



رده‌های خاک و توسعه کاربری‌های سرزمین

مهشید اسکندری

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
 رایانامه نویسنده: mahi.esskandari@ut.ac.ir

چکیده

۱۲ رده اصلی خاک، در جهان وجود دارد که تنها ۷ رده در خاک‌های کشور ایران شناسایی شده است. با توجه به شرایط اقلیمی ایران که بیش از ۷۰ درصد آن را اقلیم نیمه‌خشک و خشک تشکیل می‌دهد و نیز با در نظر گرفتن شرایط شدید توپوگرافی، بخش عمده سطح کشور - پس از اراضی متفرقه - به سه رده آنتی‌سول، اریدی‌سول و اینسپتی‌سول تعلق دارد. خاک‌های آلفی‌سول و مالی‌سول منحصراً در شیب شمالی رشته‌کوه البرز و دشت‌های ساحلی دریای خزر که دارای اقلیم مرطوب و نیمه‌مرطوب است تشکیل می‌شود و مساحت آن‌ها از ۳ درصد مساحت کشور تجاوز نمی‌کند. خاک‌های آلفی‌سول برای کشاورزی، مرتع‌داری، جنگل‌داری و جنگل‌کاری مناسب است، اما برای آبی‌پروری گرمایی و سردابی قابلیت اندکی دارد و توان پرورش میگو در آن مشاهده نمی‌شود. رده آلفی‌سول برای توسعه روستایی و شهری توان بالا و برای توسعه صنعتی قابلیت متوسط دارد و برای توسعه گردشگری نیز مناسب است. خاک‌های اریدی‌سول برای دیم‌کاری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری، آبی‌پروری سردابی و گرمایی و نیز پرورش میگو نامناسب است و برای کشاورزی آبی، توسعه روستایی و مرتع‌داری ضعیف تا متوسط نشان می‌دهد. توسعه شهری، روستایی و گردشگری کاربری‌های مناسب این رده محسوب می‌شود. آنتی‌سول‌ها برای توسعه شهری، توسعه صنعتی و گردشگری توان مناسب دارد، اما برای سایر کاربری‌ها فاقد توان است و تنها مرتع‌داری و توسعه روستایی به‌صورت محدود قابل بهره‌برداری است. اینسپتی‌سول‌ها برای کشاورزی و مرتع‌داری توان متوسط تا خوب دارد. این خاک برای جنگل‌داری و جنگل‌کاری توان مناسب نشان می‌دهد، اما برای انواع آبی‌پروری نامناسب است و برای توسعه شهری و صنعتی ظرفیت پایینی دارد. توان آن برای توسعه روستایی متوسط و برای گردشگری بالا ارزیابی می‌شود. مالی‌سول‌ها برای اکثر کاربری‌ها مناسب است و تنها برای انواع آبی‌پروری توان نشان نمی‌دهد. ورتی‌سول‌ها برای توسعه روستایی، شهری، صنعتی، جنگل‌داری و جنگل‌کاری نامناسب است، اما حاصلخیزی بالایی برای گسترش کشاورزی آبی، دیم و مرتع‌داری دارد. برای آبی‌پروری و توسعه گردشگری نیز توان قابل توجهی دیده نمی‌شود. اراضی متفرقه برای هیچ‌یک از کاربری‌ها مناسب نیست، اما به‌دلیل وجود پدیده‌های منحصربه‌فرد می‌تواند برای گردشگری توان داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: آلفی‌سول، اریدی‌سول، آنتی‌سول، اینسپتی‌سول، ورتی‌سول، اراضی متفرقه

مقدمه

در آن‌ها، برای فراهم‌سازی اطلاعات مورد نیاز برنامه‌ریزان اراضی، ضرورتی انکارناپذیر است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). از ارکان اساسی مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، ارزیابی اراضی است که به‌عنوان پیش‌نیاز بنیادین ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تلقی می‌شود (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸). ارزیابی اراضی^۱ عبارت است از برآورد کارایی اراضی برای استفاده‌هایی که از قبل تعیین شده است. این مفهوم، اساس منطقی تصمیم‌گیری در انتخاب استفاده از زمین بر پایه تجزیه و تحلیل روابط بین استفاده از سرزمین بوده و طی آن برآوردهایی از نهادهای موردنیاز و ستادهای پیش‌بینی شده به‌دست می‌آید. ارزیابی بدو از تفسیر نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی‌های خاک منشأ گرفته‌است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین^۲، تعیین قدرت بالقوه و طبیعی سرزمین برای استقرار کاربری‌ها و فعالیت‌های انسان است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸).

شناسایی خاک به‌عنوان مهم‌ترین منبع پایه اراضی امری انکارناپذیر است. این فرایند، ویژگی‌های خاک را در یک منطقه مشخص توصیف نموده، خاک‌های مناطق مختلف را براساس یک سیستم استاندارد طبقه‌بندی نموده، مرز خاک‌های مختلف را در نقشه مشخص کرده و اطلاعات ویژگی‌های خاک را در یک پایگاه سازمان‌دهی شده پیش‌بینی‌هایی را پیرامون محدودیت‌های خاک برای کاربردهای چندگانه و نیز پاسخ احتمالی آن‌ها به سیستم مدیریتی مطرح می‌نماید (Soil Survey Staff, 2017). شناخت دقیق خاک‌ها و رده‌بندی آن‌ها در اعمال مدیریت‌های مختلف نقش تعیین‌کننده دارد (حیدری، ۱۴۰۰). تطبیق وضعیت موجود اراضی با کاربری‌های مرتبط به آن تحت‌عنوان قابلیت اراضی^۳ بیان می‌گردد که براساس مشخصات کیفی و کمی حاکم بر هر واحد طبقه‌بندی می‌شود (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸). طبقه‌بندی خاک را براساس ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری و قابل مشاهده آن، رده‌بندی خاک^۴ می‌نامند (Soil Survey Staff, 1999).

پیشرفت شتابان جهان در تمامی عرصه‌ها، به‌طور هم‌زمان نیازهای بشر را نیز افزایش داده است. این رشد بی‌رویه منجر به بهره‌برداری غیرتاب‌آور از منابع طبیعی و ذخایر محیط‌زیست شده و زمینه‌ساز تخریب گسترده محیط‌زیست بوده است. تخریب خاک و کاهش حاصلخیزی آن، آلودگی سه‌گانه محیطی (آب، هوا و خاک)، ذوب شدن یخچال‌های طبیعی و افزایش سطح آب دریاها در نتیجه گرمایش جهانی، کاهش پوشش گیاهی و جنگل‌زدایی، تنها بخشی از پیامدهای زیان‌بار بهره‌برداری بی‌رویه انسان از طبیعت هستند. این اقدامات نسنجیده، خسارات جبران‌ناپذیری را به محیط‌زیست وارد کرده و تعادل طبیعی را بر هم زده است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸).

با توجه به اینکه شروع، ادامه و خاتمه حیات تمام موجودات زنده در خاک انجام می‌گیرد. شکوفایی و تکامل تمام تمدن‌ها با آبادانی و برقراری خاک شروع شده است؛ انهدام، انقراض و متلاشی شدن آن نیز با تخریب و فرسایش خاک پایان خواهد یافت. خاک به‌عنوان یک منبع حیاتی، نقشی محوری در حفظ تعادل اکوسیستم‌ها و تأمین نیازهای بشر ایفا می‌کند. این منبع ارزشمند نه‌تنها بستری حاصلخیز برای تولید محصولات کشاورزی و تأمین امنیت غذایی است، بلکه در تنظیم چرخه آب، حفظ تنوع‌زیستی و مقابله با تغییرات اقلیمی نیز نقش کلیدی را ایفا می‌کند. استفاده پایدار از خاک، تضمینی برای بقای نسل امروز و انتقال این میراث به نسل‌های آینده است (زرین کفش، ۱۳۸۶).

بدیهی است که شناخت ظرفیت تولید اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین نوع کاربری از اهمیت خاصی برخوردار است. شناخت منابع اراضی به‌طور ویژه منابع خاک، قابلیت و استعداد آن‌ها، اولین و مهم‌ترین گام در برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی است. از طرفی انتخاب نوع استفاده از اراضی یک سرزمین همواره قسمتی از سیر تکاملی جوامع انسانی را تشکیل داده است. برنامه استفاده از اراضی بایستی بر پایه شناخت کامل محیط طبیعی و همچنین انواع استفاده‌های مورد نظر استوار باشد. به بیان دیگر، درک روابط متقابل و تعامل میان انواع مختلف اراضی و مجموعه گسترده‌ای از کاربری‌های مستقر

¹ Land Assessment

² Ecological Land Assessment

³ Land Capability

⁴ Soil Taxonomy

هدف اصلی مطالعه پیش‌رو، تحلیل طبقات رده خاک و تعیین کاربری‌های بهینه برای هر یک از این رده‌ها در راستای توسعه پایدار است. طیف گسترده‌ای از کاربری‌های اراضی شامل کشاورزی (آبی و دیم)، مرتع‌داری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری، آبی‌پروری (سردابی، گرمابی و پرورش میگو)، گردشگری (گسترده و متمرکز)، توسعه روستایی و شهری، توسعه صنعتی و همچنین حفاظت در برابر توسعه در این مطالعه مورد توجه قرار خواهد گرفت. با شناخت دقیق ارتباط بین ویژگی‌های خاک و پتانسیل‌های هر منطقه، می‌توان به برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه کاربری اراضی دست یافت و از این طریق به توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی کمک نمود.

