نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۸، ص. ۱۸۹-۱۸۱

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 1, Mar.-Apr. 2019, p. 181-189

مقایسه سامانه‌های رده‌بندی جهانی و آمریکایی برای طبقه‌بندی خاک‌های متکامل دارای افق تجمع رس تراس‌های رودخانه‌ای زاینده‌رود

شقایق هوائی[1*]- اردوان کمالی[2]- نورایر تومانیان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۷

چکیده

با توجه به ارتباط چندجانبه خاک و سایر اجزاء سیستم‌های سطحی زمین، رده‌بندی خاک ابزاری ضروری در جهت پهنه‌بندی صحیح و اتخاذ تصمیمات مدیریتی در عرصه‌های منابع طبیعی می‌باشد. به منظور بررسی توانایی دو سامانه طبقه‌بندی جهانی و رده‌بندی آمریکایی در توصیف تغییرپذیری‌های جزئی موجود بین خاک‌های متکامل (دارای افق تجمع رس) تراس بالایی رودخانه زاینده رود، این پژوهش در سطح مطالعاتی نیمه-تفضیلی طراحی و پس از انتخاب چهار خاکرخ شاهد، کلاس‌بندی خاک طبق الگوی دو سامانه انجام گرفت. نتایج نشان داد که سامانه طبقه‌بندی جهانی به دلیل مزایایی چون توصیف کننده‌های Clayic، Cutanic، Ochric، Ruptic، Endocalcaric و نیاز به داده‌های آزمایشگاهی کم‌تر، در توصیف ویژگی‌های درون خاک‌رخی در این پژوهش بسیار موفق‌تر از سیستم رده‌بندی آمریکایی بوده، اما همچنان توانایی نمایش تفاوت در توالی افق‌های مشخصه تمامی خاک‌رخ‌های موجود در این مطالعه نیمه‌تفضیلی را نداشته است. از طرف دیگر سامانه آمریکایی بر خلاف الگوی جهانی، با بهره‌گیری از رژیم رطوبتی و حرارتی خاک، توصیفی از شرایط محیطی ارائه نموده است و اسم خاک در این سامانه نشان دهنده وجود خاک با افق آرجیلیک در شرایط اقلیمی خشک بوده است. بنابراین می‌توان بیان نمود که میزان کارآیی هر یک از سامانه‌های طبقه‌بندی جهانی و آمریکایی بسته به نوع هدف بکارگیری و مقیاس مطالعه متفاوت خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: توصیف کننده‌های سامانه WRB، خاک‌های تراس زاینده‌رود، رده‌بندی خاک

مقدمه

مدیریت پایدار منابع طبیعی یکی از اهداف اساسی برنامه‌های آمایش سرزمین است (۲۳) که به دلیل وجود روابط متقابل چندگانه و پیچیده بین اجزاء تشکیل دهنده اکوسیستم، امری دشوار است (۲۳). به این ترتیب خاک به عنوان بستر تقابل و تعامل مهم‌ترین اجزای سیستم‌های سطحی زمین، شاخصی مناسب از وضعیت اکوسیستم بوده (۲۴) و مطالعه و شناسایی آن از ملزومات اجرای برنامه‌های مدیریت پایدار اکوسیستم است (۲۴). در این راستا طبقه‌بندی خاک به عنوان تکنیکی ارزشمند برای انتقال مفید و موجز مجموعه پرحجمی از داده‌های خام و تجربه‌های کارشناسی خاک (۲)، ابزاری ضروری در پهنه‌بندی و برنامه‌های مدیریتی خاک محسوب می‌گردد. این موضوع اهمیت کارآیی و توانایی سیستم رده‌بندی در نمایش ویژگی‌های درونی و بیرونی خاک را آشکار نموده و سبب افزایش تمایل به انتخاب کارآمدترین سامانه طبقه‌بندی شده است. از بین سامانه‌های رده‌بندی متعددی که در گوشه و کنار دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند، دو سیستم طبقه‌بندی جهانی (WRB) و رده‌بندی آمریکایی (ST) نسبت به سایرین مقبولیت عمومی بیش‌تری دارند (۱۶). طبقه‌بندی در این سامانه‌ها مشابه و اساس آن بر طبقه‌بندی خاک‌ها در کلاس‌هایی با همگونی قابل قبول است (۷). با این وجود هر سیستم دارای ویژگی‌هایی منحصر به فرد در کلاس‌بندی است (۵)، که سبب قوت و یا ضعف آن در قبال اهداف مختلف پژوهشی و یا کاربردی می‌گردد.

