Research Article

Agricultural Engineering., 46(2) (2023) 179-194

ISSN (P): 2588-526X

DOI: 10.22055/AGEN.2023.44591.1679

ISSN (E): 2588-5944

Application of Soil Taxonomy (2022) and World Reference Base (WRB, 2022) systems in expressing soil characteristics of tobacco production areas in Talesh County , Guilan Province

M. Moshatghi[1], H. Ramezanpour[2,*], N. Yaghmaeian Mahabadi[3]and M. Shabanpour [4]

1. Ph.D. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, University of Guilan, Guilan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agricultural Science, University of Guilan, Guilan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Soil Science, College of Agricultural Science, University of Guilan, Guilan, Iran.
4. Associate Professor Department of Soil Science, College of Agricultural Science, University of Guilan, Guilan, Iran.

Received: 28 August 2023 Accepted: 6 November 2023 *Corresponding Author: hasramezanpour@yahoo.com

Abstract

Introduction: Soil classification categorizes soils into different classes on the basis of their distinguishing characteristics and provides a structured conceptual framework for describing and understanding soil properties. There are two soil classification schemes that are generally regarded as having worldwide application, the Soil Taxonomy (ST) and the World Reference Base (WRB) which are also popular in Iran. These systems of classification consider diagnostic horizons and factors of soil formation as the basis of classification. The aim of this study was to determine the classification of soils of tobacco farms in the Talesh County of Guilan Province based on ST (2022) and WRB (2022) according to the soil diagnostic characteristics, then comparing two systems for soils of tobacco farms to determine the ability of better description of soils by these two systems of soil classification.

Materials and Methods: Talesh County is considered to be the most important tobacco production areas in Guilan Province and IRAN. The most extensive area of tobacco cultivation in Guilan Province is located in this County and in Jokundan and Mountain districts. The study area has a humid climate with cold winter and hot summer. The mean annual temperature is between 15.6 and 17.2 degrees Celsius and the annual rainfall is between 786 and 1370 mm. Based on the map of moisture and temperature regimes of Iran and with the help of jNSM software, the moisture and temperature regimes were determined as Udic and the Thermic respectively. In the study area twenty pedons (eight pedons for Mountain and twelve pedons for Jokandan) were described and the morphological characteristics of the pedons layers were studied in the field according to the Soil Survey Manual. Then, the soil of each horizon was collected, air-dried, and sieved by passing through a 2 mm sieve before analyzing the properties of the soil. Soil pH, Electrical Conductivity, Texture, Organic Carbon, Calcium Carbonate Equivalent, Cation Exchange Capacity and Base Saturation were determined in all the samples

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

according to Methods of Soil Analysis. Soils were then classified according to classification criteria of ST (2022) and WRB (2022) systems. For showing changes of tobacco farms soils, eleven pedons were selected as representative pedons and the reference between ST (2022) and WRB (2022) was established for tobacco soils at the level of the subgroup or secondary classification unit.

Results and Discussion: The results revealed that according to ST (2022), representative pedons of Mountain district were classified as Entisols, Inceptisols and Mollisols orders while, Jokandan had Entisols, Inceptisols, Mollisols and Vertisols pedons. WRB (2022) Reference Soil Groups (RSGs) for Mountain was Regosols, Umbrisols and Phaeozems and for Jokandan district were Fluvisols, Cambisols, Phaeozems and Vertisols. At lower levels of classification, ST (2022) uses climatic data as soil moisture regime whereas WRB (2022) does not use. Therefore, the suborders or great groups of all soils were separated based on the Udic moisture regime. Finally, representative pedons were classified as Typic Udorthents, Mollic Udifluvents, Oxyaquic Udifluvents, Typic Humudepts, Dystric Eutrudepts, Typic Hapludolls, Fluventic Hapludolls, Aquic Argiudolls, Typic Argiudolls and Aquic Hapluderts at great group level.

In regard to the WRB (2022), in the secondary levels, each section had its own series of principal and supplementary qualifications. Among those, the principal qualifications were mainly Eutric, Cambic and so on, and the supplementary qualifications were mainly Clayic, Loamic, Siltic, Humic and so on.

Conclusion: It was found that when compared with ST (2022), the WRB (2022) had stronger abilities to distinguish soil properties for tobacco cultivation which was mainly reflected in the following aspects: 1- The climate-related soil moisture regimes were generally used to classify the suborders in ST (2022). It was found that the soil moisture status of all pedons was Udic, as well as the fixed format of naming soils in ST (2022), Therefore, divisions were limited in the suborders, 2- The flexibility of WRB with the utilization of multiple qualifiers brings out more sensitivity in reflecting soil characteristics in the soil name if compared with Soil Taxonomy. Also, the emphasis put on soil morphology compared with laboratory data makes the system suitable for application in areas with rather modest facilities, 3- The existence of the Mollic or Umbric horizon in pedons is well defined by WRB (2022), while this issue is ambiguous in ST (2022), 4- WRB (2022) have not fixed naming formats, the number of secondary levels qualifiers of the WRB system could be increased or decreased with the number of diagnostic characteristics of the soil pedons. 5- Nomenculture is very complicated in both systems, nevertheless, it is inevitable to transfer information to non- specialist users in a more simpler language, in WRB (2022) this information can be extracted more easily from the soil name.

Keywords: Udic , mollic, umbric, vertisols, soil morphology, north of Iran

مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۶ شماره۲، تابستان ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

کاربرد سامانه‌های طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۲۲) و جهانی (۲۰۲۲) در بیان ویژگی‌های خاک مناطق کشت توتون شهرستان تالش استان گیلان

مهیار مشتاقی[۱]، حسن رمضانپور[۲*]، نفیسه یغمائیان مهابادی[۳] و محمود شعبانپور[۳]

۱- . دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.
۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.
۳- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.
۴- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۶

پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵

کلمات کلیدی:

یودیک،

مالیک،

اومبریک،

ورتی‌سولز،

مورفولوژی خاک،

شمال ایران

عهده دار مکاتبات:

Email: hasramezanpour@yahoo.com

چکیده

طبقه‌بندی خاک، خاک‌ها را بر اساس ویژگی‌های متمایزشان به طبقات مختلف گروه‌بندی می‌کند. بنابراین نام و دسته‌های خاک، نمای کلی از چندین ویژگی خاک را ارائه می‌دهد. به‌منظور بررسی توانایی دو سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی و آمریکایی در توصیف ویژگی‌های خاک‌های زیرکشت توتون شهرستان تالش استان گیلان، این مطالعه با حفر، تشریح و نمونه‌برداری بیست خاکرخ در مناطق کشت توتون این شهرستان (جوکندان و کوهستان) انجام شد. منطقه‌ی مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی یودیک و حرارتی ترمیک بود. به‌کمک تجزیه‌های آزمایشگاهی و ویژگی‌های مورفولوژیکی خاک ها، خاکرخ‌ها براساس دو سامانه‌ی آمریکایی و جهانی طبقه‌بندی شدند. خاکرخ‌های شاهد از بین آنها انتخاب و ویژگی‌های آنها در دوسامانه‌ی طبقه‌بندی با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که خاکرخ‌های شاهد در رده‌های انتی‌سولز، اینسپتی سولز، مالی‌سولز و ورتی‌سولز سامانه‌ی آمریکایی و ریگوسولز، فلووی‌سولز، کمبی‌سولز، اومبری‌سولز، فائوزمز و ورتی‌سولز سامانه‌ی جهانی طبقه‌بندی شدند. سامانه‌ی جهانی نسبت به سامانه‌ی آمریکایی، با نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی کمتر، اطلاعات بیشتری را ارائه می‌دهد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که سامانه‌ی جهانی توصیف‌کننده‌های بیشتری را برای انعکاس ویژگی‌های جزئی‌تر در نام‌گذاری خاک‌ها ارائه می‌دهد. از این رو، کارایی آن در مقایسه با سامانه‌ی آمریکایی به نسبت بالاتر است. بنابراین می‌توان اظهار نمود که سامانه‌ی جهانی در ارائه اطلاعات بهتر خاک به کشاورزان، به مدیریت پایدار خاک مزارع توتون کمک بیشتری خواهد کرد.

