



## بررسی کارآیی سیستم‌های رده‌بندی آمریکایی و جهانی در توصیف خصوصیات خاک‌های تکوین یافته از مارن در مناطق خشک و نیمه‌خشک

ابوالفضل معینی، علیرضا صیامی، سپیده مفیدی، شیوا محمدیان خراسانی  
استادیار گروه آبخیزداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده

کارآیی دو سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) و سیستم جهانی (۲۰۱۵) در توصیف خصوصیات خاک‌های تشکیل یافته از مواد مادری یکسان در دو منطقه خشک و نیمه‌خشک در استان‌های البرز و زنجان مورد پژوهش قرار گرفت. پس از مطالعات اولیه، پنج خاکرخ شاهد از بین خاکرخ‌های تشریح شده، انتخاب و پس از انجام آزمایش تجزیه و تحلیل شدند. نتایج، بیانگر موفقیت بیش‌تر سیستم رده‌بندی جهانی در توصیف خاک‌های منطقه نیمه‌خشک تشکیل یافته از مواد مادری مارن به سبب در نظر گرفتن عمق کم خاک در بالاترین سطح می‌باشد، در حالی‌که در منطقه خشک با مواد مادری مارن، سیستم رده بندی آمریکایی با توصیف وضعیت حرارتی و رطوبتی خاک، کارآیی نسبتاً بالاتری از خود نشان داده است. در نهایت هیچ‌کدام از دو سیستم، کارآیی مناسب و دقیقی برای توصیف خاک‌ها به سبب رده‌بندی متفاوت در هر دو سیستم علی‌رغم اهمیت بالای آن در تشکیل، تکامل خاک و اهداف مدیریت اراضی ندارند.

واژه‌های کلیدی: اشتهارد، زنجانرود، سیستم رده‌بندی خاک، مارن

### مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تشکیل هر اکوسیستمی، طبیعت خاک‌های آن اکوسیستم است. تشکیل و طبقه‌بندی خاک‌های یک منطقه، کلید اساسی در تحقیقات خاکشناسی می‌باشد. اکثر پژوهش‌های صورت گرفته در مطالعات خاکشناسی در گذشته بر پایه سنگ مادر و تفسیر آن متمرکز بودند (Hartemink, 2012). طبقه‌بندی موجودات طبیعی جهان هستی به منظور جمع‌بندی دانش بشر، سهولت یادآوری، درک خواص و روابط بین موجودات صورت می‌گیرد. طبقه‌بندی خاک از این قاعده مستثنی نیست. هدف نهایی از طبقه‌بندی خاک نیز برآورده ساختن خواسته‌های بشر و حداکثر بهره‌برداری از زمین می‌باشد. لازمه این امر، گروه‌بندی خاک‌های مشابه، به‌منظور حداکثر برداشت محصولات کشاورزی می‌باشد. یکی از دلایل اصلی ایجاد سیستم‌های طبقه‌بندی خاک، شناسایی تفاوت ویژگی‌های مهم خاک‌ها برای اهداف مدیریتی است. از اهداف طبقه‌بندی خاک، ایجاد کلاس‌های کم و بیش یکنواخت می‌باشد که به موجب آن، تفاوت‌های اساسی موجود در ویژگی‌های خاک آشکار می‌شود (Cline, 1989). در این بین دو سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی (USDA Soil Taxonomy, 2014) و سیستم جهانی (WRB, 2015) از استقبال عمومی بالاتری در بین کشورهای مختلف از جمله ایران برخوردار می‌باشند. Deckers *et al.* (۲۰۰۳) دلایلی همچون عدم تساوی تعداد سطوح موجود در سلسله مراتب سامانه‌های مزبور (۱۲ رده در سامانه آمریکایی در مقابل ۳۲ گروه مرجع خاک سامانه طبقه‌بندی جهانی)، وسیع و گسترده بودن اغلب تعریف‌های ارائه شده برای افق‌های مشخصه مشابه موجود در دو سامانه مذکور و عدم استفاده از معیارهای اقلیمی در سامانه طبقه‌بندی جهانی را توجیهی بر اندک بودن همبستگی میان این دو سامانه می‌دانند. Secu *et al.* (۲۰۰۸) بیان کردند که سامانه طبقه‌بندی جهانی تلاش می‌کند تا تمامی انواع خاک‌های موجود در جهان را پوشش دهد؛ بنابراین، از تنوع افق بالاتری نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی

برخوردار است و تأکید بیش‌تری بر مرفولوژی و تشکیل خاک دارد. Gerasimova (۲۰۱۰) عقیده دارد که برتری سامانه جهانی نسبت به سامانه آمریکایی، در ارتباط با خاک‌های متأثر از فعالیت‌های انسانی می‌باشد؛ چرا که در سامانه جهانی، دو گروه مرجع خاک آنتروسول و تکنوسول در این ارتباط مد نظر قرار گرفته‌اند.

