکایی می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود که افق انهیدریتیک به افق‌های سامانه طبقه‌بندی جهانی اضافه گردد.

جدول ۱- برخی خصوصیات مورفولوژیکی خاکرخ های مورد مطالعه

Table 1- Selected morphological properties of studied pedons

افق Horizon	عمق Depth (cm)	مرز افق Boundaries[1]	رنگ Color		پایداری Consistency[2]		ساختمان Structure[3]	جوشش با اسید Effervescence[4]	پوشش ها یا تجمعات Concentrations[5]
			خشک Dry	مرطوب Moist	خشک Dry	مرطوب Moist			
Pedon 1 Rock pediment 793 m above sea level									
A	0-40	A, S	10YR 6/4	10YR 5/4	S	VFR	1fabk	ST, H2	FDC, TOT
Btk1	40-80	G, S	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	MH	FR	2mabk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
Btk2	80-105	A, S	10YR 6/4	10YR 5/4	MH	FR	2mabk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
C	105-110	A, S	10YR 7/3	10YR 6/3	L	L	sg	ST, H2	FDC, TOT
2Btk	110-125	C, S	10YR 7/3	10YR 6/3	MH	FR	2mabk	ST, H2	c, 2, CAM, MAT
2Bty	125-150	C, S	10YR 7/3	10YR 6/3	MH	FR	2mabk	SL, H2	m, 4, GYX, MAT
2Cy	150-170	-	10YR 7/3	10YR 6/3	SH	VFR	1fabk	SL, H2	m, 2, GYX, BRF
Pedon 2 Alluvial fan 632 m above sea level									
A	0-5	A, S	10YR 6/3	10YR 5/3	S	L	1fabk	SL, H2	FDC, TOT
C1	5-25	C, S	10YR 6/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C2	25-40	C, S	10YR 6/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C3	40-70	C, S	10YR 7/3	10YR 6/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C4	70-90	C, S	10YR 7/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C5	90-130	-	10YR 7/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
Pedon 3 Alluvial fan 676 m above sea level									
A	0-7	A, S	10YR 7/3	10YR 5/3	S	L	1fabk	SL, H2	FDC, TOT
C1	7-40	G, S	10YR 6/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C2	40-90	G, S	10YR 6/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C3	90-110	G, S	10YR 6/2	10YR 5/2	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C4	110-140	-	10YR 7/2	10YR 6/2	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
Pedon 4 Alluvial fan 635 m above sea level									
A	0-30	A, S	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	S	VFR	1fabk	SL, H2	FDC, TOT
Bk	30-55	C, W	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	SH	VFR	1fabk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
C1	55-85	C, S	10YR 6/4	10YR 5/4	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C2	85-110	C, S	10YR 6/4	10YR 5/4	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C3	110-135	C, S	10YR 6/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C4	135-165	-	10YR 6/4	10YR 5/4	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
Pedon5 Mantled pediment 613 m above sea level									
A	0-15	A, S	7.5YR 7/4	7.5YR 5/4	S	VFR	1fabk	ST, H2	FDC, TOT
Bty	15-45	G, S	7.5YR 8/4	7.5YR 6/4	SH	VFR	2mabk	SL, H2	m, 4, GYX, MAT
Btnyz1	45-75	G, S	7.5YR 8/4	7.5YR 5/4	MH	FR	2mabk	SL, H2	m, 4, GYX, MAT
Btnyz2	75-120	G, S	7.5YR 8/4	7.5YR 5/4	MH	FR	2mabk	SL, H2	m, 4, GYX, BRF
Btnyz3	120-155	G, S	7.5YR 8/4	7.5YR 6/4	MH	FR	2mabk	SL, H2	m, 4, GYX, BRF
Btny	155-185	-	7.5YR 8/4	7.5YR 6/4	H	FI	2mabk	ST, H2	m, 2, GNM, MAT
Pedon 6 Hill 560 m above sea level									
A	0-5	A, S	10YR 7/4	10YR 4/4	S	VFR	1fabk	SL, H2	FDC, TOT
Bk	5-40	C, S	7.5YR 7/4	7.5YR 5/4	SH	VFR	1fabk	ST, H2	c, 2, CAM, MAT
By1	40-75	C, S	10YR 7/4	10YR 6/4	S	L	sg	SL, H2	m, 2, GYX, BRF
By2	75-105	G, S	10YR 7/4	10YR 6/4	S	L	sg	SL, H2	c, 2, GYX, BRF
By3	105-140	-	10YR 7/3	10YR 6/3	S	L	sg	SL, H2	c, 2, GYX, BRF
Pedon 7 Mantled pediment 860 m above sea level									
A	0-15	A, S	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	S	VFR	1fabk	SL, H2	FDC, TOT
Bk	15-40	G, W	5YR 7/4	5YR 5/4	SH	VFR	1mabk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
Btk	40-55	C, W	5YR 7/6	5YR 6/6	SH	VFR	1mabk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
Btkyz	55-80	G, S	5YR 7/6	5YR 5/6	SH	VFR	1mabk	ST, H2	c, 2, CAM/GYX, MAT
Btnkyz1	80-140	G, S	5YR 6/4	5YR 5/4	S	VFR	1fabk	ST, H2	c, 2, CAM/GYX, MAT
Btnkyz2	140-175	-	5YR 7/4	5YR 7/4	S	VFR	1fabk	ST, H2	c, 2, CAM/GYX, MAT
Pedon 8 Mantled pediment 490 m above sea level									
A	0-10	A, S	10YR 7/4	10YR 6/4	S	VFR	1fabk	VE, H2	m, 1, CAM, MAT