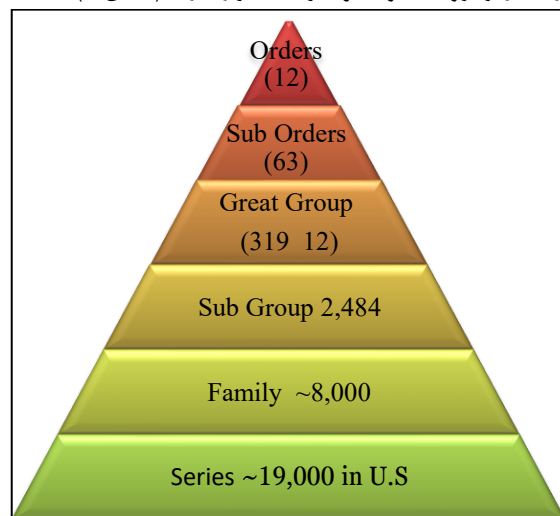
روش بررسی

در پژوهش حاضر، با رویکردی توصیفی و به‌منظور شناسایی دقیق نیازهای کاربری‌های مختلف، در گام نخست، مطالعات کتابخانه‌ای گسترده‌ای در خصوص ۱۲ رده خاک صورت پذیرفت. سپس، با بهره‌گیری از روش مرور جامع ادبیات تحقیق و مشورت با متخصصان حوزه‌های مختلف خاکشناسی، محیط‌زیست و جغرافیا نیازهای هر یک از کلان کاربری‌ها به تفصیل استخراج شد. در نهایت، با استعانت از جدول تطبیق نیازهای کاربری‌ها با رده‌های خاک (جدول ۲)، تصمیم‌گیری نهایی در خصوص تطابق بهینه این دو مقوله انجام پذیرفت.

نتایج

مطالعه خاک‌های ایران با تکیه بر سیستم طبقه‌بندی جامع خاک‌ها (Soil survey staff, 1999) و با مقیاس ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰، نقشه کاملی از منابع و پتانسیل‌های خاک در سطح کشور ارائه می‌دهد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴). براساس این مطالعه و با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی متنوع ایران، از میان ۱۲ رده اصلی خاک در جهان، تنها ۷ رده در خاک‌های کشور شناسایی شده‌اند. این رده‌ها شامل آلفی‌سول^۵، اریدی‌سول^۶، آنتی‌سول^۷، اینسپتی‌سول^۸، مالی‌سول^۹، ورتی‌سول^{۱۰} و اراضی متفرقه^{۱۱}

به‌طور کلی سیستم‌های طبقه‌بندی مختلفی در دنیا برای خاک‌ها وجود دارد. طبقه‌بندی کمی اراضی، نوعی سیستم طبقه‌بندی است که براساس سه پارامتر آب، اقلیم و پوشش گیاهی توان خاک‌ها را برای کاربری‌هایی چون کشاورزی، باغبانی، مرتع‌داری و جنگل‌داری تعیین می‌کند. نمونه دیگری از طبقه‌بندی، تناسب اراضی^۱ با روش^۲ FAO است که این رده‌بندی بر مبنای مساعد یا نامساعد بودن اراضی تنها برای طیف وسیعی از کاربری‌ها کشاورزی است (زرین کفش، ۱۳۸۶). نوع دیگری از سیستم رده‌بندی خاک سیستم طبقه‌بندی بر قابلیت اراضی آمریکا^۳ است که توسط محققان نقشه‌برداری خاک وزارت کشاورزی ایالات متحده در دهه ۵۰ و ۶۰ میلادی توسعه یافته است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). اگرچه طبقه‌بندی‌های ذکر شده تنها سیستم طبقه‌بندی خاک‌ها نیست، اما طبقه‌بندی به روش USDA^۴ به‌طور گسترده در سراسر جهان استفاده می‌شود و بسیاری از ویژگی‌های آن در سیستم‌های دیگر نیز به‌کار گرفته شده است. در این طبقه‌بندی در بالاترین سطح طبقه‌بندی، رده خاک قرار دارد و پس از آن زیررده، گروه بزرگ، زیرگروه، خانواده و سری‌ها قرار دارند (شکل ۱).



شکل ۱- هرم سلسه مراتب اجزای طبقه‌بندی خاک به روش (Soil Survey Staff, 1975)

^۵ Alfisols

^۶ Aridisols

^۷ Entisols

^۸ Inceptisols

^۱ Land Suitability

^۲ Food and Agriculture Organization of the United Nations

^۳ USDA land capability classification

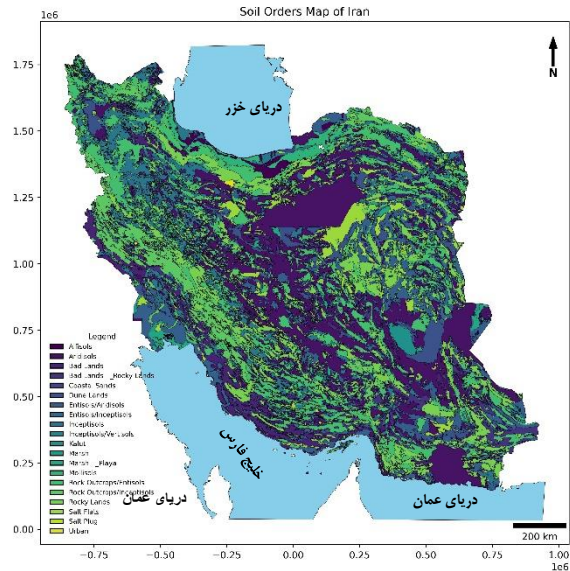
^۴ United States Department of Agriculture

تشکیل آن در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب با دوره‌های خشک و تر متناوب است (White, 2005). به‌طور کلی حدود ۱/۲ میلیون هکتار از اراضی کشور به این رده تعلق دارد و از نظر وسعت پنجمین رده خاک در ایران است. دو زیر رده اکوالف^۲ و یودالف^۳ متعلق به رده آلفی‌سول‌ها است که دارای خصوصیات متفاوتی نسبت به یکدیگر هستند. برای مثال زیررده اکوالف به دلیل رطوبت بیش از حد و زهکشی ضعیف توانایی زیادی برای تولید محصولات زراعی ندارد و تنها برای کاشت برخی محصولات مانند برنج کاربرد دارد. زیررده یودالف به‌رغم آنکه زهکشی آن مناسب است. با این حال، محدودیت‌های ناشی از توپوگرافی، این زیررده را برای کشت محصولات زراعی نامناسب کرده است. از سوی دیگر، به دلیل محیط اسیدی حاکم بر آن، غالباً بستر مناسبی برای بهره‌برداری‌های جنگلی و مرتعی فراهم می‌شود (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

پراکنش خاک‌های آلفی‌سول در ایران

در ایران، این نوع خاک به دلیل شرایط اقلیمی خاص، عمدتاً در مناطق ساحلی دریای خزر، به‌ویژه در استان‌های گیلان و مازندران، مشاهده می‌شوند (شکل ۳). رطوبت زیاد و دائمی در این مناطق، به همراه تأثیر آب‌های زیرزمینی کم عمق، شرایط مناسبی را برای تشکیل آلفی‌سول‌ها فراهم کرده است. همچنین، دامنه‌های شمالی کوه‌های البرز نیز از دیگر مناطقی است که در آن آلفی‌سول‌ها شناسایی شده‌اند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

است. اراضی متفرقه به نوبه خود شامل طیف وسیعی از خاک‌ها از جمله خاک‌های مناطق کوهستانی، بیابانی، ساحلی و شوره‌زارها است. شکل ۲ شمایی کلی از پراکنش رده‌های مختلف خاک در ایران است. در ادامه رده‌های موجود در ایران به اختصار معرفی می‌شود.