مقدمه

طبقه‌بندی خاک، دسته‌بندی نظام‌مند خاک‌ها براساس ویژگی‌های متمایزشان به دسته‌های مختلف می‌باشد. خاک‌ها با استفاده از توصیف ویژگی‌هایشان از طریق مشاهده چشمی و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لایه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. از طرفی طبقه‌بندی‌های دقیق خاک می‌تواند تبادل علمی و انتقال فناوری‌های کشاورزی را بهبود بخشد (۱۷). توتون گیاه اقتصادی مهمی است که علاوه بر ایجاد اشتغال و درآمد زیاد، ارزش افزوده‌ی بالایی دارد. تولید توتون در زندگی بسیاری از مردم و کشاورزان شهرستان تالش در استان گیلان از نظر اقتصادی، اجتماعی و فرهنگ بومی مهم و تأثیرگذار است. یکی از مشکلات اساسی در مزارع کشت توتون تالش، کاهش حاصلخیزی و کیفیت خاک می‌باشد. شناسایی و طبقه‌بندی صحیح انواع خاک و یافتن مشکلات خاک برای تصمیم‌گیری‌های مؤثر در تضمین پایداری کیفیت مزارع کشت توتون حائز اهمیت است (۸). امروزه دو سامانه‌ی اصلی طبقه‌بندی خاک‌ها، یکی سامانه‌ی طبقه‌بندی خاک آمریکایی و دیگری سامانه‌ی طبقه‌بندی خاک پایگاه مرجع جهانی وجود دارد (۱۱). این سامانه‌های طبقه‌بندی، افق‌های تشخیصی و عوامل تشکیل خاک را اساس طبقه‌بندی می‌دانند و در نامگذاری خاک‌ها مورد استفاده قرار می دهند (۱۲). همبستگی و ارتباط سطوح مختلف طبقه‌بندی این دو سامانه سال‌هاست که مد نظر پژوهشگران واقع شده است. روزیتر (۲۰) گروه‌های مرجع خاک سامانه‌ی جهانی را معادل رده یا زیررده‌ی سامانه‌ی آمریکایی و گروه‌های مرجع به‌همراه توصیف‌کننده‌های اصلی و کمکی (سطح دوم) سامانه‌ی جهانی را همسان با گروه بزرگ یا زیرگروه‌بزرگ خاک سامانه‌ی آمریکایی می‌داند. پژوهشگران بسیاری در سراسر دنیا ویژگی‌های انواع خاک را در این دو سامانه‌ی طبقه‌بندی برای شرایط مختلف شامل تأثیر انسان (۴)، خاک شهری و صنعتی (۲۰) و خاک‌های آهکی (۷) مقایسه نمودند. این مطالعات نشان داده‌اند که سامانه‌ی جهانی تلاش ویژه‌ای برای ساده‌سازی نیازهای طبقه‌بندی خاک انجام داده است. بررسی‌های مربوط به این دو سامانه‌ی طبقه‌بندی در ایران نیز تاکنون در مناطق خشک و نیمه‌خشک (۲)، خاک‌های آهکی (۷)، آهکی وگچی (۲۱ و ۲۲) و شور (۶) صورت گرفته است. در خصوص طبقه‌بندی خاک‌های زیرکشت توتون، مشتاقی و همکاران (۱۸)، خاک‌های انستیتو تحقیقات توتون تیرتاش را با حفر و تشریح ۳۰ خاکرخ براساس سامانه‌ی آمریکایی طبقه‌بندی نموده و چهار خاک فلوونتیک هاپلوزرئپتز[1]، تیپیک کلسی‌زرئپتز[2]، تیپیک هاپلوزرآلفز[3] و کلسیک هاپلو زرآلفز[4] را در پنج فامیلی خاک شناسایی کردند. قلی‌زاده (۱۰) در راستای بررسی قدرت تأمین پتاسیم خاک‌های زیرکشت توتون شمال ایران، در هر یک از استان‌های گیلان (تالش)، مازندران (نکا و ساری) و گلستان (گرگان و علی آباد) سه خاکرخ حفر و تشریح نمود. خاکرخ‌ها فقط در سامانه‌ی آمریکایی طبقه‌بندی شدند و طبقه‌بندی هر سه خاکرخ گیلان (تالش)، تیپیک هاپل‌یودآلفز[5] بود. همچنین پژوهش‌های دیگری نیز در شرکت دخانیات ایران انجام شده که هیچکدام از آنها بر مبنای مقایسه‌ی سامانه‌های طبقه‌بندی آمریکایی و جهانی، نبوده و فقط خاک‌های مناطق کشت توتون پس از حفر و تشریح خاکرخ‌ها و انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی در سامانه‌ی آمریکایی طبقه‌بندی شدند (۱۴ و ۱۵). این خلاء اطلاعات می‌تواند در تبادل یافته‌های علمی و پژوهشی بین‌المللی و نیز توسعه‌ی مزارع کشت توتون تأثیرگذار باشد. به همین منظور مطالعه‌ی حاضر برای تعیین طبقه‌بندی خاک‌های مناطق کشت توتون در شهرستان تالش استان گیلان در دو سامانه‌ی آمریکایی و جهانی و مقایسه‌ی بین دو سامانه برای خاک‌های زیر کشت توتون و تشخیص توانائی ارائه‌ی بهتر ویژگی‌های خاک توسط سامانه‌های

1- Fluventic Haploxerepts
2- Typic Calcixerepts
3- Typic Haploxeralfs
4- Calcic Haploxeralfs
5- Typic Hapludalfs

طبقه‌بندی آمریکایی و جهانی هدف این پژوهش قرارگرفته است.

مواد و روش‌ها

تشریح منطقه مورد مطالعه

شهرستان تالش وسیع‌ترین شهرستان استان گیلان است که در محدوده جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). بیشترین کشت توتون استان گیلان در این شهرستان و در دهستان‌های ساحلی جوکندان و کوهستانی تالش صورت می‌پذیرد. منطقه‌ی مورد مطالعه دارای اقلیم مرطوب با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم است (۲۶ و ۲۸). بر اساس آمار ۱۵ساله‌ی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک تالش(۱۳)، دمای سالانه بین ۱۵/۶ تا ۱۷/۲ درجه‌ی سلسیوس و بارندگی سالانه بین ۷۸۶ تا ۱۳۷۰ میلی‌متر است. رطوبت نسبی سالانه بین ۷۳ تا ۷۹ درصد و ساعات آفتابی بین ۱۴۵۰ تا ۲۴۴۰ ساعت متغیر می‌باشد. رژیم رطوبتی خاک منطقه، یودیک[6] و رژیم حرارتی آن، ترمیک[7] تعیین گردید (۳ و ۲۵). واحدهای فیزیوگرافی منطقه‌ی جوکندان شامل تپه و دشت آبرفتی و در منطقه‌ی کوهستان، واحد کوه است. از لحاظ زمین‌شناسی، جوکندان از نهشته‌های آبرفتی جوان جدید کواترنری و تناوب توف آندزیتی به همراه گدازه و کوهستان از تناوب توف آندزیتی به همراه گدازه و کنگلومرا تشکیل شده است (۱).