مارن، مخلوط رس و ذرات کلسیت یا دولومیت است که میزان کربنات آن بین ۳۵ تا ۶۵ درصد می‌باشد. مارن‌ها نسبت به آهک، درجه تراکم و سختی کم‌تر و نسبت به رس، خاصیت شکل‌پذیری و چسبندگی پایین‌تری دارند. همچنین مارن، به‌عنوان حساس‌ترین لیتولوژی در برابر فرسایش و هوازدگی نقش عمده‌ای در رسوب‌زایی حوزه‌های آبخیز دارد. خاک‌های تشکیل یافته از مارن، عمدتاً ریزبافت، حاوی گچ و نمک‌های محلول‌تر از گچ می‌باشند و در برخی اراضی، خاک‌های شور و بدلند را تشکیل می‌دهند. پژوهش حاضر با هدف بررسی کارآیی این دو سیستم در خاک‌های تکوین یافته از مواد مادری یکسان (مارن) در دو اقلیم خشک و نیمه‌خشک انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش دو حوضه در هر یک از استان‌های البرز و زنجان مدنظر قرار گرفتند. منطقه اول در شهرستان اشتهارد واقع در جنوب غرب استان البرز، در محدوده طول‌های جغرافیایی  $50^{\circ}15'00''$  تا  $50^{\circ}45'00''$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $35^{\circ}39'00''$  تا  $35^{\circ}49'12''$  شمالی قرار دارد. این منطقه بر اساس داده‌های اقلیمی و برنامه کامپیوتری نیوهال دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشد و دارای متوسط بارندگی سالیانه  $227/4$  میلی‌متر است. منطقه دوم در حوضه زنجانرود واقع در شمال استان زنجان در محدوده طول‌های جغرافیایی  $47^{\circ}53'25''$  تا  $48^{\circ}24'47''$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $36^{\circ}49'38''$  تا  $37^{\circ}03'46''$  شمالی قرار گرفته است. این منطقه بر اساس داده‌های اقلیمی و برنامه کامپیوتری نیوهال دارای رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد و دارای متوسط بارندگی سالیانه  $313$  میلی‌متر است. مواد مادری تمامی خاک‌ها یکسان و مارن می‌باشد و همه خاک‌ها در واحد فیزیوگرافی تپه قرار گرفته‌اند.

قبل از انجام مطالعات صحرایی، مطالعات مقدماتی با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفت و محل حفر خاک‌ها تعیین شدند. در مجموع، پنج خاک‌خ حف و هر کدام از خاک‌ها بر مبنای راهنمای تشریح خاک‌خ اداره حفاظت خاک وزارت کشاورزی آمریکا (Soil Survey Staff, 2010) تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از هوا خشک کردن نمونه‌های برداشت شده و عبور آن‌ها از الک دو میلی‌متری، pH عصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه pH سنج و EC عصاره اشباع با استفاده از دستگاه EC سنج اندازه‌گیری شد. بافت خاک و اجزای آن به روش هیدرومتری، کربنات کلسیم به روش تیتراسیون، کربن آلی به روش والکی بلاک اندازه‌گیری گردید. در نهایت، رده‌بندی خاک‌ها بر اساس نتایج آزمایشگاهی و مطابق با کلید رده‌بندی آمریکایی (USDA Soil Taxonomy, 2014) و سیستم رده‌بندی جهانی (WRB, 2015) صورت گرفت.

## نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌های شاهد مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. بر خلاف خاک‌های منطقه اشتهارد که دارای کربنات کلسیم ثانویه می‌باشند در خاک‌های حوضه زنجانرود، کربنات‌های کلسیم ثانویه قابل رؤیت نمی‌باشند. همان‌طور که مشاهده می‌شود هر دو خاک‌خ منطقه اشتهارد، آهکی و دارای افق کلسیک می‌باشند. پایین بودن سن خاک‌های منطقه زنجانرود به سبب گرایش رنگ خاک‌ها به زردی و عدم تشکیل فرآیندهای خاکساز (Singh et al., 2013; Rindfleisch et al., 2006) و همچنین احتمالاً به سبب شرایط موضعی و اقلیم مرطوب‌تر گذشته در منطقه اشتهارد، عامل تشکیل و عدم تشکیل کربنات کلسیم ثانویه در خاک‌های به ترتیب در دو منطقه اشتهارد و زنجانرود شده است. درصد رس در خاک‌های زنجانرود از منطقه دیگر، به‌طور نسبی بیش‌تر است. میزان بالای رس در خاک‌های زنجانرود با توجه به بارندگی نسبتاً بیش‌تر این منطقه، قابل توجیه است. درصد کربن آلی در افق سطحی خاک‌های منطقه اشتهارد

