

## Soil Taxonomy and WRB comparison to classify soils with different climatic conditions in Kerman province

S. Sanjari<sup>1</sup>, M.H. Farpoor<sup>2\*</sup>, M. Mahmoodabadi<sup>2</sup> and S. Barkhori<sup>3</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
2. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
3. Assistant Professor, Nature Engineering Department, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Iran

Received: 29 July 2020

Accepted: 6 December 2020

### Abstract

**Introduction** Soil classification is a process of showing basic differences among soil classes (5). Different soil classification systems are created for soil classification, but Soil Taxonomy and World Reference Base for Soil Resources (WRB) are among the most favoured systems in the world including Iran. This system (WRB) is accepted by soil scientists in the world and Soil Taxonomy has also been used in several countries (7). Each of the two mentioned systems has its own strong and/or weak points to show soil characteristics. However, comparing Soil Taxonomy and WRB for calcareous and gypsiferous soils of central Iran, Sarmast et al. (16) reported that according to specifiers used in WRB, this system could be more efficient than Soil Taxonomy. Various environmental conditions and its fluctuations in Kerman Province caused different soils to be formed in the province. Use of soil moisture and temperature regimes by Soil Taxonomy which is totally neglected by WRB system may emphasize that Soil Taxonomy could provide better results for these soils. That is why the present research was performed to compare Soil Taxonomy and WRB systems in the area of the present research with different climates and to show the efficiency of the two systems to describe selected soil characteristics in Kerman Province.

**Materials and Methods** According to climatic variations, four study sites were selected in Kerman Province. Sites 1 (elevation of < 2000 m asl) and 2 (elevation of >2000 m asl) in Baft and Rabor areas were located in the south west of the province. Moreover, sites 3 (around Jiroft and Anbarabad) and 4 (around Roodbar-e-Jonoob and Ghaleganj) were located at the center and south of the province, respectively (Fig. 1). Table 1 shows the soil moisture and temperature regimes of the areas under study (3). Twenty-five pedons on different geomorphic surfaces were described and one representative pedon on each geomorphic surface (total of 11 representative pedons) were selected (Fig 1). Soil description and sampling performed (18) and the collected samples transferred to the laboratory. It is to be noticed that soil moisture regime in site 3 has changed from ustic to aridic during normal years defined in Soil Taxonomy. Ustic/ hypertermic soil moisture/temperature regimes were reported for soils of Jiroft and Anbarabad according to the soil moisture and temperature map of soils of Iran (3). However, according to the latest climatic data (30 years' data and the concept of normal years as defined in Soil Taxonomy, 2014) used in the NSM Software, the soil moisture regime was estimated as weak aridic.

**Results and Discussion** Histic, mollic, argillic, natric, calcic, anhydritic, and cambic horizons were investigated after field work and laboratory analyses. Results of the study show that addition of new Calcixeralfs, Gypsiustalfs, and Gypsicalcids great groups together with newly added Calcic Natrargids, Calcic Natrustalfs, Gypsic Calciustalfs, Typic Petrogypsids, Anhydritic Haplogypsids, and Anhydritic Petrogypsids subgroups to the Soil Taxonomy system from one hand, and addition of anhydrite and hypercalcic qualifiers to WRB from the other hand, cause a higher correlation between the two systems. Besides, climatic fluctuations of the recent years in Jiroft and Anbarabad areas caused a change in the soil moisture regime according to normal years defined in Soil Taxonomy. That is why soil name was changed in Soil Taxonomy system. However, WRB system shows no variation because this system is not related to

climatic data. Since anhydritic horizon was added to Soil Taxonomy (2014) system, addition of this horizon is recommended to WRB for better correlation of the two systems as was also suggested by Sarmast et al. (16). Meanwhile, soil names in the WRB system provide more information about characteristics of young soil (including yermic qualifier to show desert pavement) compared to Soil Taxonomy.

**Conclusion** Soil classifications showed that WRB system could describe soil characteristics in the area more efficiently compared to Soil Taxonomy. Climate change caused a variation in soil moisture regime of Jiroft and Anbarabad areas according to normal years of Soil Taxonomy system, which in turn changed soil nomenclature in this system. WRB system is not related to climate that is why soil names were not changed in the above mentioned areas. Besides, WRB system is more efficient to classify gypsiferous soils because gypsum content which is an important factor for management of gypsiferous soils is better focused by WRB. However, lack of anhydritic horizon in the WRB system is a weak point, that is why addition of this horizon was suggested by the authors. It is recommended that soil moisture/temperature regimes of study sites be calculated by softwares using climatic data because the climatic variations of the recent years might have changed the soil moisture/temperature regimes reported in the map of 1998 due to the definition of normal years defined in Soil Taxonomy.

**Key words:** *Argillic horizon, Moisture regime, Central Iran, Climatic change, Normal year*

## مقایسه کارایی دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و طبقه‌بندی جهانی در گروه‌بندی خاک- های با شرایط اقلیمی متفاوت در استان کرمان

صالح سنجری<sup>۱</sup>، محمدهادی فرپور<sup>۲\*</sup>، مجید محمودآبادی<sup>۱</sup> و سعید برخوردار<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، ایران

۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، ایران

۳- استادیار مهندسی طبیعت، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، ایران

تاریخچه مقاله	چکیده
دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۸	<p>این مطالعه با هدف مقایسه قابلیت‌ها و برجسته کردن تفاوت‌ها و شباهت- های بین دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و طبقه‌بندی جهانی در گروه- بندی خاک‌های مورد مطالعه در مناطق مختلف استان کرمان با شرایط اقلیمی متفاوت به انجام رسید. به این منظور تعداد یازده خاک‌های شاهد، انتخاب، تشریح و نمونه‌برداری گردید و پس از انجام آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی معمول، رده‌بندی آن‌ها براساس سامانه‌های مزبور، نهایی شد. نتایج نشان داد که رده‌بندی خاک‌ها در مناطق کم ارتفاع بافت و رابر و منطقه رودبار جنوب و قلعه‌گنج با اقلیم خشک نسبتاً مشابه می‌باشد. اما در مناطق با ارتفاع بیشتر از ۲۰۰۰ متر بافت و رابر با اقلیم نیمه‌خشک تنوعی از خاک‌ها مشاهده شد. بیشترین تفاوت این دو سامانه رده‌بندی در خاک‌های سوم این منطقه بیانگر اهمیت افق کلسیک به آرجیک در سامانه طبقه‌بندی جهانی نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی بود. علاوه بر این، بیشترین تمایز این دو سامانه رده‌بندی مربوط به منطقه جیرفت و عنبرآباد بود که طی سال‌های نرمال، تغییر اقلیم باعث تفاوت در رژیم رطوبتی از یوستیک به اریدیک شده و این تغییر اقلیم باعث تفاوت در نام‌گذاری خاک‌ها از آلفی‌سول و اینسپتی‌سول به اریدی‌سول شده است. در حالی که تغییر اقلیم در نام‌گذاری خاک‌ها بر اساس سامانه طبقه‌بندی جهانی وارد نمی‌گردد، بنابراین تفاوتی در نام‌گذاری خاک‌ها در این سامانه ایجاد نمی‌کند. نتایج رده‌بندی خاک‌ها بیانگر این بود که سامانه طبقه‌بندی جهانی در بیان وضعیت خاک‌های مناطق مورد مطالعه از کارایی بیشتری برخوردار است.</p>
پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۹/۱۶	
<b>کلمات کلیدی:</b>	
<b>افق آرجیلیک،</b>	
<b>رژیم رطوبتی،</b>	
<b>ایران مرکزی،</b>	
<b>تغییر اقلیم،</b>	
<b>سال نرمال</b>	
* عهده دار مکاتبات	
Email: farpoor@uk.ac.ir	

شده‌اند، ولی دو سامانه رده‌بندی آمریکایی<sup>۱</sup> و سامانه طبقه‌بندی

مرجع جهانی خاک<sup>۲</sup> از استقبال عمومی بیشتری در بین کشورهای مختلف، از جمله ایران برخوردار می‌باشند. سامانه

### مقدمه

طبقه‌بندی خاک، فرآیندی است که به موجب آن تفاوت‌های اساسی بین کلاس‌های خاک آشکار می‌شود (۴). سامانه‌های رده‌بندی مختلفی برای نام‌گذاری خاک‌ها پیشنهاد

1- Soil Taxonomy

2- World Reference Base

تشکیل شده در شمال غرب استان اصفهان بیان نمودند که سیستم طبقه‌بندی جهانی به دلیل استفاده بیشتر از مشخصات این خاک‌ها، نسبت به سیستم رده‌بندی آمریکایی کارایی بالاتری دارد. نورایی (۱۴) اعتقاد دارد که سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک، نتایج قابل قبول‌تری را نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی، در رابطه با رده‌بندی خاک‌های منطقه خشک دشت لوت در دسترس قرار می‌دهد. افزون بر این، سرمست و همکاران<sup>۵</sup> (۱۸) با مقایسه دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و طبقه‌بندی جهانی خاک برای خاک‌های آهکی و گچی ایران مرکزی اظهار داشته‌اند که با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌ها در سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک، این سامانه می‌تواند نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی مؤثرتر باشد.