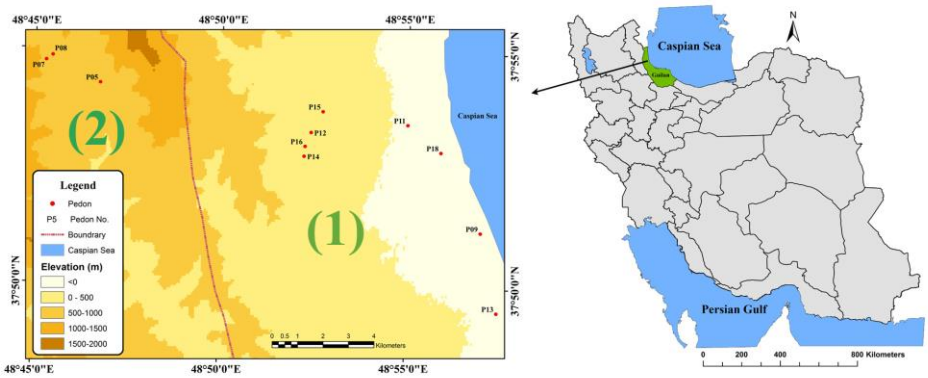
مطالعه‌ی صحرایی و بررسی‌های آزمایشگاهی

در این مطالعه، به‌منظور شناسایی و طبقه‌بندی خاک‌های مزارع کشت توتون شهرستان تالش، بر اساس موقعیت جغرافیایی منطقه، فیزیوگرافی، نوع مواد مادری، سابقه‌ی کشت، مساحت و پراکنش مزارع توتون، تعداد ۲۰ خاکرخ (۸ خاکرخ در کوهستان و ۱۲ خاکرخ در جوکندان) با روش مطالعه‌ی شناسایی آزاد در مزارع کشت توتون در واحدهای فیزیوگرافی مختلف جانمایی شده و تا عمق یک و نیم متر و یا بالای لایه‌ی محدودکننده حفر شدند (جدول۱). خاکرخ‌ها بر اساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا (۲۳ و۲۴) تشریح شده و اطلاعات محیطی، ریخت‌شناسی و ژنتیکی تمام خاکرخ‌های مشاهداتی ثبت شدند و سپس از تمامی افق‌های ژنتیکی آنها نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌های جمع‌آوری شده برای انجام آزمایش‌های مربوطه به آزمایشگاه منتقل و پس از هوا خشک شدن، از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری (۹)، اسیدیته در گل اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، کربن آلی کل با استفاده از روش اکسیداسیون تر، ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از استات آمونیوم مولار، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک و حرارت‌دهی، پتاسیم و سدیم قابل تبادل با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر، کلسیم و منیزیم قابل تبادل به روش تیتراسیون تعیین گردید (۲۷). در آخر خاک‌ها بر اساس اطلاعات ریخت‌شناسی و نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی در دو سامانه‌ی جهانی (۲۰۲۲) و آمریکایی (۲۰۲۲) طبقه‌بندی شدند (۱۶ و۲۶). پس از طبقه‌بندی نهایی خاک‌ها، از خاکرخ‌های با طبقه‌بندی خاک‌های مشابه، یکی از آنها که نماینده مناسبی برای نمایش تغییرات خاک‌های زیرکشت توتون باشد، به‌عنوان خاکرخ شاهد انتخاب گردید.

نتایج و بحث

در بخش کوهستانی، خاکرخ‌های ۵، ۷ و ۸ و در منطقه جوکندان، خاکرخ‌های ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۸ به‌عنوان شاهد انتخاب شدند. برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی خاکرخ‌های شاهد در جدول ۲ و نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها در جدول ۳ آورده شده است.

---
[6] - Udic
[7] - Thermic



شکل (۱) منطقه‌ی مورد مطالعه با موقعیت خاکرخ‌های شاهد: (۱): جوکندان و (۲): کوهستان

Figure (1) Study area with location of representative pedons: (1) Jokandan (2) Mountain

جدول(۱) مشخصات ۲۰ خاکرخ مطالعاتی

Table (1) Characteristics of the 20 studied pedons

موقعیت Location	خاکرخ Profile	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	ارتفاع (متر) Elevation (m)	مواد مادری Parent Material	فیزیوگرافی Physiography
کوهستان Mountain	P1	48° 45' 11" E	37° 55' 13" N	832	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	کوه Mountain
	P2	48° 45' 17" E	37° 55' 13" N	817	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	کوه Mountain
	P3	48° 45' 43" E	37° 54' 27" N	708	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	کوه Mountain
	P4	48° 44' 50" E	37° 55' 14" N	903	کنگلومرا پلی ژنتیک Polygenetic conglomerate	کوه Mountain
	P5	48° 46' 44" E	37° 54' 16" N	650	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	کوه Mountain
	P6	48° 45' 43" E	37° 55' 12" N	998	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	کوه Mountain
	P7	48° 45' 17" E	37° 54' 44" N	873	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	کوه Mountain
	P8	48° 45' 27" E	37° 54' 50" N	761	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	کوه Mountain
جوکندان Jokandan	P9	48° 57' 00" E	37° 51' 12" N	-14	پادگانه‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه‌ها Alluvial Terraces and fans	دشت آبرفتی Alluvial Plain
	P10	48° 53' 40" E	37° 50' 43" N	35	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	تپه Hill
	P11	48° 55' 00" E	37° 53' 29" N	6	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	دشت آبرفتی Alluvial Plain
	P12	48° 52' 25" E	37° 53' 18" N	108	توف آندزیتی، گدازه، میان‌لایه نازک آهک Andesitic Tuff, lava, middle layer of limestone	تپه Hill
	P13	48° 57' 28" E	37° 49' 30" N	1	پادگانه‌های آبرفتی کواترنری Alluvial Terraces and fans	دشت آبرفتی Alluvial Plain
	P14	48° 52' 14" E	37° 52' 47" N	102	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	تپه Hill
	P15	48° 52' 43"E	37° 53' 44" N	90	توف آندزیتی، گدازه، میان‌لایه نازک آهک Andesitic Tuff, lava, middle layer of limestone	تپه Hill
	P16	48° 52' 15"E	37° 53' 00" N	103	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	تپه Hill
	P17	48° 52' 24"E	37° 52' 53" N	84	توف آندزیتی، گدازه Andesitic Tuff, lava	تپه Hill
	P18	48° 55' 54"E	37° 52' 54" N	-16	پادگانه‌های آبرفتی کواترنری Alluvial Terraces and fans	دشت آبرفتی Alluvial Plain
	P19	48° 53' 57"E	37° 54' 13" N	10	پادگانه‌های آبرفتی کواترنری Alluvial Terraces and fans	دشت آبرفتی Alluvial Plain
	P20	48° 55' 02"E	37° 54' 20" N	-18	پادگانه‌های آبرفتی کواترنری Alluvial Terraces and fans	دشت آبرفتی Alluvial Plain

جدول(۲) برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی خاکرخ‌های شاهد

Table (2) Selected morphological properties of representative pedons

خاکرخ	افق	عمق (متر)	مرز افق	رنگ Color		پایداری Consistency		ساختمان	جوشش با اسید	پوشش رسی یا تجمعات	اکسیداسیون و احیاء
Soil profile	Horizon	Depth (cm)	Boundary	خشک (Dry)	مرطوب (Moist)	خشک (Dry)	مرطوب (Moist)	Structure	Effervescence	Clay Film or concentrations	Redoximorphic features
P5	Ap	0-18	CS	10YR 4/4	10YR 3/4	SH	VFR	3 f gr	NE, H2	None	None
	BC	18-47	CS	10YR 4/4	10YR 3/4	MH	FR	2 vf sbk & m	NE, H2	None	None
	C1	47-75	CS	10YR 4/6	10YR 3/6	MH	FR	m	NE, H2	None	None
	C2	75-106	AS	10YR 4/6	10YR 3/6	SH	FR	m	NE, H2	None	None
	Cr	>106	-	10YR 4/6	10YR 3/6	-	-	-	NE, H2	None	None
P7	Ap	0-14	CS	10YR 4/3	10YR 3/3	SH	VFR	3 f gr	NE, H2	None	None
	A	14-25	CS	10YR 4/3	10YR 3/3	MH	FR	2 f gr	NE, H2	None	None
	Bw1	25-60	CS	10YR 5/4	10YR 4/4	MH	FR	2 f sbk	NE, H2	None	None
	Bw2	60-94	GS	10YR 5/4	10YR 4/6	SH	FR	2 vf sbk	NE, H2	None	None
	BC	94-114	CS	10YR 5/6	10YR 4/6	SH	FR	1 vf sbk & m	NE, H2	None	None
	C	114-150	-	10YR 5/6	10YR 4/6	MH	FI	m	NE, H2	None	None
P8	Ap	0-22	CS	10YR 4/2	10YR 3/2	SH	FR	3 f gr	NE, H2	None	None
	A	22-41	CS	10YR 4/4	10YR 3/4	MH	FR	2 f gr	NE, H2	None	None
	Bw1	41-74	GS	10YR 4/6	10YR 3/6	SH	FR	2 m sbk	NE, H2	None	None
	Bw2	74-115	GS	10YR 4/6	10YR 3/6	SH	FR	2 f sbk	NE, H2	None	None
	BC	115-150	-	10YR 5/6	10YR 3/6	H	FR	2 f sbk & m	NE, H2	None	None
P9	Ap	0-20	CS	10YR 5/2	10YR 3/2	SH	VFR	2 f gr & sbk	NE, H2	None	None
	A	20-35	AS	10YR 5/2	10YR 3/2	SH	VFR	1 f gr & m	NE, H2	None	None
	2C1	35-69	AS	2.5Y 3/2	10YR 2/2	S	L	sg	NE, H2	None	None
	3C2	69-89	AS	5YR 4/3	5YR 3/2	SH	FR	sg	NE, H2	None	None
	4C3	89-104	AS	10YR 4/4	10YR 3/4	SH	L	sg	NE, H2	None	None
	5C4	104-110	AS	5YR 4/3	5YR 3/2	SH	L	sg	NE, H2	None	None
	4C'5	110-150	-	10YR 4/4	10YR 3/4	L	L	sg	NE, H2	None	None
P11	Ap	0-16	CW	10YR 4/4	10YR 3/2	SH	FR	3 f gr	NE, H2	None	None
	Bw1	16-37	CS	10YR 4/4	10YR 3/4	MH	FR	2 f, m sbk	NE, H2	None	None
	Bw2	37-50	GS	10YR 4/4	10YR 3/4	S	VFR	1 f sbk & m	NE, H2	None	None
	BC	50-81	CS	10YR 5/4	10YR 4/4	S	VFR	1 f sbk & m	NE, H2	None	None
	C1	81-115	CS	10YR 5/4	10YR 3/6	SH	FR	m	NE, H2	None	None
	C2	115-150	-	10YR 5/4	10YR 3/6	SH	FR	m	NE, H2	None	None