شکل ۱- نقشه پراکنش رده‌های خاک در ایران

آلفی‌سول

آلفی‌سول‌ها از متکامل‌ترین خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون ایران هستند که مطالعات جنبه‌های مختلف آن در نواحی مختلف صورت گرفته است (نظری و همکاران، ۱۳۹۸). خرمالی و همکاران (۲۰۰۳) حضور این خاک‌ها را در ناحیه فارس به تشکیل افق آرچلیک^۱ در دوران گذشته ربط داده‌اند. افق آرچلیک یک افق معدنی خاک است که با تجمع Illuvial که لایه شبکه‌ای از رس‌های سیلیکاته است، مشخص می‌شود. این افق اغلب با حداکثر تبخیر و تعرق موثر عمقی حدود ۱ تا ۲ متر دارد. از ویژگی‌های این رده می‌توان به درجه اشباع بازی بیش‌تر از ۳۵٪ (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴)، رسوب شدید رس افق B، رنگ خاکستری یا قهوه‌ای در سطوح خاک، ذخیره عناصر غذایی بالا و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا اشاره کرد (USDA, 1975). از شاخص‌های بارز شناسایی این رده

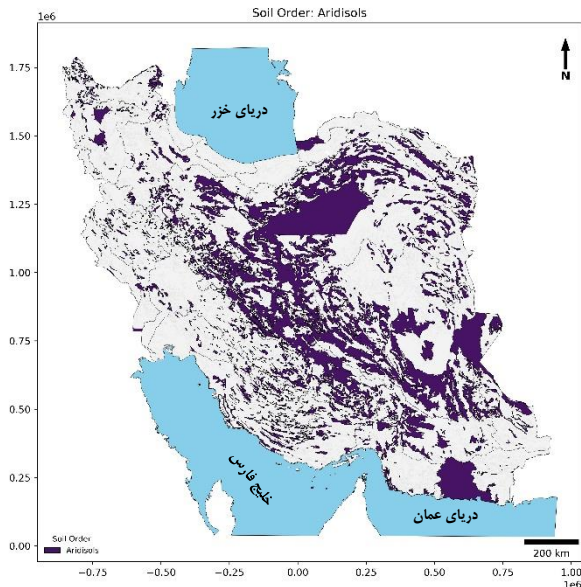
^۹ Molisols
^{۱۰} Vertisols
^{۱۱} Miscellaneous
^۱ Argelic

^۲ Aqualfs
^۳ Udalfs

اصلاحی گسترده، امکان استقرار کاربری‌های کشاورزی در آن‌ها وجود ندارد. با این حال، می‌توان از این خاک‌ها برای شورورزی (کشاورزی شورپسند) یا چراگاه‌های فصلی استفاده نمود (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

پراکنش خاک‌های اریدی‌سول در ایران

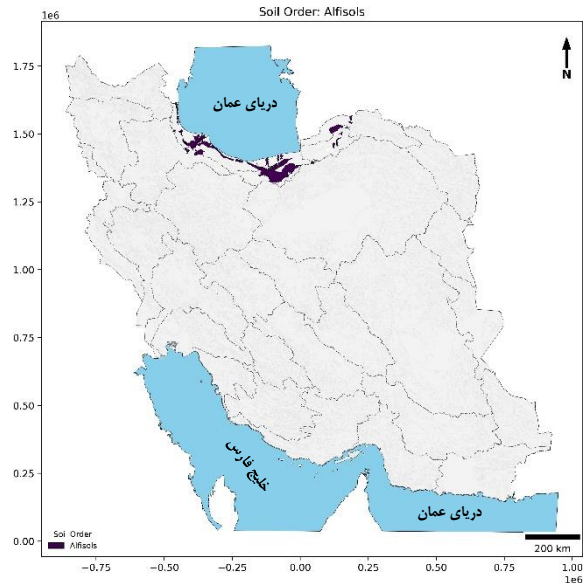
قسمت اعظم زیررده کلسید در مناطق شمال شرقی و غربی، رده جیپسید در نواحی فلات ایران، یعنی دشت کویر و لوت واقع در جنوب کویر مرکزی و بخشی از آن در منطقه خراسان متمرکز شده است (شکل ۴). اراضی غیرقابل کشت رده سالیید در قسمت مرکزی و جنوبی و جنوب شرقی کشور به‌ویژه در مناطق ساحلی جنوب ایران، زاگرس جنوبی، منطقه جنوب کویر مرکزی در جنوب غربی خوزستان، شمال گرگانرود و همچنین در اطراف دریاچه ارومیه، مناطق شمال کویر مرکزی و در نهایت خراسان قابل مشاهده است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).



شکل ۴- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده اریدی‌سول در ایران

آنتی‌سول‌ها

آنتی‌سول‌ها به‌طور معمول فاقد افق‌های ژنتیکی مشخص بوده و اغلب تنها دارای یک افق سطحی (A) هستند. به بیان دیگر، این خاک‌های معدنی هنوز به لایه‌های مشخص و مجزا تفکیک نشده‌اند. آنتی‌سول‌ها عمدتاً بافت شنی دارند و میزان کمی مواد آلی در آن‌ها یافت می‌شود. به‌دلیل این ویژگی‌ها، این نوع خاک‌ها از حاصلخیزی



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده آلفی‌سول در ایران

اریدی‌سول‌ها

رده خاک اریدی‌سول عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل شده و حدود ۳۶ درصد از سطح کشور را پوشش می‌دهند (RAJ-Kumar et al., 2005). این رده دارای رژیم رطوبتی آریدیک بوده و خاک‌های غالب مناطق بیابانی محسوب می‌شوند. در ایران، با وسعتی حدود ۳۰ میلیون هکتار، دومین رده غالب خاک‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. پوشش گیاهی پراکنده و مواد آلی اندک از ویژگی‌های بارز این رده از خاک است. تجمع کربنات کلسیم (افق کلسیک) به‌عنوان یکی از مشخصات متداول در اکثر این خاک‌ها مشاهده می‌شود.

از زیررده‌های اصلی اریدوسول می‌توان به کلسید^۱، جیپسید^۲ و سالیید^۳ اشاره کرد. زیررده کلسید با مدیریت صحیح و آبیاری، قابلیت کشت محصولاتی همچون گندم و جو و همچنین تولید علوفه را داراست. در مقابل، زیررده جیپسید به‌دلیل شور بودن و کیفیت پایین، عمدتاً به‌صورت مراتع ضعیف مورد استفاده قرار می‌گیرد و قابلیت محدودی برای کشاورزی دارد. زیررده سالیید نیز با مشکلاتی از جمله شوری، قلیائیت، زهکشی نامناسب و سطح آب زیرزمینی بالا مواجه است که استفاده از آن را برای کشاورزی آبی عملاً غیرممکن می‌سازد. احیای این خاک‌ها نیازمند هزینه‌های بسیار بالایی بوده و بدون اجرای عملیات

¹ Calcids
² Gypsid
³ Salids

برخی از دشت‌های آذربایجان و در نهایت با رژیم رطوبتی یوستیک اغلب در دشت‌های میان‌کوهی واقع در زاگرس جنوبی مانند دشت‌های جهرم و سیف‌آباد پراکنده شده است. این خاک‌ها تا حدودی دارای حاصلخیزی بوده و در صورت اعمال مدیریت صحیح می‌توان از آن برای کشاورزی آبی و تولید محصولات زراعی سالیانه بهره گرفت. در صورت قرارگیری رده در شرایط اقلیمی مناسب از لحاظ بارش می‌توان قسمتی از این خاک‌ها را برای کشت غلات دیم به کار برد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

زیررده دیگری از خاک‌های آنتی سول زیررده اورتن^۲ است که بزرگ‌ترین تفاوت آن با زیررده فلوونت در توپوگرافی مؤثر در تشکیل آن است. به‌طور کلی زیررده اورتن در مناطق شیب‌دار تشکیل می‌شود. اورتن‌های با رژیم رطوبتی توریک (اریدیک) و عمق کم در حاشیه کویر مرکزی، خراسان، سیستان و بلوچستان، اورتن‌های با رژیم رطوبتی حدفاصل توریک (اریدیک) و زریک در کوهستان‌های شمال خراسان، اورتن‌های با رژیم رطوبتی حدفاصل توریک (اریدیک) و یوستیک در تراس‌های بالائی دشت ساحلی خلیج فارس، اورتن‌های با رژیم رطوبتی زریک اغلب در مخروط افکنه‌های دشت‌های میان‌کوهی زاگرس، اورتن‌های با رژیم رطوبتی یوستیک اغلب در مخروط افکنه‌های دشت‌های میان‌کوهی جنوب هامون و جازموریان و در نهایت اورتن‌های با رژیم رطوبتی یودیک در کوهستان‌های حاشیه البرز جنوبی، پراکنده شده‌اند. به‌طور کلی از این خاک‌ها در نقاط مختلف دنیا استفاده‌های مختلفی می‌شود که می‌توان با مدیریت مناسب مانند احداث سدها، انواع آبگیرها خطر سیلاب را تا حد زیادی کاهش داد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

طبیعی پایینی برخوردارند و ظرفیت اندکی در نگهداری آب دارند (Brady & Weil, 2013). علاوه بر این، آنتی‌سول‌ها اغلب فاقد لایه‌های زیرسطحی مشخص یا تشخیصی هستند و زهکشی بسیار خوب تا فوق‌العاده‌ای دارند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴). این خاک‌ها معمولاً در مناطقی یافت می‌شوند که در آن‌ها مواد رسوبی تازه (آبرفت) یا مواد مادری مقاوم در برابر هوازدگی، مانند شن، وجود دارد. همچنین در اقلیم‌های بسیار خشک یا سرد، که مانع توسعه پروفیل خاک می‌شود، می‌توان این نوع خاک‌ها را مشاهده کرد (Islam et al., 2021).