شرایط متنوع محیطی و تغییرات محسوس اقلیمی در استان کرمان باعث به‌وجود آمدن خاک‌های مختلفی در این استان شده است. معاذلهی و فرپور<sup>۶</sup> (۱۰) و سرمست و همکاران (۱۸) به ترتیب طی مطالعه خاک‌های کرمان-لاله زار و جیرفت-کهنوج خاک‌های متنوعی را براساس تغییرات رژیم رطوبتی خاک گزارش کردند. در نظر گرفته شدن رژیم‌های رطوبتی و حرارتی در سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی و عدم توجه به این عامل در سامانه رده‌بندی جهانی خاک این تصور را ایجاد می‌سازد که سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی ممکن است نتایج بهتری برای چنین خاک‌هایی در پی داشته باشد. لذا این پژوهش با هدف مقایسه نتایج رده‌بندی خاک-های مناطق مطالعاتی با دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و طبقه‌بندی جهانی خاک و بررسی کارایی سامانه‌های مذکور در طبقه‌بندی و توصیف برخی از ویژگی‌های خاک در مناطق با اقلیم‌های متفاوت در استان کرمان انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

### ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه

با توجه به تفاوت‌های اقلیمی در استان کرمان، چهار منطقه برای این مطالعه انتخاب شد. منطقه یک (ارتفاعات کمتر از

طبقه‌بندی مرجع جهانی خاک همانگونه که از نام آن مشخص است مورد قبول تمام کشورها می‌باشد و از طرفی سامانه رده‌بندی آمریکایی نیز در بسیاری از کشورها استفاده می‌شود (۷). هر کدام از این سامانه‌ها از نقاط ضعف و قوت متفاوتی برای بیان ویژگی‌های خاک برخوردار هستند. این سامانه‌ها توسط پژوهشگران مختلفی در جهان مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته‌اند. رکا و پازوس<sup>۱</sup> (۱۵) در آرژانتین قابلیت و کارایی دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و طبقه‌بندی مرجع جهانی خاک را در گروه‌بندی خاک‌های مورد مطالعه با یکدیگر مقایسه نموده و نتیجه گرفته‌اند که هماهنگی نسبتاً خوبی بین اسامی خاک در سطح زیرگروه سامانه رده‌بندی آمریکایی با واحدهای خاک تعریف شده در سطح دوم سامانه طبقه‌بندی مرجع جهانی خاک وجود دارد. برطبق اظهارات روزیتیر<sup>۲</sup> (۱۶ و ۱۷)، سطوح اول (گروه‌های مرجع خاک) و دوم (گروه‌های مرجع به‌همراه توصیف‌کننده‌ها) سامانه طبقه‌بندی مرجع جهانی خاک، تقریباً معادل با سطوح دوم (زیررده) و چهارم (زیرگروه) سامانه رده‌بندی آمریکایی هستند.

در این راستا مطالعاتی به‌صورت پراکنده در ایران نیز صورت پذیرفته است. از جمله، سرشوق (۱۹) با مطالعه خاک-های منطقه باباحیدر استان چهارمحال و بختیاری بیان می‌کند که سامانه رده‌بندی آمریکایی برای نشان دادن ویژگی‌های خاک‌های کم عمق در مناطق نیمه‌خشک کارآمدتر از سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک است. در حالی که اسفندیارپور و همکاران<sup>۳</sup> (۵) معتقدند که اسامی خاک‌ها در سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک، نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی، اطلاعات بیشتری در مورد ویژگی‌های ذاتی خاک‌های شور در دسترس قرار می‌دهند و افزون بر این، سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک قادر به نمایش ویژگی‌های بیشتری از این خاک‌ها نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی است. هم‌چنین، تومانیان و همکاران<sup>۴</sup> (۲۵) با کاربرد دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و طبقه‌بندی جهانی خاک برای طبقه‌بندی خاک‌های گچی

1- Roca and Pazos

2- Rossiter

3- Esfandiarpour *et al.*

4- Toomanian *et al.*

5- Sarmast *et al.*

6- Moazallahi and Farpoor

### بررسی‌های آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن از الک دو میلی متری عبور داده شدند و مقدار اجزاء درشت تر از دو میلی-متر خاک تعیین شد (۲۴). در این پژوهش توزیع اندازه ذرات خاک به روش پیست (۸)، واکنش خاک به روش پتانسیومتری، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک به روش هدایت‌سنجی با دستگاه مدل جن‌وی، مقدار مجموع گچ و انهدیریت خاک به روش استون (۱۲)، مقدار گچ خاک به روش آون (۱)، مقدار انهدیریت از کم کردن مقدار گچ از مجموع مقدار گچ و انهدیریت (۲۷)، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (۱۲)، مقدار کربن آلی به روش اکسیداسیون تر در مجاورت دی کرومات پتاسیم (۱۳) و مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با جایگزینی استات سدیم توسط استات آمونیوم در واکنش ۷ (۳) اندازه‌گیری شدند. مقدار عددی نسبت جذبی سدیم، با استفاده از مقادیر سدیم، کلسیم و منیزیم محلول ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) و بر اساس معادله (۱) محاسبه شد:

$$\text{SAR} = \text{Na} / \sqrt{[(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) / 2]} \quad (1)$$

برای رده‌بندی خاک‌ها از آخرین کلید سامانه رده‌بندی آمریکایی (اداره شناسایی خاک آمریکا، ۲۰۱۴) و آخرین نسخه سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک (کار گروه انجمن بین-المللی علوم خاک، ۲۰۱۵) استفاده شد.

### نتایج و بحث

جدول ۲ برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی خاک‌رخ-های مطالعه شده و جدول ۳ نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی افق‌های خاک مربوط به آن‌ها را نشان می‌دهد. رده‌بندی خاک‌ها با تلفیق نتایج مطالعات مورفولوژیکی و نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی در دو سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) و طبقه‌بندی جهانی خاک (۲۰۱۵) انجام گرفت (جدول ۴).

۲۰۰۰ متری از سطح دریا) و منطقه دو (ارتفاعات بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا) از دو شهرستان بافت و رابر در جنوب غربی استان، منطقه سه از شهرستان‌های جیرفت و عنبرآباد در مرکز و منطقه چهار از رودبار جنوب و قلعه گنج در جنوب استان کرمان انتخاب شدند (شکل ۱). رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک به تفکیک مناطق در جدول ۱ ارائه شده است.

اشکال اراضی پدیمت پوشیده، مخروط افکنه، دشت دامنه‌ای و اراضی پست در منطقه مورد مطالعه در طی مطالعات صحرایی و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی (۱/۵۰۰۰۰)، زمین‌شناسی (۱/۱۰۰۰۰۰) و تصاویر گوگل ارث شناسایی شدند. پس از حفر تعداد ۲۵ خاک‌رخ در سطوح ژئومورفولوژی مختلف در مناطق مطالعاتی مذکور، برای هر سطح از مناطق مختلف، یک خاک‌رخ شاهد به منظور پوشش حداکثری تغییرات خاک (در مجموع ۱۱ خاک‌رخ شاهد) انتخاب شد (شکل ۱). خاک‌رخ‌های ۱ و ۲ در منطقه‌ی یک، خاک‌رخ‌های ۳، ۴، و ۵ در منطقه‌ی دو، خاک‌رخ‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ در منطقه‌ی سه و خاک‌رخ‌های ۱۰ و ۱۱ در منطقه‌ی چهار انتخاب و بر اساس استانداردهای سامانه‌های رده‌بندی خاک، تشریح و از افق‌های ژنتیکی خاک، نمونه‌های لازم تهیه و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافتند (۲۰). نکته قابل تأمل در منطقه سه، تغییر رژیم رطوبتی خاک طی سال‌های نرمال از یوستیک به اریدیک می‌باشد. هر چند رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه جیرفت و عنبرآباد بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (۲)، به ترتیب یوستیک و هایپرترمیک گزارش شده است، اما رژیم رطوبتی خاک‌های این مناطق بر اساس آخرین اطلاعات هواشناسی این مناطق (دوره آماری ۳۰ ساله، ۱۳۹۷-۱۳۶۷) و با توجه به محاسبه سال‌های نرمال تعریف شده در سامانه رده‌بندی آمریکایی<sup>۱</sup> (۲۰۱۴)، توسط نرم‌افزار JNSM<sup>۲</sup> (۲۶) به اریدیک ضعیف تغییر یافت.