Bkyzn1	10-35	G, S	2.5Y 7/4	2.5Y 5/4	S	VFR	1fabk	VE, H2	m, 1, 3, CAM/GYX, MAT
Bkyzn2	35-65	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	S	VFR	1fabk	VE, H2	m, 1, 3, CAM/GYX, MAT
Bkyzn3	65-110	G, S	10YR 7/4	10YR 6/4	S	VFR	1fabk	VE, H2	m, 1, 3, CAM/GYX, MAT
Bkyzn4	110-160	C, S	10YR 8/4	10YR 6/4	S	VFR	1fabk	VE, H2	m, 1, 3, CAM/GYX, BRF
Ck	160-190	-	10YR 8/4	10YR 6/4	S	L	sg	VE, H2	m, 2, CAM, BRF
				Pedon 9 Alluvial fan 440 m above sea level					
A	0-10	A, S	10YR 6/4	10YR 5/4	S	VFR	1fabk	ST, H2	FDC, TOT
C1	10-20	C, S	10YR 7/3	10YR 5/3	S	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C2	20-40	C, S	10YR 7/2	10YR 6/2	S	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C3	40-90	C, S	10YR 7/2	10YR 6/2	S	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C4	90-100	C, S	10YR 7/4	10YR 5/4	S	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
C5	100-140	-	10YR 7/3	10YR 5/3	S	L	sg	ST, H2	FDC, TOT
				Pedon 10 Playa (wet zone) 371 m above sea level					
Azn	0-35	A, S	10YR 6/4	10YR 5/4	MH	VFI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn1	35-63	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	H	FI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn2	65-95	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	H	FI	m	ST, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn3	95-125	G, S	10YR 7/3	10YR 5/3	H	FI	m	SL, H2	m, 1, SAX, MAT
Bzn4	125-160	-	10YR 7/3	10YR 5/3	SH	VFI	2msbk	ST, H2	m, 1, SAX, MAT

[۱] مرز (Boundary)؛ تمایز distinctness (A: ناگهانی abrupt، C: واضح clear، G: تدریجی gradual)؛ توپوگرافی topography (S: صاف smooth، W: موجی wavy).

[۲] پایداری (Consistency)؛ خشک dry (L: سست loose، S: نرم soft، SH: کمی سخت slightly hard، MH: سختی متوسط moderately hard، HA: سخت hard)؛ مرطوب moist (L: سست loose، VFR: خیلی‌شکننده very friable، FR: شکننده friable، FI: محکم firm، VFI: بسیار محکم very firm).

[۳] ساختمان (Structure)؛ درجه grade (1: ضعیف، 2: متوسط)؛ اندازه size (f: ریز fine، m: متوسط medium)؛ نوع type (abk: مکعبی زاویه‌دار angular blocky، sbk: مکعبی بدون زاویه sub angular blocky، sg: تک دانه single grain، m: توده‌ای massive).

[۴] جوشش (Effervescence)؛ کلاس class (sl: جوشش کم slightly effervescent، ST: جوشش زیاد strongly effervescent، VE: جوشش خیلی شدید Violently Effervescent)؛ عامل شیمیایی chemical agent (H2: اسید هیدروکلریدریک نرمال normal hydrochloric acid).

[۵] میزان تجمعات (Concentrations)؛ میزان quantity (c: متوسط common، m: زیاد many)؛ اندازه size (1: ریز fine، 2: متوسط medium، 3: درشت coarse، 4: خیلی درشت very coarse)؛ نوع kind (FDC: کربنات‌های ریز نامشهود finely disseminated carbonates، CAM: توده های کربناتی carbonate masses، GYM: توده‌های گچ gypsum masses ، GNM: خوشه‌های کریستالی گچ gypsum crystal clusters، CAN: نادول‌های کربناتی carbonate nodules، GYX: کریستال‌های گچی gypsum crystals، SAX: کریستال‌های نمکی salt crystals)؛ موقعیت location (MAT: در ماتریکس خاک in the matrix، TOT: سرتاسر متن خاک through out، BRF: زیر سنگریزه beneath rock fragments).