این دسته از رده‌های خاک پیش از آنکه فرصت کافی برای تکامل داشته باشند توسط مواد رسوبی دیگر مدفون گردیده و بدین ترتیب خاک جدیدی روی آن‌ها تشکیل می‌شود. از محدودیت‌های این رده می‌توان به توانایی اندک در نگهداری آب، فرسایش شدید بادی و آبی، درسنگلاخی بودن بیش از حد، حاصلخیزی اندک و در برخی موارد سیل‌گیری اراضی و یا رسوب مواد منتقله اشاره کرد (USDA, 1975). به‌طور کلی این دسته از خاک‌ها استعداد خیلی ضعیفی برای کشاورزی (کشت دیم و کشت آبی) دارد.

پراکنش خاک‌های آنتی‌سول در ایران

تقریباً ۲۱ درصد از خاک‌های ایران را خاک آنتی‌سول تشکیل می‌دهد که مساحتی حدود ۳۳/۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص داده‌اند. این رده در ایران پراکنده و تقریباً در تمام کشور همراه با سایر گروه‌های دیگر دیده می‌شود (شکل ۵). زیررده فلوونت^۱ عموماً روی نهشته‌های هولوسن با شیب خیلی ملایم تشکیل شده‌اند که فاقد فرسایش یا زهکشی مناسب است. این زیررده با رژیم رطوبتی اکوئیک در مناطق جنوبی دشت خوزستان، با رژیم رطوبتی توریک (اریدیک) در دشت‌های ساحلی خلیج فارس و دشت‌های آبرفتی فلات مرکزی، با رژیم رطوبتی حدفاصل رژیم رطوبتی توریک (اریدیک) و زریک قابل مشاهده است. در دشت‌های میان‌کوهی استان خراسان، حاشیه شمالی کویر مرکزی و اطراف دریاچه ارومیه، با رژیم رطوبتی زریک اغلب در دشت‌های واقع در قسمت‌های مرتفع فلات مرکزی مانند دشت‌های قزوین، همدان و

² Orthents

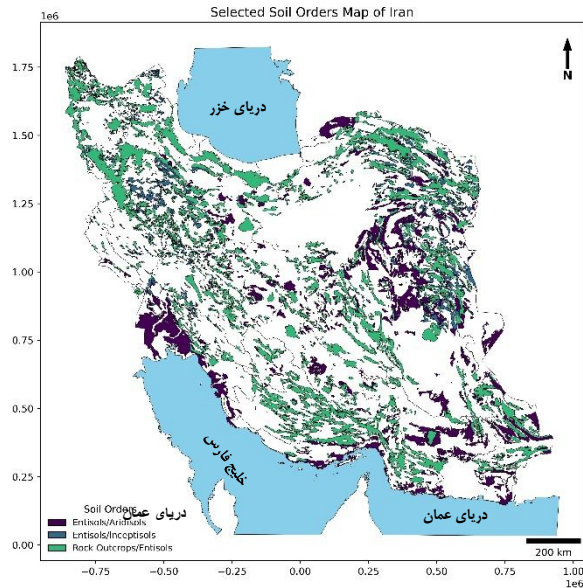
¹ Fluvents

۱۳۸۴). از ویژگی‌های منحصر به فرد این رده می‌توان به تشکیل آن‌ها روی مواد زمین‌شناسی (جوان یا قدیمی) اشاره کرد. وقوع آن‌ها روی مواد زمین‌شناسی قدیمی ممکن است ناشی از فرآیندهای پدوژنیک آهسته باشد که روی آن‌ها عمل می‌کنند و می‌توانند نتیجه فرسایش فعال یا هوازدگی آهسته باشند (Khresat, 2005).

پراکنش خاک‌های اینسپتی‌سول در ایران

بر اساس اطلاعات کسب شده از U.S. Soil Taxonomy رده اینسپتی‌سول دارای ۴ زیر رده اکوئپت^۲، زرپت^۳، یودپت^۴ و یوستپت^۵ است. اینسپتی‌سول‌ها مجموعاً حدود ۲۵ میلیون هکتار از اراضی ایران را به خود اختصاص می‌دهند که بعد از آنتی‌سول‌ها (تقریباً ۲۱٪) و اریدی‌سول‌ها (تقریباً ۱۹٪)، سومین رده خاک (تقریباً ۱۴٪) ایران را تشکیل می‌دهد (شکل ۶). زیر رده اکوئپت دارای رژیم رطوبتی اکوئیک است؛ به طوری که مقطع رطوبتی خاک در بیشتر ایام سال اشباع بوده و اگر زهکشی نیز شود باز هم مشخصات خاک‌های اشباع را نشان می‌دهد. به طور کلی می‌توان این خاک‌ها را در منطقه ساحلی خزر در استان‌های گیلان و مازندران با سطوح بالا آب زیرزمینی مشاهده کرد که قابل استفاده برای محصولات غرقاب مانند برنج است اما با احداث شبکه زهکشی مناسب برای کشت محصولات دیگر نیز قابل استفاده خواهد بود (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

زیر رده زرپت با رژیم رطوبتی زرپت در تراس‌های مرتفع فلات مرکزی، رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس و آذربایجان پراکنش یافته است که به طور کلی کم عمق بوده و می‌تواند با افق کلسیک، افق کمبیک و افق جیپسیک همراه باشد. تمرکز این زیر رده در مناطق شمال شرقی، شمال غربی و نواحی غربی است که می‌توان با استفاده از روش‌های پایدار کشت آبی تولید بالای محصولات زراعی را انتظار داشت. زیر رده یودپت دارای رژیم رطوبتی یودیک و زهکشی مناسب است و به طور معمول به رنگ‌های قهوه‌ای و مایل به قرمز دیده می‌شود. به دلیل محیط اسیدی حاکم بر این زیر رده و نیز توپوگرافی شدید آن‌ها برای کشت



شکل ۵- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده آنتی‌سول در ایران

اینسپتی‌سول‌ها

اینسپتی‌سول‌ها (Soil Survey Staff, 1999) یا کمی‌سول‌ها^۱ (FAO, 1998) طبقه‌ای از خاک‌ها هستند که مواد مادری آن‌ها تحت تأثیر فرآیندهای تشکیل خاک دست‌خوش تغییراتی شده‌اند، که برای تشخیص آن‌ها از آنتی‌سول‌ها کافی است اما برای تشکیل افق‌های مشخص که در طبقه‌بندی رده‌های دیگر خاک به کار می‌رود مناسب نیست. این خاک‌ها در ارتباط با خاک‌های تقریباً هر رده دیگری یافت می‌شوند و بسته به شرایط محلی و فرآیندهای غالب در منطقه، ممکن است در حال توسعه به روش‌های مختلفی باشند. به طور کلی در این رده افق‌هایی چون افق اسپودیک، آرجلیک، کندیک، ناتریک و اکسبیک قابل انتظار نبوده و تنها می‌توان افق کمبیک را مشاهده کرد (Khresat, 2005).