نسبتاً بیش تر از خاکرخی های منطقه زنجان رود می باشد. سن خاک و جوانی نسبی خاک های زنجان رود می تواند عاملی بر این اتفاق باشد (معینی، ۱۳۸۸). گچ ثانویه در هیچ یک از خاکرخی های دو منطقه مورد مطالعه رؤیت نشد.

**جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مناطق مورد مطالعه**

شماره	افق	عمق cm	رنگ	Sand/%	Silt/%	Clay/%	Texture	pH <sub>e</sub>	EC <sub>e</sub>	CCE/%	O.C%
خاکرخی شماره ۱ زنجان- تپه	A	۰-۶	D:10YR5/2 M:10YR4/4	۵۳/۳۲	۲۶/۸۵	۱۹/۸۳	SL	۷/۷۸	۲/۹۳	۲۰	۰/۰۸
	C	۶-۱۴	M:7.5YR4/4	۴۵/۸۵	۱۹/۹۵	۳۴/۲۰	SCL	۷/۷۶	۶/۴۵	۱۶/۲۵	۰/۰۷
رده بندی در سیستم آمریکایی: Loamy-skeletal, mixed, mesic, Lithic Xerorthents											
رده بندی در سیستم جهانی: Eutric Skeletic leptosols(Loamic, Ochric)											
خاکرخی شماره ۲ زنجان- تپه	A	۰-۹	D:7.5YR4/4 M:7/5 YR4/4	۲۶/۴۳	۲۱/۹۵	۵۱/۶۲	C	۷/۷۶	۶/۱	۱۹/۵	۰/۲۵
	C	۹-۲۰	M:10YR5/2	۲۶/۷۳	۱۹/۵۲	۵۳/۷۵	C	۷/۸۵	۲/۶۸	۸/۷۵	۰/۲۳
رده بندی در سیستم آمریکایی: Fine, mixed, mesic, Lithic Xerorthents											
رده بندی در سیستم جهانی: Eutric leptosols( Clayic, Ochric)											
خاکرخی شماره ۳ زنجان- تپه	A	۰-۷	D:10YR6/3 M:10YR4/3	۲۷/۷۳	۳۷/۶۱	۳۴/۶۶	CL	۷/۸	۱/۴۶	۶/۲۵	۰/۵۶
	C	۷-۲۰	M:10YR4/4	۲۶/۶۵	۳۷/۰۱	۳۶/۳۴	CL	۷/۹	۱/۱۲	۵/۵	۰/۶۸
رده بندی در سیستم آمریکایی: Clayey-skeletal, mixed, mesic, Lithic Xerorthents											
رده بندی در سیستم جهانی: Eutric Skeletic leptosols(Loamic, Ochric)											
خاکرخی شماره ۴ اشتهارد- تپه	A	۰-۱۰	D:10YR6/3 M:10YR5/3	۶۳/۸۴	۱۲/۲۸	۲۳/۸۸	SCL	۷/۵۱	۰/۶	۷/۱۴	۰/۶۳
	BW	۱۰-۲۵	D:10YR6/3 M:10YR5/3	۶۲/۷۳	۱۳/۳۹	۲۳/۸۸	SCL	۷/۶۵	۰/۲۶	۷/۹۸	۰/۳۷
	BK <sub>1</sub>	۲۵-۴۰	D:10YR6/3 M:10YR5/3	۶۴/۶۶	۱۰/۴۶	۲۴/۸۸	SCL	۷/۶۳	۰/۲۷	۷/۱۴	۰/۴۳
	BK <sub>2</sub>	۸۰-۱۴۰	D:10YR6/3 M:10YR5/3	۶۴/۸۷	۹/۲۸	۲۵/۸۵	SCL	۷/۶۶	۰/۲۴	۱۰/۵	-
رده بندی در سیستم آمریکایی: Loamy-skeletal, mixed, thermic, Typic Haplocalcids											
رده بندی در سیستم جهانی: Cambic Calcisols (Loamic, Ochric)											
خاکرخی شماره ۵ اشتهارد- تپه	A	۰-۱۵	D:10YR6/3 M:10YR4/2	۴۹/۸۴	۲۷/۲۸	۲۲/۸۸	SCL	۷/۴۹	۰/۳۵	۷/۵۶	۱/۴۵
	BW <sub>1</sub>	۱۵-۳۵	D:10YR5/3 M:10YR4/2	۴۷/۸۴	۲۳/۲۸	۲۸/۸۸	SCL	۷/۶	۰/۲۲	۶/۳	۰/۷
	BW <sub>2</sub>	۳۵-۶۵	D:10YR6/3 M:10YR5/3	۴۱/۸۴	۲۵/۲۸	۳۲/۸۸	CL	۷/۵۱	۰/۴۶	۷/۵۶	۰/۵۳
	BK	۶۵-۹۰	D:10YR6/3 M:10YR4/3	۴۵/۸۴	۱۷/۲۸	۳۶/۸۸	SCL	۷/۵۵	۰/۴۴	۱۲/۸	-
	C	۹۰-۱۲۰	D:10YR6/3 M:10YR5/3	۴۹/۸۴	۲۷/۲۸	۲۲/۸۸	SCL	۷/۶۱	۰/۵۲	۱۰/۹۲	-
رده بندی در سیستم آمریکایی: Loamy-skeletal, mixed, thermic, Typic Haplocalcids											
رده بندی در سیستم جهانی: Cambic Calcisols (Loamic, Ochric)											