هم‌چنین عدم توجه رده‌بندی آمریکایی در به‌کار بردن علامت مستقل برای افق انهیدریتیک نسبت به افق جیپسیک باعث گمراهی خوانندگان شده که پیشنهاد می‌شود به‌جای علامت By و Byy از علامت اختصاری دیگری برای افق انهیدریتیک استفاده شود. سرمست و همکاران (۱۳) علامت‌های اختصاری Ba و Baa را برای افق انهیدریتیک توصیه کردند که لزوم استفاده از آن در پژوهش حاضر نیز تأکید می‌گردد. از سوی دیگر، زیرگروه‌های انهیدریتیک جیپسی‌سالیدز و انهیدریتیک کلسی‌سالیدز نیز برای سامانه رده‌بندی آمریکایی پیشنهاد می‌شود

خاکرخ دهم که در سطح مرطوب پلایا حفر گردیده، در سامانه رده‌بندی آمریکایی به‌صورت تیپیک اکویی‌سالیدز و در سامانه طبقه‌بندی جهانی به‌صورت سودیک سولونچاک رده‌بندی گردید (جدول ۳). این خاک شور در پلایا دارای سطح سفره آب زیرزمینی بالا می‌باشد. با توجه به اینکه خاکرخ مزبور در فاصله یک متری سطح خاک، در طول سال‌های نرمال، حداقل یک ماه اشباع از آب می‌باشد؛ می‌توان گروه بزرگ اکوئی‌سالیدز را به‌منظور طبقه‌بندی این خاک بر مبنای رده‌بندی آمریکایی انتخاب کرد. هر چند سامانه طبقه‌بندی جهانی نیز از توصیف‌کننده‌های گلییک و استگنیک برای توصیف هر چه بهتر شرایط رطوبتی موجود در خاک‌های سولونچاک استفاده می‌کند، اما استفاده از این نوع توصیف‌کننده‌ها لازمه دارا بودن شرایط احیایی و مشاهده الگوهای رنگ مربوط به آن‌ها می‌باشد (۱۹). بنابراین به‌نظر می‌رسد که سامانه رده‌بندی آمریکایی شرایط اشباع خاک را صرف‌نظر از وجود یا عدم وجود شرایط احیایی، بهتر مد نظر قرار داده است. در نتیجه، به‌منظور هماهنگی بیشتر این دو سامانه، پیشنهاد می‌گردد توصیف‌کننده اکوئیک برای سامانه طبقه‌بندی جهانی به‌منظور نمایش واقعیت موجود در خاک‌های شور با چنین ویژگی، اضافه شود. اسفندیارپور و همکاران (۶) اضافه نمودن چنین توصیف‌کننده‌ای را به سامانه طبقه‌بندی جهانی (۲۰۰۷) برای خاک‌های شور پیشنهاد کرده‌اند.