اینسپتی‌سول‌ها تقریباً ۹۲۵ میلیون هکتار از سراسر دنیا را می‌پوشانند و به عنوان دومین بزرگ‌ترین گروه طبقه‌بندی بر اساس طبقه‌بندی FAO - Unesco soil map of world شناسایی شده‌اند (FAO, 1998). رده اینسپتی‌سول تقریباً تحت همه نوع شرایط اقلیمی به خصوص مناطقی که آب‌شویی همه‌ساله صورت می‌گیرد، یافت می‌شود. اغلب اینسپتی‌سول‌ها دارای قابلیت خوبی برای کاربری‌های کشاورزی و مرتعداری هستند. این رده تقریباً ۱۴ درصد از خاک‌های ایران را تشکیل می‌دهد (بنائی و همکاران،

² Aquepts

³ Xerepts

⁴ Udepts

⁵ Ustepts

¹ Cambisols

مالی‌سول‌ها

مالی‌سول‌ها، خاک‌های معدنی تیره‌رنگ و غنی از باز هستند که اغلب در مناطق استپی یافت می‌شوند. ویژگی بارز این خاک‌ها، وجود اپیدون مالیک و غنی بودن از مواد آلی است. علاوه بر این، افق‌های آرجیلیک، ناتریک یا کلسیک نیز در بسیاری از این خاک‌ها دیده می‌شود. برخی از آن‌ها ممکن است دارای افق‌های آلبیک، دورپیان یا پتروکلسیک نیز باشند. این رده در مناطق وسیعی از جهان، از جمله دشت‌های آمریکای شمالی، اروپا، آسیا و آمریکای جنوبی، در اقلیمی با آب‌وهوای نیمه‌مرطوب تا نیمه‌خشک یافت می‌شوند. این خاک‌ها معمولاً حفاصل خاک‌های مناطق خشک (اریدی‌سول‌ها) و خاک‌های مناطق مرطوب (اسپودوسول‌ها یا آلفی‌سول‌ها) قرار دارند. اگرچه پراکنش اصلی آن‌ها در عرض‌های میانی است، اما می‌توان آن‌ها را در ارتفاعات بالاتر، عرض‌های جغرافیایی مختلف و حتی در برخی مناطق گرمسیری نیز مشاهده کرد.

پوشش گیاهی طبیعی مستقر در مالی‌سول‌ها اغلب علفزار است، اما در برخی مناطق، به‌ویژه در خاک‌های کوهستانی یا خاک‌هایی با مواد مادری غنی از کلسیم، پوشش جنگلی نیز مشاهده شده است. آن‌ها می‌توانند در طیف وسیعی از شرایط دمایی وجود داشته باشند، اما فاقد یخ‌دائمی یا گلیسول^۱ هستند (خاک‌هایی با اپیدون مالیک و یخ‌دائمی به‌عنوان گلیسول طبقه‌بندی می‌شوند). این خاک‌ها به رطوبت کافی برای حمایت از رشد علف‌زارهای دائمی نیاز دارند (USDA, 1975).

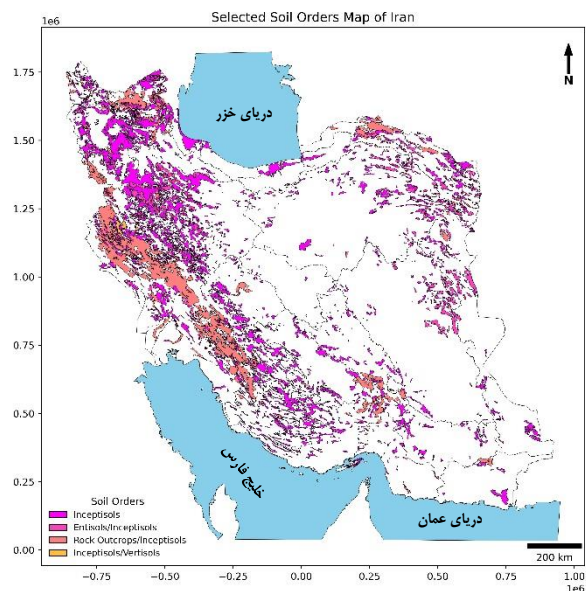
پراکنش خاک‌های مالی‌سول در ایران

تقریباً ۳ میلیون و ۶۰۰ هزار هکتار از اراضی کشور (حدود ۲ درصد) در این رده طبقه‌بندی می‌شود (شکل ۷). زیررده اکوال^۲ در تسلط رژیم رطوبتی اکوتیک است و به‌طور کلی خصوصیات خاک‌های اشباع را حتی در صورت زهکشی از خود نشان می‌دهد که عمدتاً در مناطق ساحلی خزر در استان‌های گیلان و مازندران تحت تأثیر آب‌های زیرزمینی بالا پراکنده شده‌اند. با توجه به حاصلخیزی بالای این خاک‌ها به‌طور کلی برای کشاورزی مناسب هستند اما به‌دلیل زهکشی پایین بیشتر برای محصولاتی مانند برنج

بسیاری از محصولات زراعی مناسب نیستند اما قابلیت بسیار زیادی برای کاربری‌هایی چون جنگل‌داری و جنگل‌کاری دارند و زیستگاه درختان برگ‌ریزی چون راش، ممرز، بلوط ایرانی و درختانی از خانواده کاج هستند. همچنین در شیب‌های ملایم می‌توان به کشت درختان میوه نیز در این مناطق مبادرت ورزید. این زیررده در دامنه شمالی کوه‌های البرز واقع شده‌اند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

زیررده یوستپت با پراکنشی در تراس‌های مرتفع فلات مرکزی، رشته‌کوه‌های زاگرس جنوبی، مناطق جنوب شرقی و جنوب ایران دارای رژیم رطوبتی یوستیک بوده است. افق‌هایی چون افق کلسیک، افق کمبیک و افق چپسپیک در این زیررده اینسپتی‌سول قابل مشاهده است. با اعمال مدیریت صحیح کشت محصولات علوفه‌ای، مرتع‌داری، کشت گندم و جو به‌صورت آبی و دیم و نیز سایر محصولات زراعی برای این زیررده قابل انتظار است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

به‌طور کلی می‌توان انتظار داشت که رده اینسپتی‌سول برای بسیاری از کلان کاربری‌ها مانند کشاورزی آبی و دیم، مرتع‌داری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری و زیست‌گاه‌های حیات‌وحش مناسب باشد.



شکل ۶- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده‌های اینسپتی‌سول در ایران

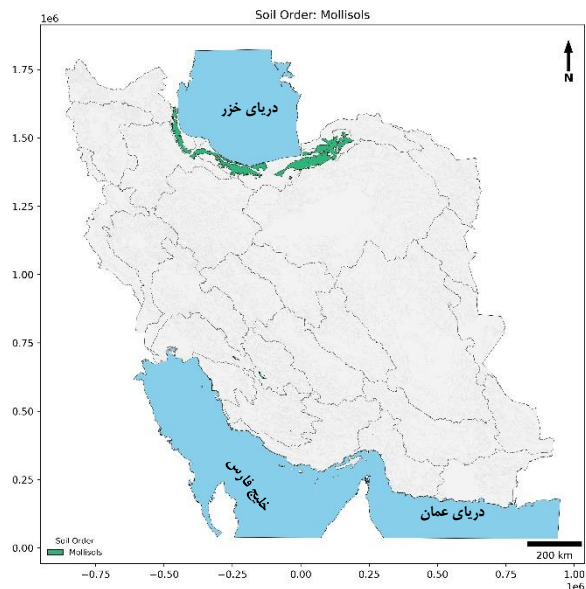
¹ Gelisols
² Aquoll

چسبناک و در فصل خشک سفت می‌شوند و یا به اصطلاح حرکت می‌کنند برای اغلب کاربری‌ها چون کاربری شهری، روستایی و کشاورزی‌های دیم نامناسب هستند. حرکت این خاک‌ها می‌تواند درختان را کج کند، پایه‌های حصار، تیرهای تلفن و برق را جابه‌جا کند و لوله‌های آب، سطوح جاده‌ها و فونداسیون‌های ساختمانی را بشکند. به دلیل دشواری در تعریف رژیم‌های رطوبتی خاک در ورتی‌سول‌ها، مدت باز و بسته شدن ترک‌ها برای تمایز رژیم‌های مختلف رطوبت خاک استفاده می‌شود. این رده معمولاً دارای میزان بالای رس، در حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد، بوده و سهم قابل توجهی از رس بسیار ریز نیز در بخش رس آن مشاهده می‌شود. ورتی‌سول‌ها غالباً در اراضی با شیب ملایم گسترش دارند، هرچند در تعداد محدودی از مناطق شیب‌دار نیز دیده می‌شوند. پوشش گیاهی طبیعی غالباً شامل علفزار، ساوانا، جنگل‌های باز یا بوته‌زارهای بیابانی است. بیشتر ورتی‌سول‌ها برای کشاورزی مکانیزه در صورتی که بارندگی یا آب آبیاری کافی وجود داشته باشد و روش‌های مدیریتی مناسبی دنبال شود، مناسب هستند. با این حال، مناطق بزرگی از ورتی‌سول‌ها در جهان کشت نمی‌شوند زیرا کشت آن‌ها به انرژی زیادی نیاز دارد، به‌ویژه در جایی که روش‌های سنتی با ورودی‌های کم استفاده می‌شود. این محدودیت یک ویژگی محدودکننده بزرگ در استفاده از زمین در این رده است (USDA, 1975).

پراکنش خاک‌های ورتی‌سول در ایران

به‌طور کلی تنها حدود ۲۲۰ هزار هکتار از خاک‌های ایران در رده ورتی‌سول قرار دارد که ۰/۱۳ درصد کل خاک‌های ایران شامل می‌شود (شکل ۸) که قسمت عمده آن در کرمانشاه، لرستان و بخش کوچکی از ایلام واقع شده است (USDA, 1975).