1- Soil Survey Staff

2- Java Newhall Simulation Model

جدول (۱) ویژگی‌های محیطی چهار منطقه مطالعاتی  
**Table (1) Environmental characteristics of four sites under study**

مناطق مطالعاتی Study areas	ارتفاع از سطح دریا Elevation above sea level (asl) (m)	مختصات جغرافیایی Geographical coordinates		رژیم رطوبتی رژیم حرارتی خاک Soil moisture regime Soil temperture regime	بررسی تغییرات رژیم رطوبتی خاک در طی سال‌های نرمال در مقایسه با نقشه رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک‌های ایران <sup>(۳)</sup>
		عرض جغرافیایی latitude	طول جغرافیایی Longitude		
منطقه ۱: قسمت کم ارتفاع بافت و رابر Site 1: Low elevation area of Baft and Rabor	کمتر از ۲۰۰۰ < 2000	29° 15'	56° 30'	Mesic	بدون تغییر no change
منطقه ۲: رابر و هنزا Site 2: Hanza and Rabor	بیشتر از ۲۰۰۰ >2000	29° 30'	56° 45'	Mesic	بدون تغییر no change
منطقه ۳: جیرفت و عنبرآباد Site 3: Jiroft and Anbarabad	۹۰۰ تا ۵۰۰ 500 to 900	28° 50'	57° 30'	Hyperthermic	یوستیک به اریدیک ضعیف Ustic to Weak Aridic
منطقه ۴: رودبار جنوب و قلعه گنج Site 4: Roodbar-e-Jonoob and Ghaleganj	۷۰۰ تا ۶۰۰ 600 to 700	28° 10'	58° 00'	Hyperthermic	بدون تغییر no change

1. Changes in soil moisture regime along normal years compared to the map of Iranian soils temprature and moisture regimes (3)

### منطقه یک

خاکرخ اول از منطقه یک در شکل اراضی پدیمت پوشیده حفر گردید. در طی مطالعات میدانی و تجزیه‌های آزمایشگاهی، افق‌های آرجیلیک<sup>۱</sup>، ناتریک<sup>۲</sup> و کلسیک<sup>۳</sup> در این خاکرخ شناسایی شدند (جدول ۳). این خاک در ساختار سلسله مراتبی<sup>۴</sup> سامانه رده‌بندی آمریکایی در زیر گروه تیپیک ناتر آرجیدز<sup>۵</sup> و در ساختار سلسله مراتبی سامانه طبقه‌بندی جهانی در گروه مرجع<sup>۶</sup> کلسیک سولوتنز<sup>۷</sup> رده‌بندی شد (جدول ۴). رده‌بندی آمریکایی توجه بیشتر به افق آرجیلیک و ناتریک نسبت به افق کلسیک داشته اما طبقه‌بندی جهانی توجه بیشتر به افق ناتریک سپس کلسیک و در نهایت آرجیک دارد. از طرفی، سامانه رده‌بندی آمریکایی نسبت به سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک در نام‌گذاری این نوع خاک دارای نقص می‌باشد، چون نام‌گذاری این خاک تا سطح زیر گروه به وجود افق کلسیک در ۱۰۰ سانتی‌متری خاک توجه نشده است. برای هماهنگی این دو سامانه رده‌بندی،

افزایش شدن زیر گروه کلسیک ناتر آرجیدز<sup>۸</sup> به گروه بزرگ ناتر آرجیدز<sup>۹</sup> پیشنهاد می‌گردد. از طرفی با توجه به میزان بیش از ۵۰ درصد کربنات کلسیم معادل در این خاک، به نظر می‌رسد افزودن توصیف‌کننده هایپرکلسیک<sup>۱۱</sup> به سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک مؤثر باشد.

خاکرخ دوم از منطقه یک در سطح پدیمت پوشیده واقع گردیده است. در این خاکرخ افق‌های کلسیک و آرجیلیک شناسایی گردید. رده‌بندی این خاک در سامانه رده‌بندی آمریکایی و سامانه طبقه‌بندی جهانی به ترتیب به صورت تیپیک کلسی آرجیدز<sup>۱۱</sup> و لوویک کلسی سولنز<sup>۱۲</sup> می‌باشد (جدول ۴). در هر دو سامانه در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری از سطح خاک به دو افق کلسیک و آرجیلیک توجه شده است اما اولویت زیررده آرجیدز<sup>۱۳</sup> به کلسیدز<sup>۱۴</sup>، در سامانه رده‌بندی آمریکایی حاکی از اهمیت بیشتر رس تجمعی<sup>۱۵</sup> نسبت به تجمع کربنات کلسیم می‌باشد.

8- Calcic Natrargids

9- Natrargids

10- Hypercalcic qualifier

11- Typic Calcargids

12- Luvic Calcisols

13- Argids

14- Calcids

15- Illuviated clay

1- Argillic horizon

2- Natric horizon

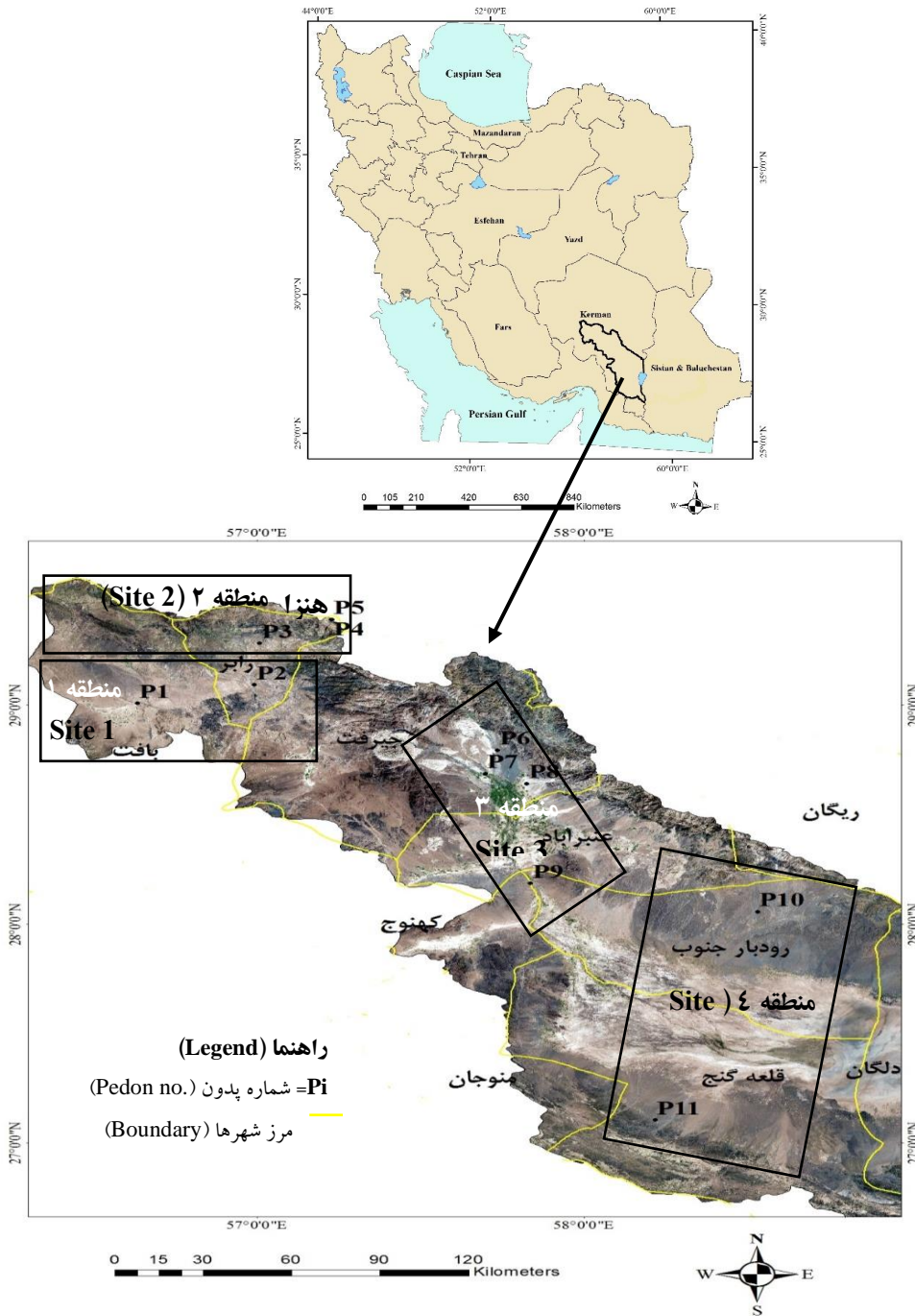
3- Calcic horizon

4- Category level

5- Typic Natrargids

6- Reference Soil Group (RSG)

7- Calcic Solonetz



شکل (۱) موقعیت مناطق مورد مطالعه به همراه محل حفر خاک‌های شاهد  
 Figure (1) Location of the study area along with the place of representative pedons

## منطقه دو

خاکرخ سوم از منطقه دو در سطح پدیمت پوشیده واقع شده و مانند خاکرخ دوم دارای افق‌های کلسیک و آرجلیک می‌باشد (جدول ۳). رده‌بندی این خاک در سامانه طبقه‌بندی جهانی مشابه رده‌بندی خاکرخ دوم بوده، اما رده‌بندی آن در سامانه رده‌بندی آمریکایی با خاکرخ دوم متفاوت است (جدول ۴). دلیل این تناقض به خاطر تفاوت در رژیم رطوبتی خاک است. خاکرخ دوم و سوم به ترتیب در رژیم‌های رطوبتی اریدیک و زیریک واقع شده‌اند (جدول ۱). از طرفی، با توجه به این که افق کلسیک در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری از سطح خاک قرار گرفته اما در سامانه رده‌بندی آمریکایی در سطح گروه بزرگ قرار نمی‌گیرد، لذا توصیه می‌گردد گروه بزرگ کلسی‌زرآلفز<sup>۱</sup> در نام‌گذاری سامانه رده‌بندی آمریکایی خاک‌ها مورد توجه قرار گیرد.