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ های مورد مطالعه

Table 2- Selected physical and chemical properties of studied pedons

افق Horizon	عمق Depth (cm)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	RF (%)	بافت خاک Textural Class	pH	ECe (dS m^{-1})	CCE (%) ≤2 mm	CCE (%) ≤0.002 mm	گچ Gypsum (%)	انهیدریت Anhydrite (%)	کربن آلی OC (%)	SAR (mmol L^{-1})$^{0.5}$	CEC (cmol kg^{-1})
Pedon 1	Rock pediment 793 m above sea level														
A	0-40	56.4	34.6	9.0	54	SL	7.8	1.0	19.2	1.5	ng	ng	0.1	0.7	10.1
Btk1	40-80	50.4	34.6	15.0	43	L	7.8	0.8	20.0	1.36	ng	ng	0.2	1.2	10.1
Btk2	80-105	46.4	36.6	17.0	27	L	7.8	1.8	15.2	1.5	ng	ng	0.1	3.9	26.7
C	105-110	56.4	28.6	15.0	55	SL	7.8	2.1	16.5	0.67	ng	ng	0.1	3.4	24.0
2Btk	110-125	48.4	36.6	15.0	4	L	7.6	3.6	21	2.0	0.1	ng	0.1	4.1	23.1
2Bty	125-150	43.0	38.3	18.7	3	L	7.6	3.5	10.7	0.25	24.0	ng	0.1	3.8	23.1
2Cy	150-170	64.5	25.3	10.2	53	SL	7.7	3.8	14.0	ng	17.6	ng	0.1	5.3	24.0
Pedon 2	Alluvial fan 632 m above sea level														
A	0-5	80.4	10.6	9.0	51	LS	7.7	0.8	9	0.12	ng	ng	0.1	0.8	3.9
C1	5-25	80.4	12.6	7.0	56	LS	8.1	0.5	12.2	ng	ng	ng	0.1	1.5	3.9
C2	25-40	86.4	4.6	9.0	64	LS	8.1	0.5	12.5	ng	ng	ng	0.1	0.9	3.4
C3	40-70	82.4	6.6	11.0	62	LS	7.9	0.6	12	ng	ng	ng	0.1	1.5	4.3
C4	70-90	68.4	14.6	17.0	77	SL	7.8	0.8	12.5	ng	ng	ng	0.2	3.2	6.0
C5	90-130	58.4	22.6	19.0	66	SL	7.8	0.9	11.7	ng	ng	ng	0.2	4.1	8.7
Pedon 3	Alluvial fan 676 m above sea level														
A	0-7	59.8	24.6	15.6	56	SL	7.5	2.3	15.0	0.5	ng	ng	0.2	1.8	9.1
C1	7-40	77.8	14.6	7.6	50	LS	8.0	0.9	13.7	ng	ng	ng	0.1	6.3	5.6
C2	40-90	83.8	8.6	7.6	57	LS	7.6	12.7	15.2	ng	ng	ng	0.1	5.6	4.7
C3	90-110	89.8	0.6	9.6	59	LS	7.7	10.0	15.7	ng	ng	ng	0.1	8.8	4.3
C4	110-140	81.8	8.6	9.6	68	LS	7.5	12.3	14.2	ng	ng	ng	ng	7.6	5.2
Pedon 4	Alluvial fan 635 m above sea level														
A	0-30	72.4	18.6	9.0	5	SL	8.2	0.7	9.0	0.75	ng	ng	0.1	4.6	6.9
Bk	30-55	78.4	12.6	9.0	38	SL	7.7	3.1	12.7	0.75	ng	ng	0.2	7.5	7.3
C1	55-85	80.4	8.6	11.0	53	SL	7.7	3.9	10.5	0.25	ng	ng	0.1	8.7	6.9
C2	85-110	88.4	2.6	9.0	72	LS	8.0	2.3	11.7	ng	ng	ng	0.2	8.1	6.9
C3	110-135	82.4	6.6	11.0	58	LS	8.0	2.6	11.7	ng	ng	ng	0.2	9.7	6.9
C4	135-165	62.4	12.6	25.0	83	SCL	8.1	2.2	11.7	ng	ng	ng	0.1	14.4	13.1
Pedon5	Mantle pediment 613 m above sea level														
A	0-15	70.0	16.0	14.0	10	SL	7.5	2.0	16.0	1.0	0.1	ng	0.1	2.4	15.3
Bty	15-45	38.0	38.0	24.0	1	L	7.7	6.1	5.7	0.72	40.7	ng	ng	6.5	14.4
Btnyz1	45-75	36.0	34.0	30.0	1	CL	7.6	43.5	10.0	ng	38.2	ng	0.1	70.0	21.4
Btnyz2	75-120	46.0	18.0	36.0	45	SC	7.6	58.6	8.0	ng	37.5	ng	0.1	80.0	23.1
Btnyz3	120-155	46.0	32.0	22.0	46	L	7.9	45.2	8.5	ng	25.5	ng	0.1	100.8	26.7
Btny	155-185	34.0	36.0	30.0	11	CL	8.2	24	16.7	ng	5.3	ng	0.1	73.6	27.5
Pedon 6	Hill 560 m above sea level														
A	0-5	60.4	28.6	11.0	38	SL	7.8	0.9	12.2	0.5	ng	ng	0.3	0.8	9.5
Bk	5-40	66.4	24.6	9.0	24	SL	7.7	2.1	16.0	ng	ng	ng	0.1	2.3	12.1
By1	40-75	76.5	15.3	8.2	3	SL	7.6	4.5	11.2	ng	15.6	ng	0.1	3.4	10.8
By2	75-105	86.5	5.3	8.2	36	LS	7.7	4.8	9.5	ng	5.2	ng	0.1	5.8	9.9
By3	105-140	88.5	5.3	6.2	32	LS	7.8	6.2	7.25	ng	5.1	ng	0.1	11.7	9.1
Pedon 7	Mantle pediment 860 m above sea level														
A	0-15	79.1	8.6	12.3	22	SL	7.7	5.6	8.2	0.75	ng	ng	0.1	14.4	10.1
Bk	15-40	76.5	15.3	8.2	26	SL	7.4	9.2	16.0	0.5	ng	ng	0.1	11.4	10.1
Btk	40-55	56.5	25.3	18.2	35	SL	7.3	25.5	16.2	1.5	0.6	ng	0.1	12.5	14.4
Btkyz	55-80	64.5	15.3	20.2	27	SCL	7.6	20.9	16.7	0.36	7.4	ng	0.1	11.3	12.7
Btnkyz1	80-140	66.5	15.3	18.2	34	SL	7.6	19.8	15.5	1.0	5.8	ng	0.1	22.2	14.4
Btnkyz2	140-175	52.5	29.3	18.2	53	L	7.5	22.3	17.5	0.5	6.3	ng	ng	21.3	15.3
Pedon 8	Mantle pediment 490 m above sea level														
A	0-10	55.8	33.3	10.9	21	SL	7.4	43.5	37.7	1.5	0.7	ng	0.4	53.0	9.5
Bkyzn1	10-35	47.8	41.3	10.9	24	L	7.1	140.5	27.2	0.62	2.0	17.4	0.4	64.5	12.1
Bkyzn2	35-65	61.8	28.6	9.6	63	SL	7.3	84.7	24.5	0.5	26.7	ng	0.1	59.4	14.7
Bkyzn3	65-110	53.8	32.6	13.6	61	SL	7.3	99.6	34	0.5	18.1	ng	0.2	66.8	14.7
Bkyzn4	110-160	51.8	38.6	9.6	67	L	7.6	96.1	47.5	0.5	8.3	ng	0.8	92.4	15.2