برخی پژوهش‌گران (۲، ۷ و ۱۹) معتقدند که تأکید بیش‌تر بر مورفولوژی و تشکیل خاک، توجه به خاک‌های تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی، ارائه تنوع گسترده‌تر افق‌های مشخصه و هم‌چنین بکارگیری توصیف کننده‌های متعدد، از جمله نقاط قوت WRB است. این در

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: sh.havayi@yahoo.com)
۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

DOI: 10.22067/jsw.v33i1.75468

حالی است که عدم استفاده از شاخص‌های اقلیمی از جمله رژیم رطوبتی و حرارتی، WRB(۳) را در برخی موارد با چالشی جدی در زمینه استفاده‌های مدیریتی و نقشه‌برداری خاک مواجه می‌سازد (۱۷). از سوی دیگر،ST با بهره‌گیری از سطح فامیل گامی مهم در مسیر نیل به اهداف مدیریتی برداشته است (۱۰). اگرچه تعداد زیاد سطوح توصیفی، استفاده از تجزیه‌های آزمایشگاهی وقت‌گیر و هزینه‌بر به ویژه در سطح فامیل، مطلوبیت کاربرد این سامانه را به ویژه در مطالعه‌های نیمه‌تفضیلی و تفضیلی کاهش می‌دهد (۴).

در ایران پژوهش‌هایی مبنی بر بررسی میزان کارآیی دو سامانه WRB و ST، با محوریت خاک‌های شاخص (خاک‌های بالغ منطقه‌ای که در تعادل با شرایط محیطی کنونی هر منطقه هستند و فراوانی بیشتری نسبت به سایر خاک‌ها دارند (۱۵)،که در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران شامل خاک‌های شور، گچی و آهکی می‌باشد (۲، ۴، ۸،۱۸ و ۲۳) انجام شده است. اما موضوع مهمی که در این زمینه باقیست، ارزیابی توانایی سیستم‌های رده‌بندی در توصیف ویژگی‌های خاک‌های غیرشاخص است. از آنجایی که خاک‌های غیرشاخص کمتر مشاهده شده‌اند، می‌توانند نقطه چالش سامانه‌های طبقه‌بندی باشند. از جمله مهم‌ترین خاک‌های غیرشاخص مناطق خشک ایران مرکزی، می‌توان به خاک‌های متکاملی اشاره نمود که دارای افق تجمع مکانیکی رس بوده و در عین حال در شرایط اقلیمی خشک و گرم و اغلب روی ماده مادری آهکی تشکیل شده‌اند. حال این سوال مطرح است که آیا دو سامانه مزبور تا چه حد توانایی به تصویر کشیدن تفاوت‌های جزئی موجود بین خاک‌های غیرشاخص مطرح شده را دارند؟

به منظور پاسخگویی به این سوال، تراس بالایی رودخانه زاینده رود انتخاب شد. در این منطقه خشک و نیمه‌خشک بودن شرایط اقلیمی و آهکی بودن ماده مادری (۲۴) سبب تشکیل نوع خاصی از خاک‌های دارای افق متکامل تجمع رس شده است که به لحاظ ویژگی‌های ژنتیکی و محیطی نسبت به خاک‌های بالغ منطقه‌ای در مناطق خشک، متفاوت می‌باشند. در یک منطقه خشک فرآیندهای گچی شدن و آهکی شدن و افق‌های کلسیک و ژیپسیک، فرآیندها و افق‌های معمول در مناطق خشک هستند و خاک‌های دارای افق کلسیک و ژیپسیک نیز جزء خاک‌های متکامل مناطق خشک محسوب می‌شوند (۸). با این وجود افق آرجیلیک در ایران مرکزی به دفعات مشاهده شده است که مربوط به اقلیم گذشته مرطوب بوده و یا در اثر شرایط ژئومورفیک خاص مانند دشت آبرفتی رودخانه‌ای دیده می‌شود. در سطوح ژئومورفیک آبرفتی رودخانه‌ای بعضاً وجود گرادیان هیدرولیکی جریانات سطحی و زیرسطحی قابل ملاحظه درون دشت آبرفتی رودخانه‌ای و همچنین جریانات زیرسطحی دره که از قسمت‌های دامنه‌ای به سمت خروجی یعنی رودخانه می‌باشد، شرایط رطوبتی فراهم می‌آورد که امکان شستشوی مکانیکی رس را طی زمانی طولانی فراهم آورده است و این مسئله مستقل از قضیه اقلیم گذشته می‌باشد. به این ترتیب میزان زیاد رطوبت درون پروفیلی سبب تشکیل افق آرجیلیک درون دشت آبرفتی رودخانه زاینده‌رود شده است. اما واضح است که خاک بالغ منطقه‌ای در هر ناحیه متناسب با شرایط محیطی همان منطقه تعریف می‌گردد (۱۵)، در نتیجه با طراحی مطالعه‌ای نیمه تفضیلی در تراس مذکور، این خاک‌ها به گزینه‌ای مناسب برای به چالش کشیدن مزایا و کمبودهای دو سامانه رده‌بندی در توصیف تفاوت‌های جزئی ویژگی‌های خاک‌های مذکور، تبدیل شدند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

برای اجرای اهداف مورد نظر، منطقه‌ای از تراس رودخانه زاینده‌رود به طول و عرض جغرافیایی ′۵۰ °۵۱–′۰۲ °۵۲ شرقی و ′۳۳ °۳۲–′۳۰ °۳۲ شمالی انتخاب شد. در این منطقه میانگین تبخیر و تعرق مرجع، دما و بارندگی سالیانه به ترتیب برابر ۱۵۷۵ میلی‌متر،۱۴ درجه سلسیوس و ۱۰۸ میلی‌متر است (۹) و بر اساس معیارهای سیستم آمریکایی دارای رژیم رطوبتی اریدیک[1] و رژیم حرارتی ترمیک[2] است.