خاکرخ چهارم از منطقه دو در شکل اراضی دشت دامنه‌ای<sup>۲</sup> حفر گردید و دارای افق‌های سطحی مالیک<sup>۳</sup> و زیرسطحی کمییک<sup>۴</sup> می‌باشد (جدول ۳). در سامانه رده‌بندی آمریکایی به صورت تیپیک هاپلوزرآلز<sup>۵</sup> و در سامانه سامانه طبقه‌بندی جهانی به صورت کمییک فائوزمز<sup>۶</sup> نام‌گذاری گردید (جدول ۴). به نظر می‌رسد هر دو سامانه رده‌بندی قادر به نام‌گذاری این خاک می‌باشند.

خاکرخ پنجم از منطقه دو در سطح اراضی پست واقع شده و دارای افق سطحی هیستیک<sup>۷</sup>، افق زیرسطحی کمییک و ویژگی گلییک<sup>۸</sup> می‌باشد (جدول ۳). نام‌گذاری این خاک در سامانه رده‌بندی آمریکایی و سامانه طبقه‌بندی جهانی به ترتیب به صورت هیستیک هیوم‌اکوپتز<sup>۹</sup> و یوتریک گلییک هیستیک کمیوسول<sup>۱۰</sup> می‌

می‌باشد (جدول ۴). سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌ها در نام‌گذاری این خاک، دارای اهمیت بیشتری می‌باشد.

## منطقه سه

خاکرخ ششم از منطقه سه در سطح پدیمت پوشیده در منطقه جیرفت حفر گردید. نکته قابل تأمل در این منطقه تغییر رژیم رطوبتی خاک می‌باشد که در گذشته بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (۲) به صورت یوستیک اما بر اساس تعریف سال‌های نرمال، رژیم رطوبتی خاک منطقه به اریدیک ضعیف تغییر کرده است (جدول ۱). بر اساس سامانه رده‌بندی آمریکایی، سال نرمال به سالی گفته می‌شود که؛ (۱) بارش سالیانه  $+/-$  یک انحراف معیار از میانگین بارش سالیانه بلند مدت (۳۰ سال یا بیشتر)، و (۲) میانگین بارش ماهانه که  $+/-$  یک انحراف معیار از بارش بلند مدت ماهانه به مدت ۸ ماه از ۱۲ ماه متفاوت است (۲۲). اصطلاح سال نرمال جایگزین اصطلاحاتی مانند "بیشتر سال‌ها و ۶ سال از ۱۰ سال"، که در نسخه سابق رده‌بندی خاک استفاده می‌شده، گردیده است (۲۱). این تغییر باعث تفاوت در نام‌گذاری این خاک در سامانه رده‌بندی آمریکایی شده که از کلسیک هاپلویوستالفز<sup>۱۱</sup> به کلسیک آرجی-جیسیدز<sup>۱۲</sup> تغییر کرده (جدول ۴)، اما با توجه به اینکه سامانه طبقه‌بندی جهانی، تابع اقلیم نمی‌باشد، نام‌گذاری این خاک تغییری نکرده است.

- 1- Calcixeralfs
- 2- Piedmont plain
- 3- Mollic epipedon
- 4- Cambic subsurface horizon
- 5- Typic Haploxerolls
- 6- Cambic Phaeozems
- 7- Histic horizon
- 8- Gleyic horizon
- 9- Histic Humaquepts

- 10- Eutric Gleyic Histic Cambisols
- 11- Calcic Haplustalfs
- 12- Calcic Argigypsid



جدول (۲) برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی خاک‌های مورد مطالعه  
Table(2) Selected morphological properties of studied pedons