Ck	160-190	69.8	20.6	9.6	67	SL	7.6	9.45	45.0	0.12	0.1	ng	0.1	7.0	11.3
Pedon 9	Alluvial fan	440 m above sea level													
A	0-10	60.4	22.6	17.0	15	SL	7.7	7.0	13.7	0.5	ng	ng	0.1	9.9	12.2
C1	10-20	83.1	6.6	10.3	38	LS	8.2	1.7	12	ng	ng	ng	0.1	1.9	7.8
C2	20-40	91.1	0.6	8.3	40	S	7.8	6.1	9.7	ng	ng	ng	ng	10.0	5.2
C3	40-90	92.4	0.6	7.0	43	S	7.5	27.2	11.5	ng	ng	ng	0.1	16.1	6.1
C4	90-100	90.4	2.6	7.0	3	S	7.5	25.1	9.0	ng	ng	ng	0.1	14.5	8.7
C5	100-140	91.8	0.6	7.6	47	S	7.4	18.8	14.5	ng	ng	ng	0.1	14.3	4.3
Pedon 10	Playa (wet zone)	371 m above sea level													
Azn	0-35	14.6	41.8	43.6	0	SiC	8.6	119.7	13.0	3.75	4.9	ng	0.2	1535.7	22.9
Bzn1	35-63	4.6	45.8	49.6	0	SiC	8.4	68.0	12.0	3.0	2.3	ng	0.2	584.4	26.3
Bzn2	65-95	5.8	52.6	41.6	0	SiC	8.5	53.2	14.7	3.0	1.4	ng	0.2	429.3	21.8
Bzn3	95-125	6.4	45.3	48.3	0	SiC	8.5	37.5	11.7	3.5	2.3	ng	0.1	197.1	25.5
Bzn4	125-160	0.4	73.3	26.3	0	SiL	8.6	35.7	15.2	2.4	ng	ng	0.1	218.6	17.7

RF: ذرات درشت (rock fragments)؛ CCE: کربنات کلسیم معادل (calcium carbonate equivalent)؛ SAR: نسبت سدیم جذبی (sodium adsorption ratio)؛ CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی (cation exchange capacity)؛ ECe: هدایت الکتریکی عصاره اشباع (electrical conductivity of saturated extract)

* ng: negligible (ناچیز)

نتیجه‌گیری

اسامی خاک‌ها در سامانه طبقه‌بندی جهانی نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی، اطلاعات بیشتری در مورد ویژگی‌ها و خصوصیات درونی خاک‌های جوان (مانند وجود توصیف‌کننده یرمیک برای نشان دادن سنگ‌فرش بیابانی)، در دسترس قرار می‌دهند.

در مورد خاک‌هایی با افق‌های کلسیک و آرجیلیک در ۱۰۰ سانتی‌متری سطح خاک و افق جیپسیک در ۱۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک، هر دو سامانه دارای نقص می‌باشند. در مورد این خاک‌ها، زیرگروه کلسیک جیپسی‌آرجیدز برای سامانه رده‌بندی آمریکایی و در نظر گرفتن افق جیپسیک در ۱۵۰ سانتی‌متری از سطح این خاک به‌عنوان یک توصیف‌کننده برای سامانه طبقه‌بندی جهانی پیشنهاد می‌گردد.