ادامه‌ی جدول۲

Continuation of Table 2

خاکرخ Soil profile	افق Horizon	عمق (متر) Depth (cm)	مرز افق Boundary	رنگ Color		پایداری Consistency		ساختمان Structure	جوشش با اسید Effervescence	پوشش رسی یا تجمعات Clay Film or concentrations	اکسیداسیون و احیاء Redoximorphic features
				خشک (Dry)	مرطوب (Moist)	خشک (Dry)	مرطوب (Moist)				
P12	Ap	0-29	CW	10YR 4/3	10YR 3/2	SH	FR	3 f gr	NE, H2	None	None
	Bw1	29-59	GS	10YR 5/6	10YR 4/6	MH	FR	2 m sbk	NE, H2	None	None
	Bw2	59-92	CS	10YR 5/6	10YR 3/6	MH	FR	2 f sbk	VS, H2	None	None
	BC	92-119	GS	10YR 5/6	10YR 3/6	SH	FR	1 f sbk & m	VS, H2	None	None
	C	119-150	-	10YR 5/6	10YR 4/6	SH	FR	m	VS to SL, H2	None	None
P13	Ap	0-19	CS	10YR 5/4	10YR 3/4	SH	FR	2fgr	NE, H2	None	None
	A	19-37	CS	10YR 5/4	10YR 3/4	MH	FI	1 f, m sbk	NE, H2	None	None
	CB	37-62	AS	10YR 5/4	10YR 3/4	SH	FR	m & 1 f sbk	NE, H2	None	None
	2C1	62-104	CS	10YR 5/4	10YR 4/4	S	L	sg	NE, H2	None	None
	2C2	104-115	CS	10YR 5/3	10YR 4/4	S	L	sg	NE, H2	None	None
	3C3	115-150	-	10YR 5/3	10YR 3/4	SH	VFR	m	NE, H2	None	None
P14	Ap	0-23	CW	10YR 3/3	10YR 2/2	MH	FR	3 f gr	NE, H2	None	None
	A	23-35	GW	10YR 4/3	10YR 2/2	SH	FR	2 f sbk & gr	NE, H2	None	None
	Bw	35-66	GW	10YR 4/3	10YR 3/3	SH	VFR	2 m sbk	NE, H2	None	None
	Bg1	66-96	CS	10YR 5/3	10YR 4/3	MH	FI	2 m sbk	NE, H2	None	c,2,D,10YR4/1,FMM, MAT
	Bg2	96-127	GS	10YR 5/3	10YR 4/3	MH	FI	2 f, 1 m sbk	NE, H2	None	m,3,D, 10YR4/1,FMM, MAT
	Btg	127-150	-	7.5YR 5/4	7.5YR 4/4	VH	VFI	2 f, 1 m sbk	NE, H2	c,D,10YR4/6 (M),CLF,PF	m,3,D,10YR4/1,FMM, MAT
P15	Ap	0-22	CS	10YR 3/3	10YR 2/2	SH	VFR	3 f gr	NE, H2	None	None
	A	22-34	CS	10YR 4/3	10YR 2/2	SH	VFR	2 vf gr & 2 f sbk	NE, H2	None	None
	Bt1	34-64	CS	10YR 5/4	10YR 3/4	H	FI	2 m sbk	NE, H2	f,F,10YR4/6 (M),CLF,PF	None
	Bt2	64-95	CS	10YR 5/4	10YR 3/6	MH	FI	3 m sbk	SL, H2	vf,F,10YR4/6 (M),CLF,PF	None
	Bt3	95-122	GS	10YR 6/4	10YR 3/6	MH	FI	2 f sbk	VS, H2	f,F,10YR4/6 (M),CLF,PF	None
	BCk	122-150	-	10YR 6/4	10YR 3/6	SH	FR	1 f sbk & m	ST, H2	c,2,p,10YR8/1(M),T, CAN,MAT,M,c	None

ادامه‌ی جدول ۲

Continuation of Table 2

خاکرخ Soil profile	افق Horizon	عمق (متر) Depth (cm)	مرز افق Boundary	رنگ Color		پایداری Consistency		ساختمان Structure	جوشش با اسید Effervescence	پوشش رسی یا تجمعات Clay Film or concentrations	اکسیداسیون و احیاء Redoximorphic features
				خشک (Dry)	مرطوب (Moist)	خشک (Dry)	مرطوب (Moist)				
P16	Ap	0-14	CW	10YR 4/3	10YR 3/2	SH	FR	3 vf gr	NE, H2	None	None
	Bw	14-25	AS	10YR 5/3	10YR 3/3	H	FI	3 f sbk	NE, H2	None	None
	Bss	25-60	GS	10YR 5/3	10YR 3/3	H	FI	2msbk & 2fweg	NE, H2	None	None
	Bgss1	60-95	CS	10YR 5/3	10YR 3/3	H	FI	2msbk & 3mweg	NE, H2	None	c,2,D,10YR5/6,F3M, MAT
	Bgss2	95-150	-	10YR 5/4	10YR 3/4	MH	FR	1fsbk & 3cweg	NE, H2	None	c,2,D,10YR5/6,F3M, MAT
P18	Ap	0-22	CS	10YR 4/4	10YR 3/4	SH	VFR	3 vf gr	VS, H2	None	None
	C1	22-49	CS	10YR 4/4	10YR 3/4	SH	VFR	m	VS to SL, H2	None	None
	C2	49-68	CS	10YR 5/4	10YR 3/4	MH	FR	m	NE, H2	None	None
	Cg1	68-85	CS	10YR 5/4	10YR 4/4	MH	FR	m	NE, H2	None	c, 2, D 10YR5/6 F3M MAT
	Cg2	85-115	-	10YR 5/4	10YR 4/4	MH	FR	m	NE, H2	None	m, 3, P 2.5Y5/8 F3M MAT

مرز (Boundary): تمایز distinctness: (A: ناگهانی Abrupt، C: واضح Clear، G: تدریجی Gradual)، پستی‌وبلندی Topography: (S: صاف Smooth، W: موجی Wavy).

پایداری (Consistency): خشک Dry: (L: سست Loose، S: نرم Soft، SH: کمی سخت Slightly Hard، MH: نسبتاً سخت Moderately Hard، H: سخت Hard، VH: خیلی سخت Very Hard)، مرطوب Moist: (L: سست Loose، VFR: خیلی شکننده Very Friable، FR: شکننده Friable، FI: سفت Firm، VFI: خیلی سفت Very Firm).

ساختمان (Structure): درجه Grade: (1: ضعیف، 2: متوسط، 3: قوی)، اندازه Size: (vf: خیلی ریز very fine، f: ریز fine، m: متوسط medium)، نوع Type: (gr: دانه‌ای Granular، sbk: مکعبی بدون گوشه Subangular Blocky، m: توده‌ای massive، s.g: تک دانه‌ای Single grain).