مطالعه‌های صحرایی و آزمایشگاهی

هم‌چنین به منظور بررسی میزان دقت سامانه‌ها در توصیف تفاوت‌های جزئی خاک، از الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای و سطح مطالعاتی نیمه‌تفضیلی (۱۷) استفاده شد که به صورت حفر ۴۸ خاک‌رخ با فواصل کمتر از یک کیلومتر برای منطقه ای به وسعت ۴۸ کیلومتر مربع، اعمال شد. داده‌های صحرائی برای هر خاک‌رخ براساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک (۲۲) جمع‌آوری گردید. در تمام نقاط یاد شده، ازداده‌های محیطی وژنتیکی خاک‌ها یادداشت‌برداری شد. تمامی افق‌های ژنتیکی این خاک‌رخ‌ها نمونه‌برداری شده و پس از هواخشک نمودن نمونه‌ها و عبورآنها از الک دو میلی‌متری، درصد ذرات درشت آن‌ها به روش حجمی محاسبه گردید. pH و قابلیت رسانایی الکتریکی در عصاره گل اشباع نمونه‌های خاک با استفاده از دستگاه pH متر inoLAB مدل pH7110 و دستگاه EC متر ELMEIRON مدل CC-501 اندازه‌گیری شد. بافت خاک و اجزای آن به روش پیپت (۶)، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (۱۲)، گچ به روش ترسیب با استون (۱۱) و ماده آلی به روش اکسیداسیون تر با دی‌کرومات پتاسیم (۱۲) اندازه‌گیری

1-Aridic moisture regime
2-Thermic temperature regime

شد. سپس گنجایش تبادل کاتیونی برای افق‌های مشخصه طبق معادله زیر محاسبه شد (۱۴):

$$CEC= ۱۰/۳۸ + ۱۰/۳۹\ OM + ۰/۱۳\ C + ۰/۸۰S \quad (۱)$$

که در آن OM: درصد ماده آلی، C: درصد رس و S: درصد شن می‌باشد.

براساس نتایج آزمایشگاهی، رده‌بندی خاک‌ها مطابق با کلید رده بندی آمریکایی (۲۲) و سامانه رده‌بندی جهانی (۲۷) نهایی شد. سپس از بین خاک‌رخ‌های مطالعه شده ۴ خاک‌رخ شاهد که نماینده مناسبی برای تغییرات خاک‌های دارای افق آرجیلیک دشت آبرفتی رودخانه‌ای بودند انتخاب گردیده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های مرفولوژیکی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه (۲۰)

Table 1– The physical and chemical properties of the soil profiles (20)

خاک‌رخ شاهد Control pedon	افق Horizon	عمق Depth (cm)	مرز افق Boundary	رنگ Color		ساختمان Structure	جوشش Effervescence	پوشش‌ها یا تجمع‌ها Clay film or Concentration	سنگ‌ریزه Gravel(٪)
				خشک Dry	مرطوب Moist				
1	Ap	0–30	CW	10YR 5/4	10YR 4/4	GR	ST	–	6
	2Bt1	30–45	CS	10YR 5/8	10YR 3/6	SBK	ST	m, f, 10YR 3/6, clf, pf	–
	2Bt2	45–68	CS	10YR 5/8	10YR 3/6	SBK	ST	m, f, 10YR 3/6, clf, pf	–
	2Bt3	68–140	–	7.5YR 4/6	7.5YR 4/4	M	ST	m, p, 7.5YR 4/4, clf, pf	–
2	Ap	0–34	GS	10 YR 5/3	10YR 4/6	SBK	ST	–	5
	2Bw	34–50	CS	7.5YR 5/4	7.5YR 4/6	ABK	ST	–	–
	2Bt	50–150	–	7.5YR 4/6	7.5YR 3/4	M	SL	m, f, 7.5YR 3/4, clf, pf	–
3	Ap	0–32	CS	10YR 5/3	10YR 5/6	GR	ST	–	–
	Bw	32–53	CS	7.5YR 5/4	7.5YR 4/6	ABK	ST	–	–
	Bt	53–150	–	7.5YR 4/6	7.5YR 4/4	M	ST	m, p, 7.5YR 4/4, clf, pf	–
4	Ap	0–36	CW	10YR 5/3	10YR 4/4	GR	ST	–	–
	Bt1	36–70	AW	7.5YR 4/6	7.5YR 4/3	SBK	ST	m, f, 7.5YR 4/3, clf, pf	–
	Bt2	70–140	–	7.5YR 4/6	7.5YR 4/3	M	SL	m, f, 7.5YR 4/3, clf, pf	–

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه (۲۰)

Table 2– The physical and chemical properties of the soil profiles (20)