سامانه رده‌بندی آمریکایی در تعریف افق کلسیک عملکرد بهتری دارد، لذا پیشنهاد می‌شود که تعریف افق کلسیک در مورد خاک‌هایی با بافت درشت و سنگریزه‌دار با میزان کربنات کلسیم پنج درصد در سامانه طبقه‌بندی جهانی لحاظ گردد.

یکی از ضعف‌های سامانه رده‌بندی آمریکایی، عدم توجه به تفکیک خاک‌های شور در مناطق خشک تا سطح زیرگروه می‌باشد. در مورد خاک‌هایی با حضور همزمان افق‌های ناتریک، جیپسیک و سالیک در فاصله ۱۰۰ سانتی‌متری سطح خاک، زیرگروه جدید جیپسیک ناترسالیدز به این سامانه پیشنهاد می‌شود. از طرفی، تعریف افق سالیک با ویژگی‌های میزان قابلیت هدایت الکتریکی حداقل ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و حاصلضرب ضخامت در قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر از ۴۵۰، در سامانه رده‌بندی آمریکایی توصیه می‌گردد.

در مورد خاک‌های شور و سدیمی، طبقه‌بندی جهانی نسبت به رده‌بندی آمریکایی کارایی بهتری دارد؛ چرا که در بحث مدیریتی گاهاً تأثیر افق ناتریک از افق سالیک مهمتر است، زیرا سدیم باعث پراکنده شدن ذرات خاک و تخریب ساختمان خاک شده و از طرفی اصلاح آن سخت‌تر از خاک‌های فقط شور می‌باشد.

نتایج در مورد خاک‌های گچی نشان‌دهنده کارایی سامانه طبقه‌بندی جهانی نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی می‌باشد، زیرا به میزان تجمع گچ توجه کرده که در بحث‌های مدیریتی خاک‌های گچی نقش مهمی دارد.

یکی از ضعف‌های سامانه طبقه‌بندی جهانی، عدم توجه به افق انهیدرایتیک می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد که این افق به افق‌های سامانه مزبور اضافه گردد. از طرفی، عدم توجه سامانه رده‌بندی آمریکایی به علامت اختصاری مستقل برای این افق نسبت به افق جیپسیک، علامت‌های اختصاری Ba و Baa پیشنهاد می‌گردند.

جدول ۳- طبقه‌بندی خاکرخ‌های مورد مطالعه بر اساس سامانه‌های آمریکایی (۲۰۱٤) و جهانی (۲۰۱۵)

Table 3- Classification of the studied pedons based on Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) systems

Pedon no.	سامانه رده‌بندی Classification system		پیشنهادها Suggestions	
	Soil Taxonomy (2014)	WRB (2015)	Soil Taxonomy (2014)	WRB (2015)
1	Loamy-skeletal, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Gypsiargids	Skeletic Luvic Calcisol (Hypocalcic, Ochric, Pantoloamic, Yermic)	Calcic Gypsiargids	توجه به نقش افق جیپسیک برای این نوع خاک‌ها در سطح ۱۵۰ سانتی‌متری به‌عنوان یک توصیف‌کننده Considering role of gypsum horizon for this type of soils at the level of 150 cm as a qualifier
2	Loamy-skeletal, Mixed, calcareous, Hyperthermic Typic Torrifluvents	Calcaric Skeletic Pantofluvic Fluvisol (Anoarenic, Endoloamic, Ochric, Yermic)	Yermic Torrifluvents	-
3	Sandy-skeletal, Mixed, Hyperthermic Typic Torriorthents	Calcaric Skeletic Regosol (Epiloamic, Katoarenic, Ochric, Yermic)	Yermic Torriorthents	-
4	Loamy-skeletal, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Haplocalcids	Calcaric Skeletic Cambisol (Anoloamic, Endoarenic, Ochric, Protocalcic, Yermic)	-	لحاظ کردن تعریف افق کلسیک در مورد خاک‌هایی با بافت درشت و سنگریزه‌دار با میزان کربنات کلسیم ۵ درصد برای سامانه طبقه‌بندی جهانی Considering the definition of calcic horizon for coarse textured soils having rock fragment with 5% calcium carbonate for WRB classification system
5	Loamy, Gypsic, Superactive, Hyperthermic Gypsic Haplosalids	Gypsic Salic Solonetz (Cutanic, Differentic, Ochric, Pantoloamic, Yermic)	Gypsic Natrsalids	-
6	Loamy, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Calcigypsids	Calcic Gypsisol (Anoloamic, Endoarenic, Hypogypsic, Ochric)	توجه به میزان تجمع گچ Attention to the amount of gypsum accumulation	-
7	Loamy, Mixed, Superactive, Thermic Typic Natrigypsids	Calcic Gypsic Salic Solonetz (Cutanic, Differentic, Ochric, Pantoloamic, Yermic)	توجه به تعریف افق سالیک به مانند سامانه طبقه‌بندی جهانی Attention to the definition of the salic horizon similar to the WRB classification system	-
8	Loamy-skeletal, Gypsic, Superactive, Hyperthermic Anhydritic Haplosalids	Calcic Gypsic Sodic Solonchak (Calcaric, Chloridic, Gypsiric, Hypersalic, Ochric, Skeletic, Pantoloamic, Yermic)	Anhydritic Gypsisalids, Anhydritic calcisalids Ba, Baa	Anhydritic Horizon
9	Sandy-skeletal, Mixed, Hyperthermic Typic Torrifluvents	Calcaric Pantofluvic Fluvisol (Epiloamic, Katoarenic, Ochric, Yermic)	Yermic Torrifluvents	
10	Fine, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Aquisalids	Sodic Solonchak (Calcaric, Chloridic, Gypsiric, Hypersalic, Ochric, Pantoclayic, Puffic)	-	Aquic qualifier