جوشش با اسید (Effervescence): کلاس Class: (NE: بدون جوشش None Effervescent، VS: جوشش خیلی کم Very Slightly Effervescent، SL: جوشش کم Slightly Effervescent، ST: جوشش زیاد Strongly Effervescent)، عامل شیمیایی Chemical agent: (H2: اسید هیدروکلریک ۱ نرمال Normal Hydrochloric Acid).

تجمعات (Concentration): میزان Quantity: (None: بدون تجمع، c: متوسط common)، اندازه Size: (2: متوسط medium)، درجه وضوح Contrast: (P: آشکار Prominent)، نوع Kind: (CAN: ندول‌های کربناتی Carbonate Nodules)، موقعیت Location: (MAT: در زمینه خاک in the Matrix)، میزان سختی Hardness: (M: سیمانی متوسط Moderately Cemented) مرز Boundary: (c: واضح clear).

پوشش رسی (Clay film): میزان Quantity: (None: بدون تجمع، f: کم few، c: متوسط common، m: زیاد many)، تمایز Distinctness: (D: مشخص Distinct، F: ضعیف Faint)، نوع Kind: (CLF: پوسته رسی Clay Films)، موقعیت Location: (PF: روی سطح خاکدانه on ped face).

اکسیداسیون و احیاء (Redoximorphic features): میزان Quantity: (None: بدون تجمع، c: متوسط common، m: زیاد many)، اندازه Size: (2: متوسط، 3: زیاد)، درجه وضوح Contrast: (D: مشخص Distinct، P: آشکار Prominent)، نوع Kind: (F3M: آهن سه ظرفیتی (iron (Fe^{3+})، موقعیت Location: (MAT: در زمینه خاک in the Matrix).

جدول(۳) برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌های شاهد

Table (3) Selected Physiochemical properties of representative pedons

خاکرخ Soil profile	افق Horizon	عمق Depth (cm)	pH	ECe (dS/m)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	بافت خاک Texture	OC (%)	CEC ($Cmol_cKg^{-1}$)	CCE (%)	BS (%)
P5	Ap	0-18	6.73	0.23	37	35	28	clay loam	1.35	22.8	3.2	53.7
	BC	18-47	6.2	0.21	37	37	26	loam	0.8	20.9	3.2	58.1
	C1	47-75	6.32	0.22	43	27	30	clay loam	0.32	19.4	3.7	65.2
	C2	75-106	6.53	0.13	47	27	26	sandy clay loam	0.24	17.2	3.2	60.7
P7	Ap	0-14	6.08	0.49	47	25	28	sandy clay loam	1.51	23.6	3.7	53.8
	A	14-25	6.21	0.39	49	23	28	sandy clay loam	1.25	22.9	1.6	51.6
	CB	25-60	6.32	0.14	49	21	30	sandy clay loam	0.72	20.6	1.6	50.5
	2C1	60-94	6.48	0.13	51	29	20	loam	0.44	16.7	1.1	50.6
	2C2	94-114	6.37	0.13	53	29	18	sandy loam	0.24	14.9	1.1	53.1
	3C3	114-150	6.32	0.14	57	29	14	sandy loam	0.24	13.7	4.2	53.1
P8	Ap	0-22	6.11	0.3	37	29	34	clay loam	1.47	26.1	3.7	41.1
	A	22-41	5.94	0.19	36	19	45	clay	0.95	28	4.2	38.6
	Bw1	41-74	5.93	0.2	38	25	37	clay loam	0.76	24.6	3.7	38.3
	Bw2	74-115	6.03	0.15	36	23	41	clay	0.6	25	3.7	37.8
	BC	115-150	6.05	0.1	30	23	47	clay	0.52	26.4	3.2	35.7
P9	Ap	0-20	7.4	0.86	70	12	18	sandy loam	1.55	19.3	1.6	81.6
	A	20-35	7.53	0.69	64	10	26	sandy clay loam	1.27	20.8	1.6	84.9
	2C1	35-69	7.98	0.36	90	4	6	sand	0.08	7.1	1.1	76.8
	3C2	69-89	8.01	0.2	92	2	6	sand	0.12	7.5	1.1	71.5
	4C3	89-104	7.97	0.18	92	2	6	sand	0.04	6.4	1.6	79.5
	5C4	104-110	7.85	0.23	88	6	6	loamy sand	0.2	8.6	1.6	76.5
	4C'5	110-150	7.79	0.16	94	2	4	sand	0.4	9.5	1.1	77.1
P11	Ap	0-16	6.53	0.39	8	70	21	silt loam	1.87	22.5	1.6	64.4
	Bw1	16-37	6.68	0.41	20	62	17	silt loam	1.63	20.3	0.5	58.5
	Bw2	37-50	6.34	0.21	70	14	15	sandy loam	0.44	14.2	0.5	54.4
	BC	50-81	6.33	0.21	74	12	13	sandy loam	0.32	12.8	1.1	62.8
	C1	81-115	6.73	0.25	46	40	13	loam	0.2	14.8	1.1	55.3
	C2	115-150	6.55	0.37	20	62	17	silt loam	0.16	12.1	3.2	72.6
P12	Ap	0-29	6.23	0.36	14	43	42	silty clay	1.51	37.2	2.1	53.3
	Bw1	29-59	6.41	0.17	10	37	52	clay	0.95	31.5	2.1	63
	Bw2	59-92	7.39	0.3	10	37	52	clay	0.64	37.1	5.8	62.5
	BC	92-119	7.73	0.25	12	37	50	clay	0.28	37.7	8.5	58.6
	C	119-150	7.71	0.28	14	31	54	clay	0.28	32.5	9	73.3
P13	Ap	0-19	7.13	0.42	22	55	23	silt loam	1.31	20.5	2.1	81.8
	A	19-37	7.26	0.37	28	51	21	silt loam	0.94	15.7	1.1	82.5
	CB	37-62	7.2	0.19	58	27	15	sandy loam	0.36	13.6	0.5	69.2
	2C1	62-104	7.5	0.2	86	7	7	loamy sand	0.24	9.7	2.1	66.8
	2C2	104-115	7.52	0.23	88	7	5	sand	0.04	6.8	2.1	83.2
	3C3	115-150	7.38	0.22	50	37	13	loam	0.56	13.8	2.7	92.6
P14	Ap	0-23	6.3	0.34	22	53	25	silt loam	2.11	26.8	1.1	50.7
	A	23-35	6.25	0.35	14	57	29	silty clay loam	1.99	27.9	1.1	53.3
	Bw	35-66	6.26	0.19	20	41	39	silty clay loam	0.36	24.8	1.6	65.8
	Bg1	66-96	6.42	0.17	24	39	37	clay loam	0.08	21.5	1.6	75.9
	Bg2	96-127	6.91	0.46	20	41	39	silty clay loam	0.08	21.7	1.1	62.6
	Btg	127-150	6.52	0.18	18	39	43	clay	0.44	26.3	1.6	61.7
P15	Ap	0-22	6.13	0.31	18	51	30	silty clay loam	1.67	25.4	0.5	67
	A	22-34	6.12	0.27	16	51	32	silty clay loam	1.47	25.4	1.1	64.3
	Bt1	34-64	7	0.39	14	35	50	clay	0.48	25.8	1.6	69.5
	Bt2	64-95	7.74	0.2	10	41	48	silty clay	0.32	23.1	13.8	81.8
	Bt3	95-122	7.86	0.19	10	37	52	clay	0.24	23.6	10.6	63.9
	BCk	122-150	7.8	0.27	28	37	34	clay loam	0.12	19.8	20.7	85.7
P16	Ap	0-14	6.38	0.43	6	43	50	silty clay	1.99	35.6	0.5	50.5
	Bw	14-25	6.24	0.19	4	37	58	clay	0.94	40.1	0.5	44.9
	Bss	25-60	6.34	0.18	2	33	64	clay	0.68	40.8	1.1	51.8
	Bgss1	60-95	6.65	0.24	2	37	60	clay	0.36	36.1	0.5	49.2
	Bgss2	95-150	6.87	0.39	6	33	60	clay	0.24	36.5	5.3	51.9
P18	Ap	0-22	7.73	0.62	27	66	7	silt loam	1.75	15.9	8	74.8
	C1	22-49	7.69	0.61	17	74	9	silt loam	1.39	15.5	9.5	79.3
	C2	49-68	7.51	0.73	11	60	29	silty clay loam	1.71	23.2	5.3	86.9
	Cg1	68-85	7.67	0.39	19	52	29	silty clay loam	0.76	19.5	1.6	85.6
	Cg2	85-115	7.68	0.37	35	36	29	clay loam	0.48	18.1	1.1	87.6

pH: واکنش خاک، ECe: هدایت الکتریکی عصاره اشباع، OC: کربن آلی، CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی، CCE: کربنات کلسیم معادل، BS: اشباع بازی