خاک‌رخ شاهد Control pedon	افق Horizon	عمق Depth (cm)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی Organic carbon(٪)	کربنات معادل Calcium Carbonate Equivalent (٪)	گچ Gypsum (٪)	CEC (cmol/kg)	درصد رس Clay (٪)	بافت Texture (٪)
1	Ap	0–30	7.5	6.14	0.70	23	–	29.69	40	silty clay loam
	2Bt1	30–45	7.6	7.5	0.45	20	–	26.15	49	clay
	2Bt2	45–68	7.6	4.48	0.29	17	–	24.48	61	clay
	2Bt3	68–140	7.5	5.02	0.22	18	–	22.04	62	clay
2	Ap	0–34	7.6	6.1	0.84	26	–	31.74	36	silty clay loam
	2Bw	34–50	7.5	5.4	0.55	21	–	26.60	39	silty clay loam
	2Bt	50–150	7.5	5.2	0.45	19	–	24.92	48	silty clay
3	Ap	0–32	7.7	4.1	0.73	25	–	30.43	38	clay loam
	Bw	32–53	7.5	7.9	0.33	23	–	23.15	41	silty clay
	Bt	53–150	7.6	4.3	0.22	23	–	21.67	54	clay
4	Ap	0–36	7.7	5.4	0.81	21	–	31.13	39	silty clay loam
	Bt1	36–70	7.6	4.7	0.64	15	–	28.92	49	silty clay
	Bt2	70–140	7.6	5.1	0.55	14	–	28.43	58	clay

جدول ۳- طبقه‌بندی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه بر اساس دو سامانه مختلف

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

خاک‌رخ شاهد Control pedo	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱٤) Soil Taxonomy (2014)	طبقه‌بندی جهانی (۲۰۱٤) به روز شده (۲۰۱۵) WRB (2015)
1	Fine, Mixed, Active, Thermic, Typic Haplargids	Endocalcaric Luvisols (Clayic, Cutanic, Ochric, Ruptic)
2	Fine, Mixed, Active, Thermic, Typic Haplargids	Endocalcaric Luvisols (Clayic, Cutanic, Ochric, Ruptic)
3	Fine, Mixed, Active ,Thermic, Typic Haplargids	Endocalcaric Luvisols (Clayic, Cutanic, Ochric)
4	Fine, Mixed, Active ,Thermic, Typic Haplargids	Endocalcaric Luvisols (Clayic, Cutanic, Ochric)

نتایج و بحث

پس از رده‌بندی نهایی، با حذف خاک‌رخ‌های تقریباً مشابه، چهار خاک‌رخ با تنوع در توالی و نوع افق‌های مشخصه انتخاب شده و توانایی دو سامانه در به تصویر کشیدن این تنوع، مورد ارزیابی قرار گرفت. ویژگی‌های مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی نمایش داده شده در جداول ۱ و ۲ منجر به کلاس‌بندی خاک‌رخ‌ها، به ترتیب نشان داده شده در جدول ۳ گردید.

بر اساس شواهد صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی، چهار خاک‌رخ مورد مطالعه به دلیل وقوع انقطاع سنگی و همچنین حضور یا عدم حضور افق کمبیک و وجود افق تجمع رس تجمعی دارای چهار توالی متفاوت از افق‌های مشخصه می‌باشند. همچنین کلکاریک[1] بودن زمینه خاک‌رخ‌ها یکی دیگر از ویژگی‌های بارز آن‌ها بوده است. همان گونه که جدول ۳ نمایش می‌دهد، هر چهار خاک‌رخ به دلیل اریدیک بودن رژیم رطوبتی منطقه و وجود افق مشخصه آرجیلیک[2]، بر مبنای ST در گروه بزرگ Haplargids قرار گرفتند. افق‌های تجمع رس با توجه به معیارهای سیستم WRB نیز به عنوان افق آرجیک[3] تشخیص داده شدند. سپس بر اساس مقادیر CEC محاسبه شده و با توجه به کلکاریک بودن زمینه خاک که گویای درصد اشباع بازی بیش از ۵۰ است، تمامی خاک‌رخ‌ها گروه مرجع Luvisols در WRB را به خود اختصاص دادند.