منابع

1- Artieda O., Herrero J., and Drohan P.J. 2006. Refinement of the differential water loss method for gypsum determination in soils. Soil Science Socity American Journal 70: 1932–1935.
2- Bahmani M., Salehi M.H., and Esfadiarpoor I. 2014. Comparison of Soil Taxonomy and WRB for description of soil properties in some arid and semiarid regions of Central Iran. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource, Water and Soil Science 18: 11-21. (In Persian with English abstract)
3- Banaie M.H. 1998. Soil Moisture and Temperature Regimes Map of Iran. Soil and Water Research Institute of Iran, Iran.
4- Bower C.A., and Hatcher J.T. 1966. Simultaneous determination of surface area and cation exchange capacity. Soil Science Socity American Journal 30: 525–527.
5- Deckers J., Driessen P., Nachtergaele F.O.F., Spaargaren O., and Berding F. 2003. Anticipated developments of the world reference base for soil resources. In: Eswaran, H., Rice, T., Ahrens, R., Stewart, B.A. (Eds.), Soil Classification: A Global Desk Reference. CRC PRESS, Boca Raton, London, New York, Washington, DC. pp. 245–256.
6- Esfandiarpour Boroujeni I., Farpoor M.H., and Kamali A. 2011. Comparison between Soil Taxonomy and WRB for Classifying Saline Soils of Kerman Province. Journal of Water and Soil 25(5): 1158-1171.
7- Esfandiarpour Borujeni I., Salehi M.H., Karimi A., and Kamali A. 2013. Correlation between soil taxonomy and World Reference Base for soil resources in classifying calcareous soils: (A case study of arid and semi-arid regions of Iran). Geoderma 197-198: 126- 136.
8- Gee G.W., and Bauder J.W. 1986. Particle size analysis. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Agron. Monger, No Vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 388–409.
9- Gerasimova M.I. 2010. Chinese soil taxonomy: between the American and the international classification systems. Eurpean Soil Science 43(8): 945–949.
10- IUSS Working Group WRB. 2007. World reference base for soil resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
11- Nelson R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. P. 181-196. In: A. L. Page et al. (ed), Methods of Soil Analysis. Part II. 2nd ed., Agron. Monogar. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
12- Nelson D.W. and Sommers L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. p. 539-577. In: A. L. Page et al (Ed), Methods of Soil Analisis. Part II. 2nd ed., Agron. Monogar. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
13- Sarmast M., Farpoor M.H., and Esfandiarpour Boroujeni I. 2016. Comparing Soil Taxonomy (2014) and updated WRB (2015) for describing calcareous and gypsiferous soils, Central Iran. Catena 145: 83–91.
14- Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C., and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
15- Secu C.V., Patriche C., and Vasiliniuc I. 2008. Aspects regarding the correlation of the Romanian soil taxonomy system (2003) with WRB (2006). Ґрунтознавство 9: 56-62.
16- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
17- Toomanian N., Jalalian A., and Eghbal M.K. 2003. Application of the WRB (FAO) and US taxonomy systems to gypsiferous soils in Northwest Isfahan. Iran Journal Agriculture Science Technology 5: 51–66. (In Persian with English abstract)
18- Wilson M.A., Shahid S.A., Abdelfattah M.A., Kelley J.A., and Thomas J.E. 2013. Anhydrite formation on the Coastal Sabkha of Abu Dhabi, United Arab Emirates. In: Shahid, S.A., Taha, F.K., Abdelfattah, M.A. (Eds.), Developments in Soil Classification, Land Use Planning and Policy Implications: Innovative Thinking of Soil Inventory for Land Use Planning and Management of Land Resources. Springer SBM Publishing, Netherlands, pp. 175–201.
19- WRB. 2015. World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Journal of Water and Soil
Vol. 34, No. 5, Nov.-Dec. 2020, p. 1081-1091