جدول(٤) طبقه‌بندی خاکرخ‌های شاهد در دو سامانه‌ی آمریکایی (۲۰۲۲) و جهانی (۲۰۲۲)

Table (4) Soils classification of representative pedons in Soil Taxonomy (2022) and WRB (2022)

خاکرخ Profile	سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۲۲) Keys to Soil Taxonomy (2022)	سامانه طبقه‌بندی جهانی (۲۰۲۲) World Reference Base (2022)
P5	Typic Udorthents	Orthoeutric Regosols (Pantoloamic, Ochric)
P7	Typic Hapludolls	Cambic Phaeozems (Loamic, Humic, Sideralic)
P8	Typic Humudepts	Cambic Umbrisols (Clayic, Polyloamic, Humic)
P9	Fluventic Hapludolls	Skeletic Fluvic Phaeozems (Katoarenic, Epiloamic, Humic)
P11	Dystric Eutrudepts	Eutric Cambisols (Episiltic, Katoloamic, Humic)
P12	Typic Hapludolls	Endocalcaric Cambic Phaeozems (Clayic, Humic)
P13	Mollic Udifluvents	Eutric Plantofluvic Fluvisols (Episiltic, Endoarenic, Ochric)
P14	Aquic Argiudolls	Cambic Phaeozems (Katoloamic, Humic, Endoxyaquic)
P15	Typic Argiudolls	Endocalcaric Lixic Phaeozems (Clayic, Humic)
P16	Aquic Hapluderts	Pellic Vertisols (Grumic, Humic, Oxyaquic)
P18	Oxyaquic Udifluvents	Eutric Anocalcaric Plantofluvic Fluvisols (Episiltic, Katoloamic, Humic, Endoxyaquic)

ویژگی‌های طبقه‌بندی خاکرخ‌ها در سامانه‌های آمریکایی و جهانی

بر اساس سامانه‌ی طبقه‌بندی آمریکایی، خاکرخ‌های شاهد بخش کوهستانی منطقه‌ی مطالعاتی در رده‌های انتی‌سولز[1] (خاکرخ ۵)، اینسپتی‌سولز[2] (خاکرخ ۸) و مالی‌سولز[3] (خاکرخ ۷) و براساس سامانه طبقه‌بندی جهانی، این خاکرخ‌ها در سه گروه خاک مرجع ریگوسولز[4] (خاکرخ ۵)، اومبری‌سولز[5] (خاکرخ ۸) و فائوزمز[6] (خاکرخ ۷) قرار گرفتند. طبقه‌بندی خاک به روش آمریکایی در منطقه‌ی جوکندان بیانگر وجود رده‌های انتی‌سولز (خاکرخ‌های ۱۳و ۱۸)، اینسپتی‌سولز (خاکرخ ۱۱)، مالی‌سولز (خاکرخ‌های ۹، ۱۲، ۱۴و ۱۵) و ورتی‌سولز[7] (خاکرخ ۱۶) در این منطقه است. طبقه‌بندی این خاکرخ‌ها در سامانه‌ی جهانی، شامل چهار گروه خاک مرجع، فلووی‌سولز[8] (خاکرخ‌های ۱۳ و ۱۸)، کمبی‌سولز[9] (خاکرخ۱۱)، فائوزمز (خاکرخ‌های ۹، ۱۲، ۱۴و ۱۵) و ورتی‌سولز (خاکرخ ۱۶) بود (جدول ۴). همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهند سامانه‌ی آمریکایی، شرایط اقلیمی و محیطی را با در نظر گرفتن رژیم رطوبتی یودیک منطقه، در تفکیک زیررده و یا گروه بزرگ خاک در تمام خاکرخ‌ها منعکس می‌نماید. درحالی‌که در سامانه طبقه‌بندی جهانی خاک‌ها، پارامترهای اقلیمی در طبقه‌بندی خاک اعمال نمی‌شوند، بلکه در تلفیق با ویژگی‌های خاک برای اهداف تفسیری به‌کار برده می‌شوند و نبایستی بخشی از تعریف خاک قرار گیرند. بنابراین طبقه‌بندی خاک‌ها، وابسته به داده‌های اقلیمی نیستند و نام یک خاک مشخص با تغییر اقلیم جهانی و محلی، قدیمی و بدون استفاده نمی‌شود (۱۶). منگ و همکاران (۱۷) نیز به این مسأله اشاره نموده و اظهار می‌نمایند که به‌جز رژیم‌های رطوبتی، تقسیم‌بندی دیگری در زیررده‌ها وجود ندارد. بنابراین در تقسیم‌بندی زیررده‌ها و گروه‌های بزرگ خاک در سامانه‌ی آمریکایی محدودیت ایجاد می‌شود.

1- Entisols
2- Inceptisols
3- Mollisols
4- Regosols
5- Umrisols
6- Phaeozems
7- Vertisols
8- Fluvisols
9- Cambisols

خاکرخ ۵، در سامانه‌ی آمریکایی یک خاک جوان و ساده است. اما توصیف‌کننده‌های اصلی و کمکی سامانه‌ی جهانی ویژگی‌هایی همچون اشباع بازی زیاد تمام لایه‌ها، بافت متوسط خاک و کم بودن کربن آلی در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک را بیشتر از سامانه‌ی آمریکایی به تصویر می‌کشد. یکی از نقاط قوت سامانه‌ی جهانی استفاده از پیشوندهایی است که در ترکیب با توصیف‌کننده‌ها، محل قرارگیری آنها در عمق را به‌خوبی مشخص می‌نماید. در این خاکرخ توصیف‌کننده‌ی بافت خاک به‌صورت پنتولومیک[1] بیان شده است (جدول ۴) که نشان‌دهنده‌ی بافت خاک متوسط از سطح خاک تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری و یا بیشتر از آن می‌باشد. مواردی از استفاده‌ی پیشوندهای اضافی در توصیف‌کننده‌های اصلی و کمکی خاکرخ‌های ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴،۱۵ و ۱۸ مشاهده می‌شود. دکرز و همکاران (۵) نیز به این موضوع اشاره نموده و اظهار می‌دارند که توجه به قرارگیری عمق برخی از ویژگی‌های خاک با استفاده از پیشوندهای اضافی، نظیر "اپی-"[2]، "اندو-"[3]، "بثی-"[4] و ... از مزیت‌های سامانه جهانی در تفسیر نتایج برای مدیریت خاک‌ها است. مواردی از استفاده‌ی پیشوندهای اضافی در توصیف‌کننده‌های اصلی و کمکی خاکرخ‌های ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴،۱۵ و ۱۸ در سامانه‌ی جهانی مشاهده می‌شود.

خاکرخ ۷، سامانه‌ی آمریکایی وجود اپی‌پدون مالیک[5] و اشباع بازی بیش از ۵۰ درصد در تمام افق‌ها را نشان می‌دهد، در صورتی‌که داشتن بافت متوسط، کربن آلی بیش از یک درصد در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی کمتر از ۲۴ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم از توانایی‌های بیشتر سامانه جهانی برای توصیف این خاکرخ به حساب می‌آید.