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد تفاوت توانایی دو سامانه رده بندی در این پژوهش از سطح فامیل در ST و کاربرد توصیف کننده‌ها در WRB آغاز می‌گردد. در حقیقت این تفاوت به دو بخش اصلی ۱- توصیف شرایط محیطی و ۲- توصیف ویژگی‌های درونی خاک‌رخ‌ها، تقسیم می‌شود. طبق یافته‌های جدول ۳، ST در توصیف شرایط محیطی بسیار موفق‌تر از WRB عمل نموده است. این الگو، شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه را در نام هر خاک به خوبی منعکس کرده است. نوع رژیم رطوبتی (Aridic) در سطح رده (argids) و رژیم حرارتی (Thermic) در سطح فامیل برای تمامی خاک‌رخ‌ها مشخص شده است. اما WRB نه در سطح اول (گروه مرجع) و نه در سطح دوم کلاس‌بندی خود (توصیف کننده‌ها) کوچکترین اشاره‌ای به وضعیت اقلیمی خاک‌ها نداشته است. در واقع این سیستم استفاده از ویژگی‌های اقلیمی را تنها برای تفسیر خاک مناسب می‌داند (۲۵). این در حالی است که اشاره به شرایط اقلیمی در رده‌بندی خاک‌ها، کمکی ارزنده در جهت تصمیم‌گیری پیرامون نوع کاربری مناسب و مدیریت خاک می‌باشد. از طرف دیگر نتایج مشخص نمود که توصیف کننده-های اصلی و متمم، کارایی WRB را در توصیف ویژگی‌های درون خاک‌رخی به شدت نسبت به ST افزایش داده و این سامانه تا حدودی تنوع در توالی افق‌ها را نمایش داده است. این در حالی است که ST حتی در سطح فامیل نیز قادر به این کار نبوده و هر چهار خاک را تحت یک نام طبقه‌بندی کرده است. از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های درونی که WRB با استفاده از توصیف‌کننده اصلی Endocalcaric به آن اشاره نموده است، حضور مقادیر قابل توجهی از ترکیبات کربنات کلسیم (جدول ۲) در زمینه خاک‌رخ‌ها می‌باشد. طبق تعریف WRB مواد کلکاریک، موادی هستند که در بخش اندازه ذرات کوچکتر از ۲ میلی‌متر خاک، با اسید HCl یک مولار به شدت بجوشند. این مواد حاوی بیش از ۲ درصد کربنات کلسیم معادل می-باشند. این تعریف نشان می‌دهد که زمینه خاک‌رخ‌های مورد مطالعه همگی کلکاریک بوده است. با این وجود که داشتن زمینه کلکاریک، موضوعی مهم در راستای مسایل مدیریتی و کاربری اراضی است، اما در ST هیچ تحت گروهی از گروه بزرگ Haplargids این ویژگی را نمایش نمی‌دهد. به‌علاوه اینکه در سطح فامیل نیز تعریف سخت-گیرانه کلاس کانی‌شناسی Carbonatic امکان توصیف این ویژگی را در پژوهش پیش‌رو، از بین برده است.

وضعیت بافت خاک نیز از جمله دیگر ویژگی‌های درون خاک‌رخی مؤثر بر مدیریت و کاربری خاک است. زیرا نوع بافت خاک بر هدایت هیدرولیکی، زه‌کشی، مقاومت و فرسایش‌پذیری خاک اثر چشم‌گیری دارد (۲۸). استفاده از توصیف‌کننده متمم Clayic در WRB و Fine در بخش توزیع اندازه ذرات سطح فامیل خاک در ST برای تمامی

1- Calcaric
2- Argilic
3- Argic

خاک‌رخ‌ها، نشان‌دهنده تشابه وضعیت کلی بافت خاک در منطقه مورد بررسی می‌باشد. البته لازم به ذکر است که WRB بدون انجام آزمایش‌های فیزیکی خاص (تعیین اجزاء شن) به این مهم دست یافته است. Cutanic توصیف کننده متمم دیگری است که سامانه جهانی با استفاده از آن توانایی نمایش چند ویژگی مهم درون خاک‌رخ‌ها را بدست آورده است. طبق تعریف زمانی که تشخیص آرجیک بودن افق تنها بر اساس شواهد تجمع ته نشستی رس و مستقل از افزایش میزان رس صورت گیرد (موارد هم‌چون وقوع انقطاع سنگی، حضور مستقیم لایه شخم روی افق آرجیک و یا حذف افق سطحی خاک در اثر فرسایش) از توصیف کننده Cutanic برای نمایش چگونگی تشکیل افق آرجیک استفاده می‌گردد. اضافه شدن این توصیف کننده در WRB، گامی ارزشمند در زمینه کاربرد این سیستم در توصیف چگونگی تشکیل و تکامل خاک‌های متکامل می‌باشد. این در حالی است که گرچه ST نیز چنین مواردی را در نظر گرفته است، اما هیچ گزینه‌ای برای نمایش آن در اسم خاک ارائه نمی‌دهد. خاک‌رخ‌های ۱ و ۲ به دلیل وقوع انقطاع سنگی، خاک‌رخ شماره ۴ به دلیل حضور مستقیم لایه شخم روی افق آرجیک و خاک‌رخ شماره ۳ نیز به دلیل احراز تنها شرط (2b.iii وجود بیش از ۵ درصد پوشش رسی در سطح خاک‌دانه‌ها)، از توصیف‌کننده متمم Cutanic بهره برده‌اند. انقطاع سنگی ویژگی دیگری است که در خاک‌رخ‌های شماره ۱ و ۲ رخ داده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد سامانه آمریکایی قادر به نمایش وقوع انقطاع سنگی در این خاک‌رخ‌ها حتی در سطح فامیل نیز نبوده است. با توجه به ساختار ST، در مواردی که انقطاع سنگی همراه با تضاد شدید بافتی نباشد، این سامانه امکان نمایش وقوع آن را نخواهد داشت. اما WRB با استفاده از توصیف کننده Ruptic وجود انقطاع سنگی را به طور کاملاً مستقل از وضعیت بافتی خاک نشان داده است. همان‌گونه که جدول ۳ نشان می‌دهد، توصیف کننده متمم Ochric نیز در اسم مربوط به WRB هر چهار خاک‌رخ به چشم می‌خورد. این توصیف کننده را می‌توان از دو منظر توصیف وضعیت محیطی و درونی مورد بررسی قرار داد. در حقیقت Ochric شرایطی را توصیف می‌نماید که در آن میزان کربن آلی در ۱۰ سانتی متر ابتدایی خاک معدنی به طور میانگین هم‌وزن شده، بیش از ۰/۲ درصد بوده و لایه مذکور شرایط افق‌های مالیک، آمبریک و معیارهای توصیف کننده هیومیک را نداشته باشد. بدین ترتیب Ochric علاوه بر نمایش میزان نسبتاً کم ماده آلی در سطح خاک، به طور غیرمستقیم تداعی کننده شرایط محیطی است که چندان مناسب تولید و تجمع ماده آلی نباشد. این در حالی است که ST توصیفی از وضعیت خاک سطحی در زیرگروه Typic Haplargids و یا در سطح فامیل ارائه نداده است. به این ترتیب می‌توان بیان نمود که در این پژوهش نیمه‌تفضیلی، WRB یک دوم و ST هیچ یک از چهار توالی-های افق مشخصه تشخیص داده شده در منطقه مطالعاتی را نمایش نداده‌اند.