کاربرد دارند. دومین زیررده این خاک زیررده یودال^۱ با رژیم رطوبتی یودیک و زهکشی مناسب به رنگ قهوه‌ای و مایل به قرمز قابل مشاهده است. این خاک‌ها در کنار خاک‌های زرال با رژیم رطوبتی زیریک^۲ در دشت‌های مازندران، گرگان و کوهستان‌های شیب‌دار زاگرس و البرز قابل مشاهده است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴). به‌طور کلی خاک‌های مالی‌سول اگرچه از لحاظ حاصلخیزی در سطح بالایی از عناصر غذایی قرار دارند و آبشویی عناصر اغلب ناچیز بوده است اما به دلیل توپوگرافی و زهکشی نامناسب بیشتر برای کاربری‌های جنگل‌کاری، جنگل‌داری، مرتع‌داری و برخی از محصولات کشت دیم مناسب هستند. البته در اراضی مسطح می‌توان به کشاورزی آبی مدیریت شده نیز مبادرت ورزید.



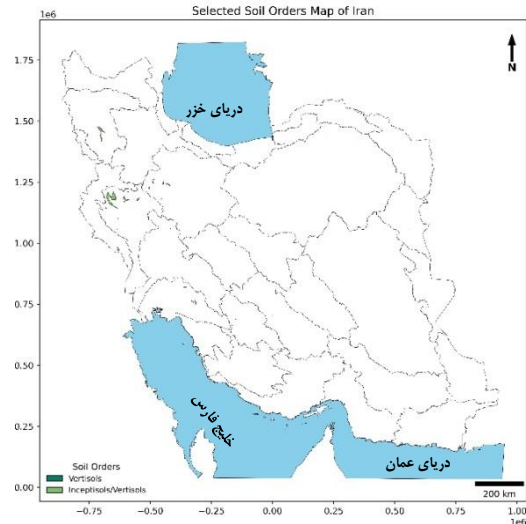
شکل ۷ - موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده مالی‌سول در ایران ورتی‌سول‌ها

ورتی‌سول‌ها خاک‌های رسی در مناطق نیمه‌خشک هستند، به همین سبب در طی سال در زمان خشک شدن منقبض و در هنگام مرطوب شدن منبسط می‌شوند که این فرایند باعث درز و ترک‌های عمیقی در عمق کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر در آن‌ها می‌شود. ورتی‌سول‌ها به دلیل مقدار و نوع رس موجود در آن‌ها، خاک‌هایی نسبتاً همگن محسوب می‌شوند؛ اما خاکدانه و ساختمان خاک دارای تفاوت‌هایی هستند. با توجه به این که این خاک‌ها در فصل مرطوب

¹ Udolls

² Xerolls

شکل ۸- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده ورتی سول در ایران
اراضی متفرقه
 اراضی متفرقه حدود نیمی از سطح کشور ایران را پوشش می‌دهد که تعریف علمی خاک شامل آن‌ها نمی‌شود. مثال‌هایی از اراضی متفرقه در جدول ۱ نشان داده شده است. اراضی متفرقه می‌توانند سطوحی در نتیجه اثرات فرسایش فعال، شست‌وشو توسط آب، شرایط نامطلوب خاک و یا ناشی از فعالیت‌های انسانی باشند (Soil Survey staff, 2017).



جدول ۱- تعدادی از اراضی متفرقه مورد استفاده به‌عنوان اجزای واحد نقشه خاک (Soil Survey staff, 1975)

توصیف اراضی	نوع اراضی
اراضی شیب‌دار یا بسیار شیب‌دار که با کانال‌های زهکش متناوب در مواد نرم زمین از یکدیگر جداسازی می‌شوند. به‌طور معمول سنگی نبوده و در مناطق نیمه‌خشک و خشک قابل مشاهده است.	هزار دره ^۱
ماسه‌های ساحلی دریای خزر و خلیج فارس یا سنگ‌ریزه‌ها یا قلوه‌سنگ‌هایی که توسط امواج، جزر و مد و یا طوفان‌های شدید مجدداً شسته شده است.	سواحل ماسه‌ای ^۲
تل ماسه‌ها، پشته یا توده‌هایی از مواد بادرفتی سست که به‌طور معمول ماسه‌ای بوده و دچار فرسایش بادی شده و عاری از پوشش گیاهی هستند.	ماسه‌زار ^۳
عوارض طبیعی و جغرافیایی در بیابان لوت که مشخصات هزاردره را دارند و در اثر عبور باد از دشت‌های رسی با حمل دانه‌های ماسه سطح دشت‌ها را شیار داده و باعث تشکیل این رخنمون می‌شود.	کلوت ^۴
خاکستر نرم و خروجی آتشفشانی را شامل می‌شود که ظرفیت نگهداری آب آن ضعیف است و قابلیت پایداری و ظرفیت بار بسیار کمی دارد.	اراضی پوشیده از خاکستر ^۵
ناحیه آب‌گیر که با آب ساکن یا جریان‌های آبی کند پوشیده شده است و دارای پوشش سبزینه علفی و اغلب همراه با انباشتگی کم پیت است. گاهی به این مناطق علفزارهای تالابی نیز می‌گویند.	کولاب‌ها و تالاب‌های گیاه‌پوش ^۶
نواحی فاقد پوشش گیاهی، موقتاً سیلابی در کف حوضه‌های بسته مناطق خشک که در معرض فرسایش بادی قرار داشته و با ته‌نشست‌های ریزبافت پوشیده شده باشد.	پلایا ^۷
صخره‌هایی که برهنه و عاری از پوشش گیاهی هستند که در کوهستان‌های کویر مرکزی قابل مشاهده‌اند.	اراضی سنگی و صخره‌ای ^۸
قسمت‌های عاری از پوشش گیاهی یا دارای پوشش خاکی کمتر از ۱۰ سانتی‌متر (لیتوسول‌های رده‌بندی قدیم) که در کوهستان‌های البرز و زاگرس متمرکز شده‌اند.	برونزدهای صخره‌ای ^۹
تپه‌های نسبتاً مرتفع نمکی در زاگرس جنوبی که مربوط به دوره کامبرین بوده است و از بین تشکیلات فارس برون‌زد دارد.	گنبد‌های نمکی ^{۱۰}
کفه‌های زهکشی نشده مناطق خشک با نهشته‌های سطحی، حاوی نمک‌های ثانویه که روی ته‌نشست‌های لایه‌ای شدیداً شور قرار گرفته‌اند.	کفه‌های نمکی ^{۱۱}

- 1 Badlands
- 2 Costal sands
- 3 Dune lands
- 4 Kaluts
- 5 Ashes covers
- 6 Marshlands and lagoons
- 7 Playas
- 8 Stoney Rocklands
- 9 Rock outcrops
- 10 Salt Plugs
- 11 Salt flats

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات انجام شده توسط مخدوم (۱۳۹۰) و دانه‌کار و همکاران (۱۳۹۸) و همچنین مشورت با خبرگان حوزه آمایش سرزمین و جغرافیا، نیازهای مرتبط با معیار منابع خاک‌شناسایی و کاربری‌های مناسب هر یک از رده‌های خاک (بدون در نظر گرفتن سایر معیارهای محیطی و اثرات متقابل آن‌ها) در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر ایران که بیش از ۷۰٪ آن را اقلیم نیمه‌خشک و خشک تشکیل می‌دهد و نیز شرایط شدید توپوگرافی حاکم بر آن، اکثریت سطح کشور بعد از اراضی متفرقه، متعلق به سه رده آنتی‌سول، اریدی‌سول و اینسپتی‌سول است. خاک‌های آلفی‌سول و مالی‌سول منحصراً روی شیب شمالی رشته کوه البرز و نیز دشت‌های ساحلی دریای خزر که دارای اقلیم مرطوب و نیمه‌مرطوب است تشکیل شده است و مساحت آن‌ها از ۳ درصد مساحت کشور تجاوز نمی‌کند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

مطابق با مطالعات بنائی و همکاران (۱۳۸۴) مساحت خاک‌هایی که برای زراعت آبی اعم از محصولات سالیانه و باغی قابلیت دارند حدوداً ۲۷ میلیون هکتار یا ۱۷٪ از کل اراضی کشور را به خود اختصاص می‌دهند. مساحت خاک‌های مناسب که استعداد لازم برای مرتع‌داری و یا کشاورزی دیم را دارند حدود ۶۰ میلیون هکتار است که ۶۰٪ از کل اراضی را به خود اختصاص داده‌اند. البته طبق این مطالعات از مساحت اختصاص داده‌شده به کاربری مرتع‌داری حدود ۴ میلیون هکتار یا ۲/۵٪ از آن به علت شیب بسیار زیاد نیازمند حفاظت در برابر توسعه هستند.