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۹، ص. ۱۰۹۱-۱۰۸۱

Comparison of Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) in Classification of Soils in Iranshahr and Dalghan Regions, Sistan and Baloochestan Province

S. Sanjari[1]- M.H. Farpoor[2*]- M. Mahmoodabadi[3]- S. Barkhori[4]

Received: 27-04-2020
Accepted: 21-07-2020

Introduction Increasing demand for an international classification system as a unique communication tool in soil science has caused development of different systems. Like many other countries, Soil Taxonomy and WRB are the most popular soil classification systems in Iran. Genetic and morphologic soil properties are used for soil classification in both systems. However, correlation of the two systems and efforts to harmonize them have been a major concern among soil scientists. Comparing Soil Taxonomy and WRB in gypsiferous and calcareous soils of central Iran, Sarmast et al. (13) reported that WRB using various qualifiers is more effective than Soil Taxonomy. Since no study on soils of Iranshahr and Dalghan Regions located in Sistan and Baloochestan Province has performed and/or no reported data is available, the present research was performed to: 1) study morphological, physical, and chemical soil properties in the area, 2) classify soils based on Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) systems, 3) compare the two systems for soil description in Iranshahr and Dalghan regions as a part of Sistan and Baloochestan Province, central Iran.

Material and Methods: The study area starts from Iranshahr (590 m asl) in the center of the province and extends to Dalghan (390 m asl) in west. Alluvial fan, pediment, playa, and hill were among different landforms identified using field studies, topography maps (1:50000), and Google Earth image observations. To cover the maximum soil variations in the area, 10 representative pedons were selected, described, and sampled.

Results and Discussions: Calcic, gypsic, anhydritic, argillic, natric, and salic horizons identified after field work and laboratory analysis. Results of the study showed that addition of Yermic Torrifluvent, Yermic Torriorthent, Calcic Gypsiargid, Gypsic Natrsalid, Natric Gypsisalid, Anhydritic Gypsisalid, Anhydritic Calcisalid subgroups to Soil Taxonomy system from one hand, and addition of anhydrite and aquic (for Solonchak reference soil group) qualifiers to WRB system from the other hand, causes a higher correlation and more harmonization between the two classification systems. Meanwhile, the minimum percentage of calcium carbonate equivalent necessary for calcic horizon identification in coarse textured soils including gravel in Soil Taxonomy is also suggested to be added to WRB system. Besides, requirements of salic horizon in WRB system is recommended to be added to Soil Taxonomy. At the same time, soil names in WRB system provide more information and data about soil properties and characteristics in young soils (such as yermic qualifier showing desert pavement) compared to Soil Taxonomy. Soil Taxonomy is not able to properly classify saline soils of arid regions down to subgroup level which is a weak point for this system. That is why newly added Gypsic Natrsalids is suggested for soils with natric, gypsic, and salic horizons in the upper 100 cm of the soil. On the other hand, the requirements of salic horizon in WRB system (the minimum EC content of 15 dS/m and the EC multiplied by the horizon thickness of more and/or equal to 450) are also suggested for Soil Taxonomy.

Conclusion: Results of the study for both saline and sodic soils show more capability of WRB system compared to Soil Taxonomy to classify soils. From soil management point of view, natric horizon causes more negative effects compared to salic horizon because Na disperses the soil particles and destroys soil structure and sodic soils need more practices to be improved compared to saline soils. Results for gypsiferous soils also show more capability of WRB system compared to Soil Taxonomy because gypsum content which is important for gypsiferous soils management is properly concerned in WRB system. However, lack of anhydritic horizon in WRB seems to be a weak point for this classification system. That is why it is suggested to be added to WRB (13). Since Soil Taxonomy does not use independent abbreviations for anhydritic horizon compared to gypsic horizon, the Ba and Baa abbreviations are also suggested for Soil Taxonomy to be added.

Keywords: Iran, Calcareous, Gypsiferous, Saline, Soil correlation

1, 2 and 3- Ph.D. Student and Professors Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: farpoor@uk.ac.ir)
4- Assistant Professor, Nature Engineering Department, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Iran
DOI: 10.22067/jsw.v34i5.86203