مطابق مورد مطالعه The study area	افق Horizon	عمق Depth (cm)	مرز افق Boundaries <sup>1</sup>	رنگ Color		پایداری Consistency <sup>2</sup>		ساختار Structure <sup>3</sup>	میزان جوشش Effervescence <sup>4</sup>	پوشش‌ها Concentrations <sup>5</sup>
				خشک dry	مرطوب moist	خشک dry	مرطوب moist			
مطابق (1) (Site 1)	Pedon1	Mantled pediment	1997 m above sea level							
	A	0-5	A, S	10YR 6/4	10YR 4/4	SH	VFR	2 m abk	ST, H2	FDC, TOT
	Btk1	5-35	G, S	7.5YR 6/4	7.5YR 4/4	MH	FR	2 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	Btk2	35-72	C, S	10YR 6/4	10YR 4/4	MH	FR	2 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	C	72-78	A, S	10YR 6/4	10YR 4/4	S	L	sg	ST, H2	FDC, TOT
	2Btk	78-100	C, S	10YR 7/4	10YR 5/4	MH	FR	2 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	2Btkk1	100-135	G, S	10YR 8/3	10YR 7/3	HA	FI	2 m abk	VE, H2	m, 2, CAN, MAT
	2Btkk2	135-185	-	10YR 8/3	10YR 7/3	HA	FI	2 m abk	HE, H2	m, 2, CAN, MAT
	Pedon2	Mantled pediment	1805 m above sea level							
	A	0-15	A, S	2.5YR 6/6	2.5YR 4/4	S	L	1 f abk	ST, H2	FDC, TOT
	Bk	15-40	C, S	2.5YR 6/6	2.5YR 4/4	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	Btk1	40-70	G, S	2.5YR 6/6	2.5YR 4/4	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	Btk2	70-105	C, S	2.5YR 6/6	2.5YR 4/4	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	Ck	105-115	C, S	2.5YR 6/6	2.5YR 4/4	S	L	sg	ST, H2	c, 1, CAN, MAT
2Btk	115-145	C, S	2.5YR 6/6	2.5YR 4/4	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT	
2Bk	145-170	-	2.5YR 6/6	2.5YR 4/4	SH	FR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT	
مطابق (2) (Site 2)	Pedon3	Mantled pediment	2247 m above sea level							
	A	0-13	A, S	10YR 8/2	10YR 7/2	S	L	1 f abk	ST, H2	FDC, TOT
	Btk	13-45	C, S	10YR 7/3	10YR 4/3	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	Ck	45-85	C, S	10YR 7/4	10YR 5/4	S	L	1 f abk	ST, H2	c, 1, CAN, MAT
	C	85-105	C, S	10YR 7/3	10YR 5/3	L	L	sg	SL, H2	FDC, TOT
	2Btk	105-145	C, S	10YR 7/4	10YR 6/4	MH	FR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	2Bk1	145-175	G, S	10YR 7/2	10YR 6/2	MH	FR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	2Bk2	175-215	-	10YR 8/3	10YR 5/3	MH	FR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	Pedon4	Piedmont plain	3604 m above sea level							
	A	0-20	A, S	10YR 4/3	10YR 2/2	SH	FR	2 m gr	NE, H2	-
	Bw1	20-45	C, S	10YR 5/4	10YR 3/3	SH	VFR	1 f abk	VS, H2	-
	Bw2	45-80	G, S	10YR 5/4	10YR 3/3	SH	VFR	1 f abk	VS, H2	-
	Bw3	80-100	C, S	10YR 5/3	10YR 3/3	SH	VFR	1 f abk	VS, H2	-
	C	100-140	-	10YR 7/6	10YR 5/6	S	L	1 f abk	VS, H2	-
Pedon5	Low land	3590 m above sea level								
Oe	0-20	A, W	10YR 2/2	10YR 2/1	MH	FR	2 m gr	NE, H2	RSB, TOT	
A	20-40	C, S	10YR 5/2	10YR 3/2	HA	FR	1 m gr	NE, H2	-	
Bg1	40-75	G, S	10YR 7/1	10YR 5/1	VH	VFI	2 m abk	NE, H2	-	
Bg2	75-105	-	10YR 7/4	10YR 4/4	VH	VFI	2 m abk	NE, H2	-	
مطابق (3) (Site 3)	Pedon6	Mantled pediment	897 m above sea level							
	A	0-20	A, W	10YR 7/4	10YR 5/2	S	L	1 f abk	ST, H2	FDC, TOT
	Btk	20-55	C, S	10YR 7/4	10YR 4/4	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	2By1	55-85	G, S	10YR 7/2	10YR 5/2	S	L	1 f abk	SL, H2	m, 2, GYX, BRF
	2By2	85-135	-	10YR 7/2	10YR 5/2	S	L	1 f abk	SL, H2	c, 2, GYX, BRF
	Pedon7	Mantled pediment	860 m above sea level							
	A	0-20	A, S	10YR 7/3	10YR 3/3	HA	FR	1 m abk	ST, H2	FDC, TOT
	Btm1	20-65	G, S	10YR 6/3	10YR 4/3	HA	FI	2 m abk	ST, H2	FDC, TOT
	Btm2	65-80	G, S	10YR 7/3	10YR 4/3	HA	FI	2 m abk	ST, H2	FDC, TOT
	Btm3	80-125	C, S	10YR 7/4	10YR 4/4	HA	FI	2 m abk	ST, H2	FDC, TOT
	C	125-140	C, W	10YR 7/3	10YR 3/3	S	L	sg	ST, H2	FDC, TOT
	2Btk	140-170	C, S	7.5YR 5/4	7.5YR 3/4	MH	FR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT
	2Ck	170-200	-	10YR 6/4	10YR 4/4	S	L	1 f abk	ST, H2	c, 1, CAN, MAT
	Pedon8	Alluvial fan	700 m above sea level							
A	0-15	A, S	10YR 7/2	10YR 5/2	S	L	1 f abk	VE, H2	FDC, TOT	
C1	15-45	C, S	10YR 7/2	10YR 5/2	L	L	sg	VE, H2	-	
C2	45-75	C, S	10YR 8/2	10YR 6/2	L	L	sg	VE, H2	FDC, TOT	
C3	75-110	C, S	10YR 7/2	10YR 5/2	L	L	sg	VE, H2	FDC, TOT	
C4	110-145	-	10YR 7/2	10YR 5/2	L	L	sg	VE, H2	FDC, TOT	
Pedon9	Mantled pediment	580 m above sea level								
A	0-20	A, S	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	S	L	1 f abk	ST, H2	FDC, TOT	
Bk1	20-60	G, S	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT	
Bk2	60-110	C, S	10YR 6/4	10YR 5/4	SH	VFR	1 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT	
By1	110-135	G, S	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	S	L	1 f abk	SL, H2	c, 2, GYX, BRF	
By2	135-180	G, S	7.5YR 7/3	7.5YR 5/3	S	L	1 f abk	SL, H2	m, 2, GYX, BRF	
By3	180-240	-	7.5YR 6/4	7.5YR 5/4	S	L	1 f abk	ST, H2	m, 2, GYX, BRF	
مطابق (4) (Site 4)	Pedon10	Mantled pediment	615 m above sea level							
	A	0-10	A, W	10YR 5/4	10YR 4/4	S	L	1 f abk	SL, H2	FDC, TOT
	By1	10-25	C, W	2.5Y 7/4	2.5Y 5/4	SH	VFR	2 f abk	SL, H2	m, 2, GYM, MAT
	By2	25-50	G, S	10YR 7/3	10YR 6/3	S	L	1 f abk	VS, H2	m, 2, GYX, BRF
	By3	50-80	G, S	10YR 7/4	10YR 5/4	S	L	1 f abk	VS, H2	m, 2, GYX, BRF
	By4	80-120	C, S	10YR 6/4	10YR 4/4	S	L	1 f abk	VS, H2	m, 2, GYX, BRF
	Bym	120-150	C, S	10YR 6/4	10YR 4/4	R	R	m	VS, H2	-
	By	150-180	-	7.5YR 5/4	7.5YR 4/4	S	L	1 f abk	VS, H2	m, 2, GYX, BRF
	Pedon11	Alluvial fan	680 m above sea level							
	A	0-30	A, S	10YR 6/3	10YR 5/3	S	L	1 f abk	SL, H2	FDC, TOT
Btk	30-70	C, S	10YR 5/4	10YR 4/4	MH	FR	2 m abk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT	
Bk	70-110	C, S	10YR 6/4	10YR 4/4	SH	VFR	1 m sbk	ST, H2	c, 2, CAN, MAT	
Bkm	110-150	-	10YR 5/4	10YR 4/4	EH	SR	m	ST, H2	m, 4, CAC, TOT	

<sup>1</sup>Boundary: distinctness (A: abrupt, C: clear, G: gradual); topography (S: smooth, W: wavy); <sup>2</sup>Consistency: dry (L: loose, S: soft, SH: slightly hard, MH: moderately hard, HA: hard, EM: extremely hard); moist (L: loose, VFR: very friable, FR: friable, FI: firm, VFI: very firm); <sup>3</sup>Structure: grade (1: weak, 2: moderate); size (f: fine, m: medium); type (abk: angular blocky, sbk: subangular blocky, gr: granular, sg: single grain, m: massive); <sup>4</sup>Effervescence: class (NE: Noneffervescent, SL: slightly effervescent, VS: very slightly effervescent, ST: strongly effervescent, VE: Violently Effervescent); chemical agent (H2: normal hydrochloric acid); <sup>5</sup>Concentrations: quantity (c: common, m: many); size (1: fine, 2: medium, 4: very coarse); kind (FDC: finely disseminated carbonates, CAM: carbonatemas, GYM: gypsum masses, CAN: carbonate nodules, GYX - gypsum crystals, CAN: carbonate nodules); location (MAT: in thematrix (not associated with peds/pores), TOT: throughout, BRF - on bottom of rock fragments).

جدول (۳) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه  
 Table(3) Selected physical and chemical properties of studied pedons