در سامانه‌ی آمریکایی برای طبقه‌بندی خاکرخ ۸، تقسیم‌بندی زیررده‌ی یودپتز[6] به گروه بزرگ، داشتن اپی پدون مالیک یا اومبریک[7] برای هوم‌یودپتز[8] کفایت می‌کند. ولی متأسفانه در این زیرگروه به وضوح درخصوص وجود اپی‌پدون مالیک یا اومبریک تفکیک صورت نگرفته است و دقیقاً مشخص نیست که کدام اپی‌پدون وجود دارد. از آنجا که تفاوت این دو اپی‌پدون در میزان اشباع بازی خاک می‌باشد و از سویی میزان اشباع بازی خاک، یکی از مولفه‌های مهم حاصلخیزی و مدیریت خاک می‌باشد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود در گروه بزرگ هوم‌یودپت در سامانه‌ی آمریکایی، زیرگروه‌های "مالیک هوم‌یودپتز"[9] و "اومبریک هوم‌یودپتز"[10] نیز اضافه گردند تا وجود یا عدم وجود اپی‌پدون مالیک یا اومبریک به خوبی مشخص شود. توصیف این ویژگی خاکرخ در سامانه‌ی جهانی کمی واضح‌تر می‌باشد، چراکه گروه مرجع اومبری‌سولز به داشتن افق اومبریک یا مالیک یا هورتیک[11] وابسته است که به کمک توصیف‌کننده‌های اصلی قابل تشخیص می‌باشد؛ به این صورت که اگر این خاک دارای افق هورتیک یا مالیک باشد، پیشوند هورتیک یا مالیک خواهد گرفت؛ در غیر این‌صورت دارای افق اومبریک می‌باشد که در اینجا، خاکرخ دارای افق اومبریک است. همچنین این سامانه ویژگی‌های بافت خاک و کربن آلی بیش از یک درصد در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک را بهتر از سامانه‌ی آمریکایی نشان می‌دهد.

در خاکرخ ۹، سامانه‌ی آمریکایی تا سطح زیرگروه بزرگ، توانایی نشان دادن بافت بسیار درشت خاک زیرین را ندارد. اما در سامانه‌ی جهانی، قطعات درشت سنگی، بافت بسیار درشت خاک و کربن آلی بیش از یک درصد در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک زیرین را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه این خاکرخ در وجود اپی‌پدون مالیک و خاک رسوبی درشت‌دانه‌ی زیرین آن است که در سامانه‌ی آمریکایی ارجحیت با وجود اپی‌پدون مالیک است و مواد

1- Pantoloamic
2- Epi-
3- Endo-
4- Bathy-
5- Mollic Epipedon
6- Udepts

7- Umbric Epipedon
8- Humudepts
9 Mollic Humudepts
10- Umbric Humudepts
11- Hortic

رسوبی از اهمیت کمتری برخوردار هستند؛ چراکه حتی در طبقه‌بندی خاک‌ها در سطح گروه بزرگ مشاهده نشده و در زیرگروه بزرگ آورده شده است، این در حالی است که در سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی خاک‌ها وجود مواد رسوبی در توصیف‌کننده‌های اصلی و با اهمیت گنجانیده شده است. روکا و پازوس (۱۹) نیز اظهار داشتند که در سامانه‌ی جهانی، حق تقدم با وجود مواد خاکی فلوویک[1] (با یا بدون افق مالیک می‌باشد)؛ در حالی که در سامانه‌ی آمریکایی، وجود یک افق مالیک در خاک، اهمیت بالاتری دارد.

مقایسه‌ی طبقه‌بندی دو سامانه در خاکرخ ۱۱، حاکی از آن است که سامانه‌ی جهانی با توصیف‌کننده‌هایی در خصوص بافت خاک و کربن آلی بیش از یک درصد در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک اطلاعات بیشتری را نسبت به سامانه‌ی آمریکایی ارائه می‌نماید.

طبقه‌بندی خاکرخ ۱۲ همانند خاکرخ ۷ در سامانه‌ی آمریکایی، نشان از اپی‌پدون مالیک و اشباع بازی بیش از ۵۰ درصد در تمامی لایه‌های خاک می‌باشد اما سامانه‌ی جهانی بیان‌گر ویژگی‌های بیشتری همچون وجود کربنات‌ها در لایه‌های عمیق‌تر از ۵۰ سانتیمتری سطح خاک، اطلاعات بافت خاک و کربن آلی بیش از یک درصد در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک نسبت به سامانه‌ی آمریکایی است.

سامانه‌ی جهانی در طبقه‌بندی خاکرخ ۱۳ علاوه بر ویژگی‌های ذکرشده در سامانه‌ی آمریکایی، اشباع بازی زیاد خاک، بافت خاک و کم بودن کربن آلی ۵۰ سانتیمتری سطح خاک را نیز نشان می‌دهد. نکته‌ای که در اینجا به چشم می‌خورد پیشوند مالیک در طبقه‌بندی زیرگروه این خاک در سامانه‌ی آمریکایی است، که به‌دلیل داشتن ولیوی[2] رنگ مرطوب و خشک به ترتیب، کمتر از ۳ و کمتر از ۵ به‌وجود آمده است؛ یعنی وجود لایه‌ای تیره رنگ در سطح خاک. از طرفی این شرط، علاوه بر اینکه بخشی از ویژگی‌های رنگ اپی پدون مالیک است در اپی‌پدون اومبریک هم وجود دارد. درنتیجه، به نظر می‌رسد که برای نمود جامع و کامل، پیشوند "هیومیک[3]" جایگزین این پیشوند شود تا تیرگی سطح خاک مشخص شود.

خاکرخ ۱۴ در سامانه‌ی آمریکایی وجود افق آرجیلیک[4] را نشان می‌دهد. اما سامانه‌ی جهانی این افق را منعکس نمی‌سازد که دلیل آن، قرارگرفتن مرز بالایی افق آرجیلیک در زیر ۱۰۰ سانتیمتری سطح خاک است. با توجه به اهمیت وجود افق آرجیلیک در خاک‌ها، بهتر است سامانه‌ی جهانی در توصیف‌کننده‌های کمکی خود برای عمق بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر پسوندی اضافه نماید تا وجود افق تجمع رس در خاک مشاهده شود.

در خاکرخ ۱۵، سامانه‌ی جهانی علاوه بر ویژگی‌های مشترک با سامانه‌ی آمریکایی، یعنی وجود افق‌های مالیک و آرجیلیک و داشتن اشباع بازی بیش از ۵۰ درصد تمامی لایه‌ها، به وجود کربنات‌ها در لایه‌های زیر ۵۰ سانتیمتری خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی کمتر از ۲۴ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم، اطلاعات بافتی خاک و کربن آلی بیش از یک درصد در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک اشاره می‌نماید.

افق سطحی تیره رنگ، خودپوشی[5] و کربن آلی بیش از یک درصد در ۵۰ سانتیمتری سطح خاک در طبقه‌بندی سامانه‌ی جهانی برای خاکرخ ۱۶، ویژگی‌های بیشتر ارائه شده نسبت به سامانه‌ی آمریکایی می‌باشد. وجود شرایط اکوئیک[6] در خاکرخ های ۱۴ و ۱۶ و شرایط غرقابی در خاکرخ ۱۸، به خوبی در نام این خاک‌ها مشخص می‌باشد، همچنان‌که پیشوند اندو- در سامانه‌ی جهانی محل قرارگیری آن را در زیر ۵۰ سانتیمتری از سطح خاک در خاکرخ‌های ۱۴ و ۱۸ بهتر نمایان می‌کند. اما به‌نظر رکا و پازوس (۱۹) در سامانه‌ی آمریکایی، نام بسیاری از خاک‌ها نشان‌دهنده‌ی افزایش میزان رطوبت حاصل از نوسانات سطح ایستابی در لایه‌های مختلف خاکرخ‌ها می باشد.

1- Fluvic
2- Value
3- Humic
4- Argillic
5- Self- Mulching
6- Aquic Condition

در خاکرخ ۱۸، سامانه‌ی جهانی واقعیت‌های خاک در صحرا را بهترمشخص می‌کند و بیان‌گر وجود کربنات‌ها تا عمق بیشتر از ۵۰ و کمتر از ۱۰۰ سانتیمتری خاک، اشباع بازی زیاد و اطلاعات بافتی خاک است که در سامانه‌ی آمریکایی قابل ارائه نیست.