همان طور که در جدول ۱ دیده می شود، خاک منطقه زنجان رود بر مبنای سیستم رده بندی آمریکایی، یک خاک انتی سول محسوب می گردد و در سیستم جهانی، یک خاک لپتوسول نام گذاری می شود. عدم تکامل و عمق کم خاک های این منطقه سبب چنین رده بندی می باشد. خصوصیت عدم تکامل و عدم تشکیل افق های ژنتیکی (به استثنای افق های A و C) و قرار نگرفتن در

تعریف سایر رده‌های خاک، عامل اصلی قرارگیری خاک‌های منطقه زنجانرود در رده انتی سول است. حال آنکه عمق کم خاک‌های مورد مطالعه و عدم تشکیل افق‌های مشخصه، عامل قرارگیری خاک‌های این منطقه در گروه مرجع لیتوسول در سیستم جهانی است. در حالی که در سیستم رده‌بندی آمریکایی در سطوح پایین‌تر (زیرگروه) به عمق کم خاک پرداخته شده است. بر اساس معیارهای ذکر شده در سیستم رده‌بندی جهانی، وجود لایه سنگی سخت پیوسته در عمق ۲۵ سانتی‌متر یا کم‌تر از سطح خاک سبب رده‌بندی خاک‌های مذکور در گروه مرجع لیتوسول است حال آنکه در سیستم رده‌بندی آمریکایی، وجود مرز سنگی در عمق ۵۰ سانتی‌متر یا کم‌تر سبب رده‌بندی در زیرگروه لیتیک (Lithic) شده است. بنابراین سیستم جهانی با تعریف و رده‌بندی خاک‌های منطقه زنجانرود بر اساس عمق، در بالاترین سطح و تعیین محدوده عمق کم‌تر تا حدودی دارای کارایی بیشتری نسبت به سیستم آمریکایی در توصیف خاک‌های منطقه زنجانرود به‌منظور استفاده در مدیریت اراضی می‌باشد.