منطقه مورد مطالعه The study area	افق Horizon	عمق Depth (cm)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	RF (%)	بافت خاک Textural Class	pH	ECe (dS m <sup>-1</sup> )	CCE (%)		گچ Gypsum (%)	انهدریت Anhydrite (%)	کربن آلی OC (%)	SAR (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0.5</sup>	CEC (cmol kg <sup>-1</sup> )		
										≤2 mm	<0.002 mm							
منطقه (1) ۱	Pedon1 Mantled pediment 1997 m above sea level																	
	A	0-5	37.1	41.3	21.6	1	L	8.0	0.5	26.5	1.0	ng*	ng	0.4	0.5	13.2		
	Btk1	5-35	23.1	39.3	37.6	0	CL	8.3	1.2	28.7	1.1	ng	ng	0.3	6.2	19.8		
	Btk2	35-72	25.1	35.3	39.6	0	CL	7.8	5.6	28.2	1.3	ng	ng	0.3	11.9	20.8		
	C	72-78	57.1	17.3	25.6	19	SCL	7.8	5.5	19.5	0.7	ng	ng	0.1	12.9	12.9		
	2Btk	78-100	41.1	27.3	31.6	0	CL	7.9	4.7	22.2	1.0	ng	ng	0.1	15.2	15.2		
	2Btkk1	100-135	1.1	53.3	45.6	0	SiC	8.3	2.8	51.2	3.0	ng	ng	0.1	15.5	25.1		
	2Btkk2	135-185	0.0	58.4	41.6	0	SiC	8.2	3.3	50.7	4.0	ng	ng	0.1	13.8	22.3		
	Pedon2 Mantled pediment 1805 m above sea level																	
	A	0-15	47.1	35.8	17.1	3	L	7.7	0.7	26.5	0.7	ng	ng	0.3	1.9	9.6		
	Bk	15-40	43.1	37.8	19.1	7	L	7.8	0.7	26.5	0.5	ng	ng	0.2	2.3	11.2		
	Btk1	40-70	35.1	39.8	25.1	12	L	7.7	1.0	26.0	0.5	ng	ng	0.1	2.2	12.9		
	Btk2	70-105	33.1	43.8	23.1	11	L	7.8	1.0	25.7	0.7	ng	ng	0.1	2.9	11.7		
	Ck	105-115	45.1	33.8	21.1	22	L	7.8	1.2	28.2	1.0	ng	ng	0.1	2.5	10.8		
	2Btk	115-145	35.1	37.8	27.1	13	CL	7.8	1.0	24.7	0.6	ng	ng	0.1	3.1	13.1		
	2Bk	145-170	55.1	25.8	19.1	12	SL	7.9	0.8	28.2	0.7	ng	ng	0.1	3.4	9.8		
	منطقه (2) ۲	Pedon3 Mantled pediment 2247 m above sea level																
		A	0-13	39.1	39.3	21.6	6	L	7.2	1.4	48.5	2.5	ng	ng	0.5	1.5	15.8	
		Btk	13-45	35.1	37.3	27.6	34	CL	7.9	0.9	26.2	1.1	ng	ng	0.6	2.0	14.9	
		Ck	45-85	71.1	13.3	15.6	58	SL	7.8	0.8	17.7	0.5	ng	ng	0.3	2.3	14.2	
C		85-105	77.1	9.3	13.6	66	SL	7.6	0.6	14.0	0.2	ng	ng	0.2	2.4	13.2		
2Btk		105-145	7.1	65.3	27.6	0	SiCL	7.7	0.6	15.0	0.2	ng	ng	0.1	2.5	22.8		
2Bk1		145-175	23.1	58.6	18.3	0	SiL	8.0	0.7	24.0	0.5	ng	ng	0.1	3.0	27.1		
2Bk2		175-215	11.1	68.6	20.3	0	SiL	7.9	0.7	44.2	1.7	ng	ng	0.1	3.4	22.8		
Pedon4 Piedmont plain 3604 m above sea level																		
A		0-20	15.1	46.6	38.3	2	SiCL	6.5	1.2	2.0	ng	ng	ng	3.5	1.1	44.9		
Bw1		20-45	19.1	50.6	30.3	7	SiCL	6.0	0.7	1.0	ng	ng	ng	1.2	1.6	26.3		
Bw2		45-80	27.1	48.6	24.3	18	L	6.4	0.5	0.7	ng	ng	ng	0.7	1.4	25.4		
Bw3		80-100	11.1	52.6	36.3	23	L	6.5	0.4	1.7	ng	ng	ng	0.9	1.4	21.9		
C		100-140	37.1	44.6	18.3	46	L	6.6	0.5	1.2	ng	ng	ng	0.5	1.6	23.7		
Pedon5 Low land 3590 m above sea level																		
Oe	0-20	25.1	51.1	23.8	0	SiL	5.6	1.5	1.0	ng	ng	ng	16.0	1.0	74.8			
A	20-40	45.1	24.6	30.3	23	SCL	5.8	0.8	1.0	ng	ng	ng	2.3	1.1	41.1			
Bg1	40-75	53.1	16.6	30.3	27	SCL	5.8	0.5	0.5	ng	ng	ng	1.4	1.4	25.5			
Bg2	75-105	65.1	14.6	20.3	18	SCL	5.1	0.6	0.7	ng	ng	ng	0.5	2.0	20.7			
منطقه (3) ۳	Pedon6 Mantled pediment 897 m above sea level																	
	A	0-20	75.7	12.9	11.4	43	SL	7.6	2.7	15.5	0.5	ng	ng	0.2	1.0	8.1		
	Btk	20-55	70.7	14.9	14.4	34	SL	8.0	1.1	16.5	0.6	0.7	ng	0.2	1.4	10.1		
	2By1	55-85	89.7	1.9	8.4	69	S	8.0	1.3	14.5	0.5	5.2	ng	0.2	2.4	6.3		
	2By2	85-135	90.7	2.9	6.4	60	S	8.2	1.4	10.0	0.2	5.5	ng	0.3	1.2	5.9		
	Pedon7 Mantled pediment 860 m above sea level																	
	A	0-20	51.4	17.0	31.6	5	SC	7.6	1.6	20.0	0.7	ng	ng	ng	4.7	16.6		
	Btn1	20-65	41.4	16.0	42.6	0	C	7.6	8.2	19.5	0.6	ng	ng	0.1	16.5	22.2		
	Btn2	65-80	40.4	18.0	41.6	0	C	7.5	5.9	19.7	0.5	ng	ng	0.1	14.1	21.6		
	Btn3	80-125	39.4	20.0	40.6	0	C	7.6	5.2	20.5	0.5	ng	ng	0.1	13.3	21.0		
	C	125-140	79.4	9.0	11.6	84	SL	7.8	2.4	20.2	0.5	ng	ng	0.1	5.7	7.1		
2Btk	140-170	61.4	15.0	23.6	52	SCL	7.8	2.0	20.5	0.5	ng	ng	0.1	5.1	12.7			
2Ck	170-200	85.4	6.0	8.6	72	SL	7.9	1.3	21.2	0.5	ng	ng	0.1	2.5	5.4			
Pedon8 Alluvial fan 700 m above sea level																		
A	0-15	91.4	3.0	5.6	40	S	8.1	0.5	4.0	ng	ng	ng	0.5	1.0	nd			
C1	15-45	95.4	1.0	3.6	50	S	8.2	0.3	0.5	ng	ng	ng	3.0	0.3	nd			
C2	45-75	96.4	1.0	2.6	51	S	8.2	0.3	6.5	ng	ng	ng	0.1	0.2	nd			
C3	75-110	97.4	1.0	1.6	53	S	8.2	0.3	4.0	ng	ng	ng	0.1	0.2	nd			
C4	110-145	97.1	1.0	1.9	74	S	7.9	0.3	3.7	ng	ng	ng	0.1	0.2	nd			
Pedon9 Mantled pediment 580 m above sea level																		
A	0-20	46.0	34.7	19.3	35	L	7.3	2.3	28.0	1.2	ng	ng	0.2	5.1	12.3			
Bk1	20-60	48.0	32.7	19.3	46	L	7.5	2.9	18.0	1.0	ng	ng	0.1	4.0	11.1			
Bk2	60-110	50.6	33.4	16.0	47	L	7.4	2.5	21.0	1.0	2.1	ng	0.2	1.9	9.3			
By1	110-135	55.3	33.4	11.3	54	SL	7.5	1.2	13.0	ng	5.5	ng	0.1	1.9	7.7			
By2	135-180	70.0	22.0	8.0	54	SL	7.4	4.2	15.0	ng	27.6	ng	0.1	2.2	5.6			
By3	180-240	70.0	18.0	12.0	46	SL	7.4	4.7	11.0	ng	29.4	ng	0.1	3.7	8.1			
منطقه (4) ۴	Pedon10 Mantled pediment 615 m above sea level																	
	A	0-10	67.1	16.6	16.3	55	SL	7.4	8.0	11.7	0.5	0.6	3.8	0.1	4.3	10.4		
	By1	10-25	79.1	10.6	10.3	49	SL	7.5	4.8	8.7	ng	0.8	13.4	0.1	3.0	7.3		
	By2	25-50	81.8	6.6	11.6	45	LS	7.6	2.9	4.2	ng	23.0	2.7	ng	1.1	7.9		
	By3	50-80	81.8	8.6	9.6	56	LS	7.6	2.9	3.5	ng	14.1	ng	0.1	1.3	6.7		
	By4	80-120	79.8	6.6	13.6	56	SL	7.7	2.9	3.0	ng	14.1	ng	0.1	1.3	9.1		
	Bym	120-150	81.8	4.6	13.6	76	SL	7.4	3.0	4.2	ng	17.3	ng	0.1	1.4	9.0		
	By	150-180	81.8	4.6	13.6	54	SL	7.6	3.0	3.2	ng	5.5	ng	0.1	1.5	9.0		
	Pedon11 Alluvial fan 680 m above sea level																	
	A	0-30	89.8	4.0	6.2	50	S	8.0	0.6	8.7	0.2	0.1	ng	0.2	4.2	5.3		
	Btk	30-70	77.8	12.0	10.2	48	SL	7.7	0.5	15.5	0.5	0.1	ng	0.1	7.9	7.4		
Bk	70-110	75.8	14.0	10.2	60	SL	8.1	0.7	18.0	0.7	0.2	ng	0.1	7.2	6.7			
Bkm	110-150	87.8	4.4	8.2	69	LS	7.9	0.9	22.7	1.0	0.1	ng	0.7	6.1	4.8			

RF: قطعات سنگی (rock fragments)؛ CCE: کربنات کلسیم معادل (calcium carbonate equivalent)؛ SAR: نسبت جذبی سدیم (sodium adsorption ratio)؛ ECe: ظرفیت تبادل کاتیونی (cation exchange capacity)؛ ECe: هدایت الکتریکی عصاره اشباع (electrical conductivity of saturated extract)؛ ng\*: negligible (ناچیز)

ناتریوستالفز<sup>۶</sup> و تیپیک ناترآرجیدز نامگذاری گردید (جدول ۴).

خاکرخ هشتم از منطقه سه یک خاک آبرفتی جوان در سطح مخروطافکنه منطقه جیرفت انتخاب گردید که مانند خاکرخ‌های ششم و هفتم، در این منطقه نیز تغییر اقلیم اتفاق افتاده و رژیم رطوبتی خاک طی سال‌های نرمال از یوستیک به اریدیک ضعیف تغییر کرده (جدول ۱)، این موضوع باعث تغییر در نام‌گذاری خاک بر اساس سامانه رده‌بندی آمریکایی شده است. در حالی که سامانه طبقه‌بندی جهانی برای نام‌گذاری این خاک بدون تغییر می‌باشد. به‌طور کلی، برای نام‌گذاری خاک‌های جوان، سامانه طبقه‌بندی جهانی با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌ها (توصیف‌کننده یرمیک<sup>۷</sup> نشان‌دهنده سنگ‌فرش بیابانی)، نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی مناسب‌تر است. لذا واژه سنگ‌فرش بیابانی به-عنوان مواد مشخصه برای سامانه رده‌بندی آمریکایی توصیه شده تا در نام‌گذاری این خاک تا سطح زیرگروه مورد توجه قرار گیرد.