روکا و پازوس (۱۶) بیان نمودند که در مقایسه WRB و ST، WRB با بهره‌گیری از توصیف کننده‌ها، انعطاف‌پذیری و حساسیت بیشتری در انعکاس ویژگی‌های خاک، در قالب نام آن دارد. دکرز و همکاران (۳) گسترده بودن اغلب تعریف‌های ارایه شده برای افق‌های مشخصه موجود در دوسامانه مذکور و عدم استفاده از معیارهای اقلیمی در WRB را توجیهی بر اندک بودن همبستگی میان این دو سیستم می‌دانند. موراند (۱۰) نیز WRBرا در نقشه‌برداری خاک، نسبت به ST کارآمدتر می‌داند. این پژوهشگر بیان می‌کند که WRB به دلیل داشتن الگوی طبقه‌بندی مناسب‌تر (تعداد بیشتر گروه‌های خاک مرجع و وجود توصیف کننده‌های مختلف برای هر گروه) و همچنین استفاده کم‌تر از نتایج آزمایشگاهی، قابلیت کاربردی بیشتری نسبت به ST دارد. سرمست و همکاران (۱۸) در مطالعه‌ای به مقایسه الگوی ST (۲۰۱۴) و WRBبه‌روز شده (۲۰۱۵) در توصیف خاک‌های آهکی و گچی ایران مرکزی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که WRB با بهره‌گیری از توصیف کننده‌ها در طبقه‌بندی خاک‌های این ناحیه، به‌ویژه خاک‌های شور بسیار مؤثرتر از ST بوده است. تومانیان و همکاران (۲۳) نیز معتقدند که WRB دارای توانایی بیشتری در طبقه‌بندی ویژگی‌های جزئی‌تر خاک، نسبت به STs می‌باشد. اسفندیارپور و همکاران (۴) نیز در مطالعه خاک‌های شور به این نتیجه رسیدند که توصیف کننده‌های پیشوندی و پسوندی WRB سبب سودمندی وکارایی بیشتر آن نسبت به ST شده است.

اما نکته قابل تأمل در این بین، ناتمام ماندن داستان این چهار خاک‌رخ در هر دو سیستم رده‌بندی است. همان‌گونه که جداول ۱ و ۳ نشان می‌دهند، مسئله وجود یا عدم وجود افق مشخصه کمبیک، در اسامی حاصل از هر دو سامانه، ناگفته باقی مانده است. وجود یا عدم وجود افق مشخصه کمبیک در چهار خاک‌رخ مورد نظر می‌تواند نشان‌دهنده وجود تفاوتی در مسیر تکامل آن‌ها باشد. این موضوع در مطالعه‌های تشکیل و تکامل خاک نکته‌ای مهم بوده و نیازمند بررسی و تفسیر خواهد بود. اما هیچ یک از دو الگوی رده‌بندی در سطوح مختلف خود توانایی نمایش این موضوع را نداشته‌اند. به این ترتیب در مجموع می‌توان بیان نمود که در بررسی خاک‌های متکامل غیرشاخص تراس بالایی زاینده رود در مقیاس مطالعاتی نیمه‌تفضیلی، هر دو سامانه طبقه‌بندی دارای مزایا و کمبودهایی در ارتباط با نمایش ویژگی‌های درونی و محیطی خاک‌رخ‌ها بوده‌اند. اگرچه در مجموع WRB توانایی بیشتری در نمایش تنوع و توالی افق‌های خاک‌رخ‌ها داشته است، اما در توصیف کامل ویژگی‌ها و تفاوت‌های جزئی‌تر مانند وجود یا عدم حضور افق کمبیک موفق نبوده است. به این ترتیب WRB نیز در مطالعه نیمه‌تفضیلی اجرا شده، امکان توصیف دقیق تفاوت‌های جزئی خاک را به طور کامل نداشته است. گردآورندگان WRB خود نیز بر این باورند که این سامانه در پژوهش‌های بزرگ