خاک‌های آلفی‌سول به‌واسطه شرایط ویژه آن مانند حاصلخیزی زیاد، زهکشی خوب تا عالی برای کشاورزی آبی به‌خصوص برای محصولات با نیاز آبی متوسط بسیار مناسب هستند. عموماً آلفی‌سول‌ها در مناطقی توسعه یافته‌اند که از میزان بارندگی کافی برخوردارند؛ از این رو، این خاک‌ها به دلیل حاصلخیزی نسبتاً بالا و زهکشی مناسب، بستر مطلوبی برای توسعه کشاورزی دیم فراهم می‌آورند. برای کاربری مرتع‌داری نیز این رده از خاک می‌تواند قابلیت بالایی داشته باشد اما به‌دلیل محتویات بافت این رده که شامل درصد زیادی رس است می‌تواند از لحاظ فرسایش و فشردگی خاک دارای محدودیت‌هایی باشد.

جنگل‌داری (صنعتی، نیمه‌صنعتی و حفاظتی) و نیز جنگل‌کاری از جمله کاربری‌های پیش‌بینی شده (زرین کفش، ۱۳۸۶) برای این رده از خاک به‌واسطه حاصلخیزی، زهکشی و شرایط اسیدیته آن است. اگرچه این رده دارای قابلیت کمی برای آبی‌پروری (گرمابی و سردابی) به‌دلیل وضعیت زهکشی در آبی‌پروری سردابی و شرایط قلیایی حاکم بر آن برای آبی‌پروری گرمابی است اما با به‌کارگیری شرایط مدیریتی مناسب می‌توان تاحدی برای این کاربری‌ها نیز قابلیت در نظر گرفت. این رده به‌دلیل فقدان شرایط شوری زیاد و بافت غنی از رس، فاقد توانایی برای کاربری پرورش میگو است. براساس پایداری ساختمان بالا و حاصلخیزی مناسب، رده آلفی‌سول برای توسعه روستایی و شهری دارای توان بالایی است اما توسعه شهری با محدودیت فرسایش خاک و از بین رفتن پوشش طبیعی همراه است. توسعه صنعتی نیز در این رده خاک دارای قابلیت متوسطی است اما نیاز به ارزیابی اثرات توسعه جهت ارزیابی پایداری خاک و وضعیت زهکشی متناسب با صنعت احداثی، وجود دارد. با توجه به این که این رده خاک در اقلیم‌های مرطوب و نیمه‌مرطوب یافت می‌شود برای انواع کاربری گردشگری نیز مناسب است.

رده اریدی‌سول به‌دلیل توسعه در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک با بافت شنی، مواد آلی اندک، لایه‌های کربنات کلسیم و نیز شوری برای کاربری دیم‌کاری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری، آبی‌پروری سردابی، آبی‌پروری گرمابی و پرورش میگو نیز نامناسب است. البته در پرورش میگو اگر به منطقه ساحلی^۱ نزدیک باشد دارای قابلیت ضعیفی است. این رده برای کشاورزی آبی و توسعه روستایی و مرتع‌داری با گونه‌های خاصی دارای قابلیت ضعیف تا متوسط است. بزرگ‌ترین محدودیت این رده برای این کاربری‌ها محدودیت آن در تأمین آب است که نیازمند مدیریت مناسب جهت بهره‌برداری است. بهینه‌ترین کاربری برای این رده توسعه شهری و روستایی است که از پایداری مناسبی برخوردار است. همچنین به‌دلیل تشکیل رخنمون‌های ویژه این رده برای کاربری گردشگری نیز دارای توان بالایی است.

آنتی‌سول‌ها خاک‌های جوانی هستند که حاصلخیزی بسیار پایینی داشته و از لحاظ زهکشی و ظرفیت نگهداری آب

^۱ Coastal Zone

به دلیل محدودیت‌هایی مانند زهکشی نامناسب، فرسایش‌پذیری بالا و پایداری کم، اینسپتی‌سول‌ها ظرفیت پایینی برای توسعه‌های شهری و صنعتی دارند. در مقابل، برای توسعه روستایی توان متوسطی برای این رده در نظر گرفت، البته با این شرط که محدودیت‌هایی همچون زهکشی و خطر فرسایش در برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی مدنظر قرار گیرد. از سوی دیگر، این رده برای کاربری‌های گردشگری و ایجاد پارک‌های طبیعی معمولاً پتانسیل بالایی دارد؛ زیرا نیاز این کاربری‌ها به پایداری سنگین سازه‌ای کمتر است و با مدیریت صحیح می‌توان از مزایای محیطی آن بهره‌برداری کرد. با این حال، فرسایش خاک و فشرده‌گی ناشی از تردد گردشگران از مهم‌ترین محدودیت‌هایی هستند که باید در این کاربری مورد توجه قرار گیرند.

بر اساس طبقه‌بندی USDA، مالی‌سول‌ها از حاصلخیزترین خاک‌های روی زمین هستند که با لایه‌ی بالایی تیره و ضخیم غنی از مواد آلی از سایر رده‌ها متمایز می‌شوند. حاصلخیزی و ساختمان پایدار این خاک‌ها، این رده را برای اکثر کاربری‌ها مناسب قلمداد می‌کند که بسته به نوع خاص توسعه، برای آن نقاط قوت و محدودیت‌هایی وجود دارد. کشاورزی آبی، کشاورزی دیم و مرتع‌داری از جمله کاربری‌هایی هستند که این رده از خاک برای توسعه آن‌ها دارای توان بسیار بالایی است. مواد مغذی بسیار غنی، افق‌های عمیق خاک، قابلیت زیاد آن برای نگهداری آب در خاک، اسیدیته مناسب و توانایی حمایت از اکوسیستم‌های متنوع از جمله ویژگی‌هایی است که این رده را برای کاربری‌های ذکرشده مناسب کرده است. اگرچه کاربری‌هایی مانند توسعه‌های روستایی، شهری، صنعتی و گردشگری نیز در این رده دارای توانایی بسیار بالایی به دلیل ساختمان پایدار خاک است اما تولیدات بسیار انبوه حاصله از این رده در کاربری کشاورزی بر توسعه‌های یادشده دارای ارجحیت است. اگرچه مالی‌سول‌ها دارای ویژگی‌های بسیار ارزشمندی است اما به دلیل توسعه آن‌ها در نواحی مرتفع، فقدان جریان‌های سرد یا پیکره‌های آبی و دوری از نواحی ساحلی برای فعالیت‌هایی چون آبی‌پروری سردابی، آبی‌پروری گرمایی و پرورش میگو فاقد توان است (Brady and Weil, 2013).

دارای توانایی بسیار پایینی است اما به دلیل ساختمان خاک آن جزو خاک‌های پایدار محسوب می‌شود و از این لحاظ دارای توان مناسبی برای کاربری‌هایی چون کاربری توسعه شهری، توسعه صنعتی و گردشگری محسوب می‌شود اما برای سایر کاربری‌ها فاقد توانایی است. مرتع‌داری و نیز توسعه روستایی مرتبط با مشاغل دام‌داری و دام‌پروری نیز به صورت محدود قابل بهره‌برداری است.

اینسپتی‌سول‌ها خاک‌هایی جوان با حداقل توسعه افق‌های ژنتیکی هستند و معمولاً تنها نشانه‌های اولیه تکوین پروفیل را نشان می‌دهند. این رده در طیفی گسترده از اقلیم‌ها و محیط‌های ژئومورفولوژیک پراکنش دارد و از نظر گستره مکانی، یکی از رده‌های رایج خاک در جهان به شمار می‌آید. به دلیل سن ژئومورفولوژیکی جوان، میزان تجمع مواد آلی و عناصر غذایی در این خاک‌ها معمولاً کم تا متوسط است، از این رو قابلیت بهره‌برداری آن‌ها برای کاربری‌های مختلف متفاوت بوده و به درجه مدیریت و اصلاح خاک وابسته است. اینسپتی‌سول‌ها برای کشاورزی آبی، در صورت مدیریت صحیح آب و تغذیه گیاهی (به‌ویژه افزودن کود و مواد اصلاحی)، می‌توانند توان تولیدی متوسط تا خوبی داشته باشند. با این حال، ضعف نسبی در ساختمان خاک ممکن است موجب محدودیت‌هایی مانند ظرفیت پایین‌تر نگهداشت آب شود. در شرایط دیم نیز این رده می‌تواند قابلیت مناسبی داشته باشد، اما عملکرد آن به شدت تابع اقلیم (به‌ویژه بارش) و شیوه‌های مدیریتی از جمله بهبود حاصلخیزی، افزایش ماده آلی و به‌کارگیری روش‌های حفاظتی است. کاربری مرتع‌داری به‌ویژه در مناطقی که آب‌وهوا و پوشش گیاهی حمایت‌کننده، وجود دارد نیز در رده اینسپتی‌سول قابل توسعه هستند. با این حال، چرای بیش از حد می‌تواند منجر به فرسایش خاک برای این رده شود. به‌وسیله‌ی اصلاحات مدیریتی مثل بهبود حاصلخیزی می‌توان تولیدات انبوه در کاربری جنگل‌داری و نیز فعالیت‌های جنگل‌کاری را از این رده انتظار داشت و عموماً دارای توان مناسبی برای این دو کاربری است. توسعه این رده در نواحی‌ای که فاقد وضعیت مناسب از لحاظ آب (دما و جریان)، اسیدیته، وضعیت توپوگرافی و عدم شوری است، این رده را از استقرار کاربری‌های مربوط به آبی‌پروری در هر سه سطح سردابی، گرمایی و پرورش میگو نامناسب تعیین می‌کند.