خاکرخ نهم از منطقه سه که در سطح پدیمت پوشیده در منطقه عنبرآباد انتخاب شده، مانند خاکرخ‌های ششم، هفتم و هشتم با تغییر اقلیم روبه‌رو بوده و رژیم رطوبتی خاک از یوستیک به اریدیک ضعیف تغییر کرده (جدول ۱)، این تغییر رژیم رطوبتی باعث تغییر در نام‌گذاری خاک بر اساس سامانه رده‌بندی آمریکایی شده است (جدول ۴). این خاک دارای افق‌های کلسیک و جیسیک می‌باشد (جدول ۳). افق جیسیک با توجه به اینکه در ۱۵۰ سانتی-متری از سطح خاک قرار گرفته در نام‌گذاری هیچ یک از دو سامانه رده‌بندی مورد توجه قرار نگرفته است. اسفندیارپور و همکاران (۵) چنین نقضی را به سامانه رده-بندی آمریکایی (۲۰۱۰) وارد دانسته‌اند. این یک نقص جدی است، به‌خصوص اگر از خاک‌ها برای کشت گیاهان با ریشه بلند یا برای فعالیت‌های باغبانی استفاده شود. لذا توصیه می‌گردد به حضور افق جیسیک در ۱۵۰ سانتی‌متری

در خاکرخ ششم بر اساس مشاهدات صحرائی و آنالیزهای آزمایشگاهی، افق‌های کلسیک، آرجیلیک و جیسیک<sup>۱</sup> شناسایی شدند (جدول ۳). در سامانه رده‌بندی آمریکایی بر اساس رژیم رطوبتی یوستیک تمامی افق‌های ذکر شده در نام‌گذاری وارد نشده، اما این سامانه نام‌گذاری در رژیم رطوبتی اریدیک عملکرد بهتری دارد. در صورتی که سامانه طبقه‌بندی جهانی از تمامی این افق‌ها استفاده کرده و این خاک به صورت اسکلتیک لوویک کلسیک جیسی سول<sup>۲</sup> نام‌گذاری شد (جدول ۴). بنابراین با توجه به تنوع توصیف‌کننده‌ها در سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک، کارایی این سامانه در نام‌گذاری این خاک بیشتر می‌باشد. برای مثال، توصیف‌کننده هایپوجیسیک<sup>۳</sup> نشان‌دهنده میزان گچ می‌باشد. توجه به میزان گچ در مدیریت خاک نقش مهمی دارد، لذا این مزیت دیگر سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک است. از طرفی به فرض عدم تغییر رژیم رطوبتی خاک، سامانه رده‌بندی آمریکایی به افق جیسیک در هیچ یک از سطوح رده‌بندی توجه نکرده است. لذا اضافه نمودن گروه بزرگ جیسی سولتالفز<sup>۴</sup> به رده‌بندی خاک آمریکایی آمریکایی برای نام‌گذاری این نوع خاک پیشنهاد می‌گردد. خاکرخ هفتم از منطقه سه در منطقه باستانی دقینوس حفر شده که مشابه خاکرخ ششم است. خاک این منطقه در گذشته دارای رژیم رطوبتی یوستیک (۲)، اما طی تعریف سال نرمال به رژیم رطوبتی اریدیک ضعیف تغییر یافته است (جدول ۱). به مانند خاکرخ ششم سامانه رده‌بندی جهانی چون تابع اقلیم نمی‌باشد، در نام‌گذاری دارای ثبات بوده و با تغییر اقلیم تغییر نمی‌کند. در این خاکرخ افق‌های ناتریک، کلسیک و آرجیلیک شناسایی شد (جدول ۳). رده‌بندی این خاک در سامانه طبقه‌بندی جهانی به صورت هایپلیک سولونتر<sup>۵</sup> و در سامانه رده‌بندی آمریکایی در رژیم رطوبتی یوستیک و اریدیک ضعیف به ترتیب تیپیک

1- Gypsic horizon

2- Skeletic Luvis Calcic Gypsisols

3- Hypogypsic qualifier

4- Gypsiustalfs

5- Haplic Solonetz

6- Typic Natrustalfs

7- Yermic qualifier

پتروکلسیک<sup>۹</sup> می‌باشد (جدول ۳). بر خلاف نام‌گذاری خاک دهم که به افق پتروچیسیک در عمق ۱۵۰ سانتی-متری از سطح خاک توجه نشده بود اما در این خاک به افق پتروکلسیک در ۱۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک توجه شده و در نام‌گذاری سامانه رده‌بندی آمریکایی وارد شده است. هر چند سامانه رده‌بندی آمریکایی به واژه پتريک در عمق ۲۰۰ سانتی‌متری از سطح خاک توجه کرده، اما سامانه طبقه‌بندی جهانی به آن توجه نکرده، لذا پیشنهاد می‌گردد به نقش محدودکنندگی این افق در عمق ۱۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک در سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک توجه شود. پژوهش حاضر نیز تأکید می‌گردد.

ذرات درشت از جمله ترکیبات خاک هستند که به خوبی در هر دو سیستم توصیف شده‌اند. واژه اسکلتال<sup>۱۰</sup> (حداقل ۳۵ درصد ذرات درشت) در کلاس اندازه ذرات در سطح فامیل سیستم رده‌بندی آمریکایی و توصیف‌کننده اسکلتیک<sup>۱۱</sup> (حداقل ۴۰ درصد ذرات درشت) در سیستم طبقه‌بندی جهانی مورد استفاده قرار گرفته است. جلای بیابانی که روی سطح تمام خاک‌های مناطق سه و چهار (به جز بدون هفت) شکل گرفته است، از جمله ویژگی‌های بیوشیمیایی بی‌نظیر مناطق خشک و نیمه‌خشک است. با استفاده از توصیف‌کننده یرمیک<sup>۱۲</sup>، سیستم طبقه‌بندی جهانی قادر به توصیف این ویژگی در مقایسه با سیستم رده‌بندی آمریکایی می‌باشد. از طرفی، کلاس‌های ظرفیت تبادل کاتیونی و کانی‌شناسی رس در سطح فامیل سیستم رده‌بندی آمریکایی برای اهداف مدیریتی در نظر گرفته شده است (۱۱)، اما به‌طور مستقیم برای سیستم رده‌بندی آمریکایی در نظر گرفته نشده است که می‌تواند به‌عنوان یک مزیت نسبی سیستم رده‌بندی آمریکایی در مقایسه با سیستم طبقه‌بندی جهانی در نظر گرفته شود.

از سطح خاک در دو سامانه مذکور توجه شود. در این راستا، اضافه شدن زیرگروه جدید جیسیک کلسی-یوستالفز<sup>۱</sup> و گروه بزرگ جدید جیسی کلسیدز<sup>۲</sup> به سامانه رده‌بندی آمریکایی پیشنهاد می‌شود.

#### منطقه چهار

خاک‌رخ دهم از منطقه چهار در سطح پدیمت پوشیده واقع شده است. در این خاک‌رخ افق‌های جیسیک، انهیدریتیک و پتروچیسیک<sup>۳</sup> شناسایی گردید (جدول ۳). با توجه به اینکه افق انهیدریتیک<sup>۴</sup> در سامانه طبقه‌بندی جهانی مورد توجه قرار نگرفته است، لذا اضافه نمودن این افق به مجموعه افق‌های موجود در سامانه مزبور پیشنهاد می‌گردد. با وجود این که سامانه رده‌بندی آمریکایی به این افق توجه کرده اما در نام‌گذاری این خاک وارد نشده و نام‌گذاری این خاک به‌صورت تپیک هاپلوچیسیدز<sup>۵</sup> می‌باشد (جدول ۴). از طرفی، افق پتروچیسیک به‌عنوان یک عامل محدودکننده در ۱۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک، در سامانه رده‌بندی آمریکایی مورد توجه قرار نگرفته است. لذا زیرگروه‌های انهیدریتیک هاپلوچیسیدز<sup>۶</sup>، انهیدریتیک پتروچیسیدز<sup>۷</sup> و تپیک پتروچیسیدز<sup>۸</sup> برای نام‌گذاری این خاک پیشنهاد می‌گردند. همچنین عدم توجه سامانه رده‌بندی آمریکایی در انتخاب علامت اختصاری (پسوندها) مستقل برای افق انهیدریتیک نسبت به افق جیسیک باعث گمراهی کاربران این سامانه شده که پیشنهاد می‌شود به‌جای علامت‌های By و Byy از علامت اختصاری دیگری برای افق انهیدریتیک استفاده شود. سرمست و همکاران (۱۸) علامت‌های اختصاری Ba و Baa را برای افق انهیدریتیک توصیه کردند که لزوم استفاده از آن در خاک‌رخ یازدهم از منطقه چهار، در سطح مخروط‌افکنه واقع شده است. این خاک دارای افق‌های کلسیک، آرجلیک و