مقیاس‌تر از مطالعات اجمالی (۱/۲۵۰۰۰۰) (۱۷) پاسخ‌گوی دقت مورد نیاز در توصیف تغییرپذیری خاک نبوده و توصیه به اعمال سیستم‌های رده‌بندی دقیق‌تر محلی نموده‌اند (۲۷).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان کارآیی هر یک از سامانه های طبقه‌بندی جهانی و آمریکایی بسته به نوع هدف بکارگیری آن‌ها متفاوت خواهد بود و در مجموع هر دو سامانه دارای مزایا و کمبودهایی در ارتباط با نمایش ویژگی‌های درونی و محیطی خاک-رخ‌های مورد مطالعه بوده‌اند. همچنین مشخص شد که WRB به دلیل داشتن مزایایی چون توصیف کننده‌های Clayic، Cutanic ، Ochric، Ruptic، Endocalcaric و همچنین نیاز به داده‌های آزمایشگاهی کم‌تر، در نمایش ویژگی‌های مختلف خاک‌های متکامل تراس بالایی زاینده‌رود موفق‌تر از ST بوده است.در عین حال نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که WRB علی‌رغم داشتن مزایای فوق، در قبال اهداف مدیریتی مرتبط با شرایط اقلیمی و پوشش گیاهی با چالش جدی روبه‌رو است. نکته قابل توجه در این بین نیز عدم توانایی هیچ یک از سامانه‌های مورد مطالعه درنمایش کامل تنوع در توالی افق‌های مشخصه و تفاوت‌های جزئی خاک‌های مورد مطالعه بوده است، هر چند که در مجموع WRB در این زمینه تواناتر از ST عمل نموده است.

منابع

1. Bahmani M., Salehi M.H., and Esfandiarpour Boroujeni I. 2014. Comparison of American Soil Taxonomy and WRB Classification Systems in Describing the Properties of Some Soils in Arid and Semi-Arid Regions of Central Iran. Journal of Agricultural and Natural Resources Sciences and Technology 67: 11–21.
2. Cline M.G. 1949. Basic principles of soil classification. Soil Science 67(2): 81–91.
3. Deckers J., Driessen P., Nachtergaele F.O.F., Spaargaren O., and Berding F. 2003. Anticipated developments of the world reference base for soil resources. In: Eswaran, H., Rice, T., Ahrens, R., Stewart, B.A. (Eds.), Soil Classification: A Global Desk Reference. CRC PRESS, Boca Raton, London, New York, Washington DC. pp. 245–256.
4. 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: 1158–1171. (In Persian)
5. Eswaran H., Rice T., Ahrens R., and Stewart B.A. (Eds.). 2002. Soil Classification: A Global Desk Reference. CRC Press, Boca Raton, FL.
6. Gee G.W., and Bauder J.W. 1986. Particle size analysis, In: Klute A. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1,Am. Soc. Agron. Inc., Madison, WI. USA. pp. 383-411.
7. Gerasimova M.I. 2010. Chinese soil taxonomy: between the American and the international classification systems. Eur. Soil Science 43(8): 945–949.
8. Hasaninekuo A., Karimi A.R., Haghnia, G.H., and MahmoodiGharaii M.H. 2012. Investigating the Concepts of Residual Soils Based on Evolution of Soils Derived from Different Parent Materials in Binaloud Zone, Mashhad. Journal of Water and Soil 26: 460–470.
9. Isfahan Meteorological Administration. 2014. Isfahan climate profile.
10. Morand D.T. 2010. The World Reference Base for Soils (WRB) and Soil Taxonomy: an initial appraisal of their application to the soils of the Northern Rivers of New South Wales. Pp. 28-31. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. Brisbane, Australia.
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. In: K. I. Peverill, L. A. Sparrow, D. J. Reuter (Eds.), Methods of Soil Analysis: Part I: Agronomy Handbook No 9, ASA/SSSA, Madison, WI.
13. Nelson D.W., and Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, In: Sparks D.L. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 3, Am. Soc. Agron. Inc., Madison, WI. USA. pp. 961-1010.
14. Nourbakhsh F. 2002. A Study on the Soils of ZarrinShahr, Talekhoncheh and Kharmhine. Soil and Water Research Center Journal No. 1143.
15. Phillips J.D. 1999. Earth surface systems: complexity, order, and scale. Oxford: Blackwell.
16. 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.
17. Salehi M.H., and Khademi H. 2007. Fundamentals of soil mapping. Isfahan University of Technology press. (In Persian)
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. Schad P., and Micheli E. 2010. The next steps in soil classification or how to kill 3 birds with 1 stone: pedons,

landscapes, functions. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. pp: 40–42.
20. Schoeneberger P.J. Wysocki D.A., Benham E.C., and Broderson W.D. (Eds.). 2002. Field book for describing andsampling soils, Version 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
21. Secu C.V. Patriche C., and Vasiliniuc I. 2008. Aspects regarding the correlation of the Romanian soil taxonomysystem (2003) with WRB (2006). Ґрунтознавство 9: 56-62.
22. Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy.11th ed., NRCS, USDA, USA.
23. Toomanian N., Jalalian A., and Eghbal M.K. 2003. Application of the WRB (FAO) and USTaxonomy systems to gypsiferous soils in Northwest Isfahan. Iranian Journal of Agriculture Science of Techology 5: 51–66.
24. Toomanian N. 2006. How to develop land, soil diversity and quantitative mapping of some pedogenic characteristics in some parts of Central Iran, Ph.D., Soil college, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.
25. Wondzell S.M., Cunningham G.L., and Bachelet D. 1996. Relationships between landforms, geomorphic processes, and plant communities on a watershed in the northern Chihuahuan Desert. Landscape Ecology 11: 351–362.
26. Wiens J.A. 2009. Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation. Landscape Ecology 24: 1053–1065.
27. WRB. 2015. World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soilclassification system for naming soils and creating legends for soil maps. World SoilResources Reports No. 106. FAO, Rome.
28. Zachar D. 1982. Developments in Soil Science 10: Soil Erosion. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, the Netherlands.