فاقد توان می‌کند. این رده توانایی بالایی برای استقرار کاربری گردشگری ندارد و به‌طور معمول برای کاربری گردشگری نیز نامناسب تلقی می‌گردد. با توجه به محدودیت شدید این رده از خاک‌ها، حفاظت از آن‌ها در برابر توسعه و نیز فعالیت‌های احیایی، بهینه‌ترین استفاده از این رده از خاک محسوب می‌شود. اراضی متفرقه به‌طور کلی مناطقی با مواد غیرخاکی، خاک‌های آشفته و یا مناطقی با ویژگی‌های غیرخاکی مانند رخنمون‌های سنگی هستند که برای هیچ‌یک از کاربری‌های ذکر شده مناسب نیستند. اما به دلیل وجود پدیده‌های منحصربه‌فرد از لحاظ گردشگری می‌توانند دارای توان باشند اما به سبب حساسیت بسیار شدید این رده، بهره‌برداری از آن حتماً باید زیر نظر متخصصان و کارشناسان مربوطه صورت گیرد.

ورتی‌سول‌ها جزو پرچالش‌ترین رده‌های خاک محسوب می‌شوند که در دوره‌های خشک و مرطوب مرتباً دچار انقباض و انبساط می‌شوند. همچنین این رده از خاک حاوی مقدار زیادی رس در بافت خود است که از لحاظ ویژگی‌های مختلفی از جمله زهکشی بسیار ضعیف است و برای استقرار بسیاری از کاربری‌ها به‌ویژه کاربری‌های روستایی، شهری و صنعتی و نیز کاربری‌های جنگل‌داری و جنگل‌کاری، ناپایدار قلمداد می‌شوند (USDA, 1975). اگرچه ورتی‌سول دارای حاصلخیزی بالایی به‌منظور گسترش فعالیت‌های کشاورزی آبی، کشاورزی دیم و مرتع‌داری است اما به دلیل محتوی زیاد رس‌های منقبض شونده و زهکشی ضعیف، نیازمند مدیریت مناسب با هزینه‌های زیاد و شناسایی دقیق دوره‌های خشکی و رطوبت است. زهکشی نامناسب این رده و نیز عدم توسعه آن در نواحی ساحلی عملاً این رده را برای پرورش میگو

جدول ۲- انطباق کلان کاربری‌ها با رده‌های خاک موجود در ایران (منبع: پژوهش حاضر)

ردیف	نام رده	کاربری و فعالیت‌های قابل توسعه												
		کشاورزی آبی	کشاورزی دیم	مرتع‌داری	جنگل‌داری	جنگل‌کاری	آبزی‌پروری سردابی	آبزی‌پروری گرمایی	پرورش میگو	توسعه روستایی	توسعه شهری	توسعه صنعتی	گردشگری	حفاظت
۱.	آلفی‌سول Alfisols	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۲.	اریدی‌سول Aridisols	*	-	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-
۳.	انتی‌سول Entisols	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-
۴.	اینسپتی‌سول Inceptisols	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۵.	مالی‌سول Molisols	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
۶.	ورتی‌سول Vertisols	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*
۷.	اراضی متفرقه Miscellaneous	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*

بنائی، م. ح.، معمنی، ع.، بایریدی، م.، و ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۴). خاک ایران: دستاوردهای نوین در شناخت، مدیریت و بهره‌برداری. انتشارات سنا.

ایوبی، س.، و جلالیان، ا. (۱۳۸۵). ارزیابی اراضی: کاربردهای کشاورزی و منابع طبیعی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

منابع

Soil Survey Staff. (1999). Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (2nd ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Soil Survey Staff. (2017). *Soil survey manual*. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

White, R. E. (2005). Principles and practice of soil science: The soil as a natural resource (4th ed.). Blackwell Publishing.

حیدری، ا. (۱۴۰۰). عوامل و فرآیندهای تشکیل خاک در اقلیم‌های مختلف ایران: مرور پژوهش‌های دو دهه اخیر در گروه علوم خاک دانشگاه تهران. مجله تحقیقات خاک و آب ایران، ۵۳(۳)، ۶۰۳-۶۳۲.

دانه‌کار، ا.، جعفری، س. ح.، طاهری سرتاش‌نژاد، ف.، صمدی کوچک‌سری، ب.، عزیزی جلیلیان، م.، و مشهدی رفیعی، م. (۱۳۹۸). مطالعات سند ملی آمایش سرزمین: ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین. مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری.

زرین‌کفش، م. (۱۳۸۶). طبقه‌بندی مراتع، حوزه‌های آبخیز و بیابان‌زایی (جلد اول). انتشارات جهانگیر.

مخدوم، م. (۱۳۹۰). شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران.

نظری، پ.، جعفرزاده، ع. ا.، شهبازی، ف.، و رضایی، ح. (۱۳۹۸). ویژگی‌های مورفولوژیک آندوسول‌های جنگل‌های ارسباران. شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران.

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2013). The nature and properties of soils (14th ed.). Pearson.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1998). World reference base for soil resources. FAO.

Islam, M. R., Chowdhury, M. S. A., & Amin, M. S. (2021). Studies on the environmental and agroforestry systems of the Entisol order soils of Bangladesh. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 8(8), 2321-2705.

Khormali, F., Abtahi, A., Mahmoodi, S., & Stoops, G. (2003). Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semiarid regions of southern Iran. *Catena*, 53(3), 273-301.

Khresat, S. (2005). Formation and properties of Inceptisols (Cambisols) of major agricultural rainfed areas in Jordan. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51(1), 15-23.

Raj Kumar, B. D., Sharma, P. K., Sidhu, G. S., & Brar, J. S. (2005). Characteristics, classification and management of Aridisols of Punjab. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 53(1), 21-28.

Soil Survey Staff. (1975). Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.



Soil Orders and Land Use Development

Mahshid Eskandari

M.Sc. student, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Author's E-mail: mahi.esskandari@ut.ac.ir

Abstract

There are twelve major soil orders in the world, of which only seven have been identified in Iran. Due to Iran's climatic conditions, more than 70 percent of Iran is characterized by arid and semi-arid climates, and considering its highly varied topography, most of the land area, excluding miscellaneous lands, belongs to three soil orders: Entisols, Aridisols, and Inceptisols. Alfisols and Mollisols occur exclusively on the northern slopes of the Alborz Mountains and within the coastal plains of the Caspian Sea, where humid to sub-humid climates prevail; together, these soils cover less than three percent of the country. Alfisols are well-suited for agriculture, rangeland management, forestry, and afforestation, but they have limited potential for warm-water and cold-water aquaculture and show no capability for shrimp farming. This order has high potential for rural and urban development, moderate suitability for industrial development, and is also favorable for tourism activities. Aridisols are unsuitable for dryland farming, forestry, afforestation, warm-water and cold-water aquaculture, and shrimp production. They show low to moderate potential for irrigated agriculture, rural development, and rangeland use. Urban development, rural expansion, and tourism are considered appropriate land uses for this soil order. Entisols have suitable potential for urban, industrial, and tourism development; however, they lack the capability for most other land uses. Only limited rangeland use and restricted rural development are considered feasible. Inceptisols have moderate to good capability for agriculture and rangeland management. They are also suitable for forestry and afforestation, but are not appropriate for any form of aquaculture. Their potential for urban and industrial development is low, while they offer moderate suitability for rural development and high tourism potential. Mollisols are well suited to most land uses except aquaculture, for which they show little to no capability. Vertisols are unsuitable for rural, urban, and industrial development as well as forestry and afforestation. However, due to their high natural fertility, they offer strong potential for irrigated and dryland farming and for rangeland management. They show little capability for aquaculture or tourism development. Miscellaneous lands are unsuitable for all major land uses but may possess significant potential for tourism due to their unique natural features.

Keywords: Alfisols, Aridisols, Entisols, Inceptisols, Vertisols, Miscellaneous lands

Eskandari, M. (2025). Soil Orders and Land Use Development. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 88-102.