- 1- Gypsic Calciustepts
- 2- Gypsicalcids
- 3- Petrogypsic horizon
- 4- Anhydritic horizon
- 5- Typic Haplogypsid
- 6- Anhydritic Haplogypsid
- 7- Anhydritic Petrogypsid
- 8- Typic Petrogypsid

- 9- Petrocalcic horizon
- 10- skeletal
- 11- Skeletic
- 12- Yermic

جدول (۴) طبقه‌بندی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه بر اساس سامانه‌های آمریکایی (۲۰۱۴) و طبقه‌بندی جهانی خاک (۲۰۱۵)  
 Table (4) Classification of the studied pedons based on Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) systems

سامانه‌های رده‌بندی		شماره منطقه	مطالعاتی خاک‌رخ
Classification systems			
سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک (۲۰۱۵)	سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴)	Pedon Studied No.	sites
WRB (2015)	Soil Taxonomy (2014)		
Calcic Solonetz (Cutanic, Differentic, Loamic, Ochric, Raptic)	Loamy, Mixed, Active, Mesic Typic Natrargids	۱	۱
Luvic Calcisols (Pantoloamic, Ochric)	Loamy, Mixed, Active, Mesic Typic Calciargids	۲	
Luvic Calcisols (Pantoloamic, Ochric, Raptic)	Loamy, Mixed, Active, Mesic Calcic Haploxeralfs	۳	
Cambic Phaeozems (Pantoloamic)	Loamy, Mixed, Superactive, Mesic Typic Haploxerolls	۴	۲
Eutric Gleyic Histic Cambisols (Humic, Pantoloamic)	Loamy, Mixed, Superactive, Mesic Histic Humaquepts	۵	
Skeletal Luvic Calcic Gypsisols (Endoarenic, Hypogypsic, Anoloamic, Ochric, Raptic, Yermic)	(Ustic): Loamy, Mixed, Superactive, Hyperthermic Calcic Haplustalfs	۶	
	(Aridic): Loamy, Mixed, Superactive, Hyperthermic Calcic Argigypsid		
Haplic Solonetz (Pantoclayic, Cutanic, Differentic, Ochric)	(Ustic): Fine, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Natrustalfs	۷	
	(Aridic): Fine, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Natrargids		
Calcaric Skeletic Pantofluvic Fluvisols (Pantoarenic, Ochric, Yermic)	(Ustic): Sandy-skeletal, Mixed, Hyperthermic Typic Ustifluvents	۸	۳
	(Aridic): Sandy-skeletal, Mixed, Hyperthermic Typic Torrifuvents		
Skeletal Calcisols (Hypocalcic, Ochric, Yermic)	(Ustic): Loamy-skeletal, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Calciustepts	۹	
	(Aridic): Loamy-skeletal, Mixed, Active, Hyperthermic Typic Haplocalcids		
Skeletal Gypsisols (Amphiarenic, Hypogypsic, Loamic, Ochric, Yermic)	Loamy-skeletal, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Haplogypsid	۱۰	
Skeletal Luvic Calcisols (Epiarenic, Hypocalcic, Katoloamic, Ochric, Yermic)	Loamy-skeletal, Mixed, Superactive, Hyperthermic Typic Petroargids	۱۱	۴

### نتیجه‌گیری

نتایج رده‌بندی خاک‌ها نشان داد که سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک در توصیف ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه گویاتر است. برای کارایی بیشتر رده‌بندی آمریکایی، اضافه کردن گروه بزرگ‌های جدید کلسی-زرآلفز، جیسی-یوستالفز و جیسی کلسیدز و زیرگروه‌های جدید کلسیک ناترآرجیدز، کلسیک ناتریوستالفز، جیسیک کلسی-یوستالفز، تپیک پتروجیسیدز، انهیدریتیک هاپلو جیسیدز و انهیدریتیک پترو جیسیدز به این سامانه پیشنهاد می‌گردد. از طرفی تغییر اقلیم که باعث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطح همبستگی بین نام خاک در دو سیستم طبقه‌بندی با توجه به نوع اقلیم خاک متغیر است. همبستگی نسبتاً خوبی بین بین اسامی خاک در سطح اول (گروه مرجع خاک) سیستم طبقه-بندی جهانی و سطح دوم (زیررده) سیستم رده‌بندی آمریکایی در رژیم رطوبتی اریدیک وجود دارد. چنین نتیجه‌ای توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (۶)، (۱۵، ۱۷). در حالی که در رژیم‌های رطوبتی یوستیک و زیریک سطح تطابق بین اسامی خاک در دو سامانه بسیار متغیر است و نمی‌توان نتیجه‌گیری از آن داشت.

طبقه‌بندی جهانی خاک نیز پیشنهاد می‌گردد. علاوه بر این، هیچ یک از این دو سامانه رده‌بندی نتوانسته‌اند وجود گچ و کربنات‌ها را در افق‌های زیر ۱۰۰ سانتی‌متر از سطح خاک نشان دهند. در نهایت پیشنهاد می‌گردد محققان برای طبقه‌بندی خاک‌ها از هر دو سیستم رده‌بندی مذکور استفاده کنند تا مزیت و عیب هر دو سامانه برای خاک-های مناطق مختلف مشخص گردد، و کیفیت آن‌ها نیز ارتقاء یابد.

تغییر در رژیم رطوبتی خاک بر اساس تعریف سال‌های نرمال شده، سبب تفاوت در نام‌گذاری خاک‌ها براساس سامانه رده‌بندی آمریکایی در منطقه جیرفت و عنبرآباد شده است. در حالی که سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک به دلیل عدم وابستگی به اقلیم، در این شرایط دارای ثبات می‌باشد. همچنین، افق انهیدریتیک به عنوان یک افق جدید در سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) وارد شده، لذا برای هماهنگی بیشتر، اضافه شدن این افق به سامانه

## References

1. Artieda, O., Herrero, J., and Drohan, P.J. 2006. Refinement of the differential water loss method for gypsum determination in soils. *Soil Science Society American Journal*, 70:1932–1935.
2. Banaie, M.H. 1998. Soil Moisture and Temperature Regimes Map of Iran. Soil and Water Research Institute of Iran, Iran.
3. Bower, C.A. and Hatcher, J.T. 1966. Simultaneous determination of surface area and cation exchange capacity. *Soil Science Society American Journal*, 30: 525–527.
4. Cline, M.G. 1949. Basic principles of soil classification. *Soil Science*, 67: 81–91.
5. 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. (In Persian, Abstract in English).
6. Esfandiarpour, I., Salehi, M.H., Karimi, A., 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.
7. Eswaran, H., Rice, T., Ahrens, R., and Stewart, B.A. 2002. *Soil Classification: A Global Desk Reference*. CRC Press, Boca Raton.
8. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Agron. Monogr, No Vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 388–409.
9. IUSS Working Group 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.
10. Moazallahi, M. and Farpoor, M.H. 2012. Soil genesis and clay mineralogy along the xeric aridic climotoposequence, South central Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14: 683-696.
11. Muir, J.W. 1962. The general principles of classification with reference to soils. *Journal Soil Science*. 13(1): 22–30.
12. 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. Monog. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
13. 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 Analysis*. Part II. 2nd ed., Agron. Monog. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.

14. Noorae, K. 2010. Soil Genesis and Classification in Sirch-Kaleshoor Toposequence, Loot Watershed, Kerman. MSc thesis. Shahid Bahonar University of Kerman, Iran (in Persian, Abstract in English).
15. Roca, P.N., and Pazos, M.S. 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.
16. Rossiter, D.G. 2001. Principles of Soil Classification. Lecture Notes. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, the Netherlands (10 pp.).
17. Rossiter, D.G. 2007. Classification of urban and industrial soils in the world reference base for soil resources. *J. Soils Sediments* 7 (2): 96–100.
18. 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.
19. Sarshogh, M. 2010. The effect of aspect and slope position on soil morphological, physicochemical and mineralogical properties in Chelgerd region. MSc thesis, Shahrekord University, Iran (in Persian, Abstract in English).
20. 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.
21. Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.
22. Soil Survey Staff. 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8th. ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
23. Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 8th. ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
24. Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th. ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
25. 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 Agricalcure Science Technalogy*, 5: 51–66.
26. USDA-NRCS. 2012. JNSM: java Newhall Simulation Model. Version 1.6.0. user guide-part 1. National Soil Survey Center.
27. 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.