خاک منطقه اشتهارد بر مبنای سیستم رده‌بندی آمریکایی، یک خاک اریدی سول محسوب می‌گردد و در سیستم جهانی، یک خاک کلسی سول نام‌گذاری می‌شود. این خاک‌ها به سبب رژیم رطوبتی اریدیک و وجود افق کلسیک در محدوده عمق ۱۰۰ سانتی‌متری از سطح خاک در سیستم آمریکایی در تحت رده کلسیدز (calcids) قرار می‌گیرند. هر دو خاک منطقه اشتهارد به سبب وجود افق کلسیک در گروه مرجع کلسی سول قرار گرفته‌اند. قرارگیری خاک‌های مذکور در یک منطقه خشک عامل اصلی قرارگیری این خاک‌ها در رده اریدی سول می‌باشد، لیکن با توجه به این که سیستم رده‌بندی جهانی، اعتقاد به عدم استفاده از عوامل اقلیمی در نام‌گذاری خاک‌ها دارد و استفاده از این‌گونه ویژگی‌ها را تنها برای تفسیر خاک مناسب می‌داند، بنابراین این خاک‌ها تنها بر اساس وجود افق کلسیک تعریف و رده‌بندی شدند. همچنین وجود افق کمبیک و اکریک توسط توصیف‌کننده‌ها، کارایی سیستم جهانی را در توصیف خاک‌های مذکور بیشتر می‌کند، حال آنکه افق کمبیک در سیستم آمریکایی جایگاهی در توصیف خاک ندارد. به‌طور کلی می‌توان گفت هر دو سامانه طبقه‌بندی مزبور، ویژگی‌های خاک را نشان داده‌اند ولی ممکن است که بیان وضعیت حرارتی و رطوبتی، مزیتی برای رده‌بندی آمریکایی در این دو خاک به حساب آید. خاک‌های تکوین یافته از مواد مادری مارن در دو منطقه اشتهارد و زنجانرود دارای رده‌بندی متفاوت در هر دو سیستم می‌باشند. تفاوت در رژیم‌های رطوبتی و حرارتی، تشکیل و عدم تشکیل افق‌های مشخصه زیرسطحی سبب این تفاوت می‌باشد. در واقع نمی‌توان گفت که کدام یک از دو سیستم برای این دو منطقه، کارایی بیشتری از خود نشان داده است و به عبارتی هیچ کدام از دو سیستم، کارایی مناسب و دقیقی برای توصیف خاک‌های تکوین یافته از مواد مادری مارن (یکسان) علی‌رغم اهمیت بالای آن در تشکیل، تکامل خاک و اهداف مدیریت اراضی ندارند. عامل سن خاک و مواد مادری در توصیف خاک در هیچ یک از سیستم‌ها مورد تعریف و استفاده قرار نگرفته است. با توجه به اینکه سازندهای مارنی یکی از مهم‌ترین مواد مادری خاک‌های مناطق مطالعاتی هستند و بسیاری از خاک‌های ایران را تشکیل می‌دهند، استفاده از آن‌ها و همچنین سایر مواد مادری در سیستم رده‌بندی آمریکا همچون سطح فامیل و پسوند در سیستم رده‌بندی جهانی پیشنهاد می‌گردد.

## منابع

- اسفندیارپور بروجنی، ع.، فرپور، م.ه. و کمالی، ا. ۱۳۹۰. بررسی کارایی دو سامانه رده‌بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با طبقه‌بندی خاک‌های شور استان کرمان. نشریه آب و خاک. علوم و صنایع کشاورزی. ۲۵ (۵): ۱۱۷۱-۱۱۵۸.
- Cline M.G. 1949. Basic principles of soil classification. *Soil Sci.* 67 (2): 81-91.
- 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., T. Rice, R. Ahrens and B. A. Stewart (Eds.). *Soil Classification: A Global Desk Reference*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gerasimova M. I. 2010. Chinese soil taxonomy: between the American and the international classification systems. *Eurasian Soil Sci.* 43: 945-949.
- Rindfleisch P., Foster M.A. and Redwine J. 2013. Patterns of soil development on starch terraces along the colorado front range. *soil morphology and cosmogenic radionuclide dating*.
- Secu C.V., Patriche C. and Vasiliniuc I. 2008. Aspects regarding the correlation of the Romanian soil taxonomy system (2003) with WRB (2006). *Грунтознавство* 9: 56-62.



Singh S., Parkash B., Rao M.S., Arora M. and Bhosle B. 2006. Geomorphology pedology and sedimentology of the deoha/ganga-ghaghara interfluves upper gangetic plains (Himalian foreland basin). extensional tectonic implications. Ctena. 67: 183-203.

Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 12th ed., NRCS, USDA, USA.

Hartemink A.E. and Bockheim J.G., 2012. Soil genesis and classification, Catena.

**The Study of Functionality of USDA Soil Taxonomy and WRB systems in Describing Characteristics of Soils Developed from Marl in Arid and Semiarid Regions**

A. Moeini, A. Siami, S. Mofidi, Sh. Mohammadian Khorasani

Assistant Prof., Department of Watershed Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Former MSc. Student Department of Soil Science. Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Phd. Student Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Phd. Student Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Abstract**

The functionality of USDA Soil Taxonomy and WRB systems in describing characteristics of soils formed of similar parent materials in arid and semi-arid regions in two provinces of Alborz and Zanzan was studied. After a primary study, five control profiles from selected profiles were analyzed. Then functionality of both the USDA Soil Taxonomy and WRB systems to describe of soils in the area were studied. The results indicate greater success in the WRB system in describing arid and semi-arid soils formed of Marl parent materials, which is due to consideration of less soil depth at the highest level, while in arid region with Marl parent materials, USDA Soil Taxonomy, by describing thermal and moisture conditions of the soil, indicated relatively high functionality. Finally, neither of the systems showed proper functionality in describing soils due to different classifications in both systems, and despite their high significance in soil formation and evolution, and objectives of land management.

**Keywords:** Eshtehard, Marl, Soil classification system, Zanzan road