در مجموع، با توجه به اینکه سامانه‌ی جهانی از طریق اطلاعات زود یافت خاک که با ثبت ویژگی‌های موفولوژیکی خاکرخ‌ها در صحرا به دست می‌آید، به همراه نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی کمتر نسبت به سامانه‌ی آمریکایی، اطلاعات بیشتری از خاک‌های مناطق مورد مطالعه در اختیار قرار می دهد. همچنین سامانه‌ی جهانی به دلیل استفاده از توصیف کننده‌های متعدد، انعطاف پذیری بالاتری در نام‌گذاری خاک‌ها دارد. اسفندیارپور و همکاران (۶) نیز اظهار داشتند که سامانه‌ی طبقه‌بندی جهانی به دلیل استفاده از توصیف کننده‌های مختلف و انعطاف پذیری بالاتر در انعکاس خصوصیات مؤثر در نام‌گذاری خاک‌ها برای گروه‌بندی خاک‌های شور مناطق خشک و بسیار خشک استان کرمان، واقعیات صحرا را هم از نظر تغییرپذیری عمودی و هم از دیدگاه تغییرات افقی بهتر از سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی نشان می دهد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که سامانه جهانی توانایی بالاتری در توصیف خاک‌های زیرکشت توتون نسبت به سامانه طبقه‌بندی آمریکایی نشان می‌دهد که عمدتاً در جنبه‌های زیر منعکس می‌شود:

۱- استفاده از رژیم‌های رطوبتی در تقسیم‌بندی زیررده‌ها یا گروه‌های بزرگ خاک و نیز قالب ثابت نام خاک‌ها در سامانه‌ی آمریکایی، این سامانه را در نامگذاری خاک محدود می‌نماید.

۲- تعداد بیشتر گروه‌های خاک مرجع سامانه‌ی جهانی (۳۲ گروه) نسبت به تعداد کمتر رده‌های خاک سامانه‌ی آمریکایی (۱۲ رده) در بالاترین سطح طبقه‌بندی و همپوشانی رده‌ی مالی‌سولز سامانه‌ی آمریکایی با سه گروه مرجع خاک چرنوزمز[1]، کاستانوزمز[2] و فائوزمز سامانه‌ی جهانی، محدویت سامانه‌ی آمریکایی را بیشتر می کند.

۳- انعطاف‌پذیری سامانه‌ی جهانی با استفاده از توصیف کننده‌های متعدد، حساسیت بیشتری را در انعکاس ویژگی‌های خاک در نام خاک به ارمغان می‌آورد. همچنین، تأکید بر مورفولوژی خاک در مقایسه با داده‌های آزمایشگاهی، سامانه را برای کاربرد در مناطق با امکانات نسبتاً متوسط مناسب می کند.

۴- وجود افق مالیک یا اومبریک در خاکرخ ها، توسط سامانه‌ی جهانی به خوبی مشخص می گردد، در حالی که در رده‌ی اینسپتی‌سولز سامانه‌ی آمریکایی این مسأله مبهم است.

۵- توصیف کننده‌های بافت در سامانه‌ی جهانی اطلاعات بسیار مفیدی از خاک ارائه می‌کنند که در مدیریت خاک بسیار حائز اهمیت هستند؛ اما سامانه‌ی آمریکایی این توانایی را در سطح طبقه‌بندی گروه بزرگ خاک ندارد.

۶- احتمال دارد ویژگی‌هایی که در سطح زیرگروه بزرگ سامانه‌ی آمریکایی نشان داده نشده است؛ در سطوح فامیل و یا سری خاک مشاهده شود. اما برای رسیدن به این سطوح بایستی تجزیه‌های آزمایشگاهی بیشتری نسبت به آنچه در حال حاضر برای سامانه‌ی جهانی کفایت می‌کند، انجام شود.

۷- با توجه به اینکه نامگذاری در هر دو سامانه بسیار پیچیده می‌باشد، لذا انتقال اطلاعات به کاربران غیرمتخصص به زبان ساده‌تر اجتناب‌ناپذیر است. در سامانه‌ی جهانی این اطلاعات را می‌توان با سهولت بیشتری از نام خاک استخراج نمود.

.

1- Chernizems
2- Kastanozems

References

1. Assadian, A. and Mirzaee, A. R., 1999. Report of geological map, Rezvanshahr-Khakkhal sheet. Geological Survey and Mineral Exploration of IRAN. No. 5765., 1:100000. (in Persian).

2. Bahmani, M., Salehi, M., Esfandiarpour Boroujeni, I., 2014. Comparison of Soil Taxonomy and WRB for description of soil properties in some arid and semiarid regions of Central Iran. Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 18 (67): 11–21. (in Persian with English abstract)

3. Banaie, M.H. 1998. Moisture and temperature regimes map of Iran. Soil and Water Research Institute. Ministry of Agriculture, IRAN. (in Persian).

4. Dazzi, C.; Monteleone, S. 2007. Anthropogenic processes in the evolution of a soil chronosequence on marly-limestone substrata in an Italian Mediterranean environment. Geoderma, 141: 201–209.

5. Deckers, J., Driessen, P., Nachtergaele, F.O.F., Spaargaren, O., 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. Washington, D.C, New York, 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. (in Persian with English abstract)

7. 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.

8. Gao, W., Cai, K., Li, D., Lin, Y., Chen, Y., Lin, Y., Li, J., Zhao, Y., Ju, B. and Pan W. 2019. Soil taxonomy and suitability assessment on typical tobacco- planting farmlands in Guizhou, Southwest China. SN Applied Sciences. 2019 1:877:

9. Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis Part 1, Physical and Mineralogical Methods, second ed. SSSA Book Series No. 5. SSSA and ASA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 383–412.

10. Gholizadeh, A.Gh. 2018. Potassium Supplying Power of Tobacco Cultivation Soils of Northern Iran. Ph.D. Dissertation. Ferdowsi University of Mashhad. 165 p. (in Persian with English abstract).

11. Hartemink, A.E. 2015. The use of soil classification in journal papers between 1975 and 2014. Geoderma Regional., 5, 127–139.

12. Kafle, G. 2022. Diagnostic Horizons of Soils in the World. Academia Letters, Article 5757: 1-9.

13. Iran Meteorological Organization (2023). Talesh Synoptic Station Data 2007-2021. https://data.irimo.ir. (Accessed May 2023). (in Persian).

14. Iranian Tobacco Company. 2009a. Scientific report of research projects. Rasht Tobacco Institute. Iran. pp 1:20. (in Persian).

15. Iranian Tobacco Company. 2009b. Scientific report of research projects. Tirtash Education and Research Center. Iran. pp 1:34. (in Persian).

16. IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria. 236p.

17. Meng, Q.; Li, S.; Liu, B.; Hu, J.; Liu, J.; Chen, Y.; Ci, E. 2023. Appraisal of Soil Taxonomy and the World Reference Base for Soil Resources Applied to Classify Purple Soils from the Eastern Sichuan Basin, China. Agronomy 2023, 13 (1837): 1-17.

18. Moshtaghi, M., Gholizadeh, A.Gh., Gholizadeh, A.L., and Khormali, F. 2007. Identification and classification of soils of Tirtash Tobacco Research Institute farms. 10th Soil Science Congress of Iran. College of Agriculture and Natural Resources. Karaj. Iran. (in Persian).

19. 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.

20. Rossiter, D.G. 2007. Classification of Urban and Industrial Soils in the World Reference Base for Soil Resources (5 pp). Journal of Soils Sediments, 7, 96–100.

21. Sanjari S., Farpoor, M.H., Mahmoodabadi M. and Barkhori S. 2021. Soil Taxonomy and WRB comparison to classify soils with different climatic conditions in Kerman province. Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture), 43(4). 479-493. (in Persian with English abstract)

22. Sarmast, M.; Farpoor, M.H.; Esfandiarpour Boroujeni, I. 2016. Comparing Soil Taxonomy (2014) and updated WRB (2015) for describing calcareous and gypsiferous soils, Central Iran. Catena, 145 (2016): 83–91.

23. 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. 296p.

24. Soil Science Division Staff. 2017. Soil survey manual. C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger (eds.). USDA Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C. 603 p.

25. Soil Survey Staff (2012). Java Newhall Simulation Model (jNSM). ttps://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/?cid=nrcs142p2_053559.

26. Soil Survey Staff. 2022. Keys to Soil Taxonomy, 13th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service. 401 p.

27. Sparks D.L. (Ed.).1996. Methods of Soils Analysis, Part 3: Chemical Methods. SSSA Book series Number 5, Soil Science Society of America, Madison, WI. 1390 p.

28. Tavousi T., Kajehamiri Khaledi C. and Salari Fanoudi M. R. 2021. Review of Iran's Climatic Zoning Based on Some Climate Variables. Desert Management. 8(16): 17-36. (in Persian with English abstract)