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 1, Mar.-Apr. 2019, p. 181-189

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۸، ص. ۱۸۹-۱۸۱

Appraisal of The World Reference Base for Soils (WRB) and US Soil Taxonomy for Classification of Developed Soils of Zayandeh-rud River's upper Terrace

Sh. Havaee[*1]- A. Kamali[2]- N. Toomanian[3]

Received: 08-10-2018
Accepted: 06-02-2019

Introduction: Sustainable management of natural resources is one of the main goals of land use planning and is quite complicated due to various interactions in any given ecosystem. Therefore soil as the bed for interactions of main ecosystem components can be a good indicator candidate as the main requirements of sustainable land use management. Soil classification is a valuable technique for transferring a large set of data along with soil history and is a necessary tool for zoning and soil management plans. This indicates efficiency and potential of classification for showing inner and outer soil properties and stimulating for achieving the best possible soil classification system. Among various existing soil classifications, the World Reference Base for Soil Resources (WRB**)** as an international soil classification system and USDA Soil Taxonomy (STus) are more globally accepted and applied. In both systems soil orders are similar and their classifications are based on acceptable rules. However each one of them has its own characteristics and reflects its potentials. Also the relationship between soil and landscape and the necessity of sustainable nature management convert soil classification to a tool which is essential for appropriate management decisions about utilization and conservation of natural resources. This study was conducted to investigate the efficiency of Soil Taxonomy and WRB for classification of developed soils of Zayandeh-rud River's upper terrace.

Materials and Methods: This study applied on the current pathway of Zayandeh-rud River. Several pedons were studied in a semi-detailed scale study. Finally, four different pedons were selected. Routine physical and chemical analyses Selected physicochemical properties of the soil samples were determined according to the Soil Survey Laboratory Manual and soils were classified according to Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) systems. Argillic (Argic), and Cambic diagnostic horizons were investigated after field and laboratory work.

Results: Based on both field and lab studies, for these soil pedons due to lithologic discontinuity, presence or absence of Cambic horizon and accumulated clay horizon, four different sequence of horizons are realizable. Calceric matrix of soil pedons is also another prominent property of them. Due to aridity condition of the region and presence of Argilic horizon based on STus, all soil pedons were classified in great group of Haplargids. According to WRB, all pedons considered as reference group of Luvisols. As the results show, the difference between these two systems of classification was originated at family level for STus and qualifiers for WRB. In fact the difference is due to environmental qualifiers and intrinsic soil profile propertie. STus is performing better than WRB indefining the environmental conditions. Such pattern reflects the climate conditions in any given soil name. Moisture regime (Aridic) at order level (Argids) and temperature conditions (Thermic) at family level have been realized for all soil pedons. However WRB not only at first level but also for second level of classification (qualifiers) was not able to indicate. On the other hand this study results showed that main qualifiers have enhanced WRB efficiency compared to STus and was also able to define the variety of horizon sequences. STus did not show such potential even at family level and all four soils were classified under one name.

Based on the findings of the research, using qualifiers and little laboratory data requirement by WRB caused this system to be more successful than Soil Taxonomy to describe internal attributes in the pedons. WRB was more flexible in reflecting described properties in soil nomenclature. But WRB was not able to reflect soil variability in this semi-detailed study, completely. Also results showed that Soil Taxonomy couldcharacterize environmental properties of soils using soil moisture and temperature regimes. On the other hand, the presence or absence of Cambic diagnostic horizon in the four pedons can indicate a difference in their evolutionary

1 and 2- Ph.D. Student and Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafasnjan, Iran
(*- Corresponding Author Email:)
3- Associate Professor, Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran

pathway, but the presence or absence of Cambic horizon has been disregard in the names of both systems.

Conclusion: The efficiency of each system is vary according to the aims of soil survey, and both systems have advantages and disadvantages in relation to displaying the internal features and the soil environment. The WRB was more succeed than ST_{US} in displaying variety of the characteristics of developed soils in this study, due to its advantages such as Clayic, Cutanic, Ochric, Ruptic, Endocalcaric and also requires less laboratory data. On the other hands, WRB is facing a serious challenge to management objectives related to climatic conditions and vegetation. Therefore, it can be concluded that purpose and scale of a study affects the efficiency of Soil Taxonomy and WRB classification systems to describe soil properties.

Keywords: Developed soils of Zayandeh-rud River's Terraces, Soil classification system, Sustainable nature management