

حساسیت منابع خاک به تخریب ناشی از فعالیت‌های انسانی در دشت ابهر - خرم‌دره بر مبنای تلفیق روش‌های ژئودولوژیک و گلاسود

کامران افتخاری^{۱*}، عزیز مؤمنی، مهرداد اسفندیاری و ابراهیم پذیرا

دانش آموخته مقطع دکتری گروه تخصصی خاک‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران: Kamran_eftkhari@hotmail.com

دانشیار پژوهش و عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج: Momeniaziz@gmail.com

دانشیار پژوهش و عضو هیأت علمی گروه تخصصی خاک‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران: ddefandari@gmail.com

استاد و عضو هیأت علمی گروه تخصصی خاک‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران: Ebrahimzapira@gmail.com

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی وضعیت تخریب خاک در جنوب شرقی استان زنجان انجام شد. نقشه ژئودولوژیک منطقه مورد مطالعه با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی شامل اطلاعات لیتولوژیک، ژئومورفیک و بدولوژیک در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی ایلویس تهیه شد. اطلاعات حاصل از نقشه ژئودولوژیک و لایه‌های اطلاعاتی مستخرج از نقشه‌های خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی به عنوان اطلاعات ورودی در روش گلاسود به کار برده شد و نقشه حساسیت خاک به تخریب تهیه شد. روش تهیه نقشه تخریب خاک تهیه شده در این تحقیق، رویکردی نوین در تفسیر و کاربرد اطلاعات موجود در نقشه‌های خاک‌شناسی برای تخمین تخریب خاک است. نتایج به دست آمده نشان داد که تنها کمتر از ۱۴ درصد از اراضی مطالعه شده دارای حساسیت کم به تخریب هستند و در شرایط فعلی نیاز به اعمال مدیریت خاصی ندارند ولی در بقیه اراضی مطالعه شده تخریب خاک با درجات مختلف وجود دارد. از مجموع ۴۵۵۰۰ هکتار اراضی منطقه مطالعاتی بیش از ۶۰۰۰ هکتار از نظر حساسیت به تخریب در گروه خاک‌های با حساسیت کم، ۱۶۴۰۰ هکتار در گروه خاک‌های با حساسیت متوسط و ۱۶۶۵۰ هکتار در گروه خاک‌های با حساسیت زیاد قرار گرفت که به تناسب درجه حساسیتشان به تخریب، لازم است اقدامات ضروری برای کنترل تخریب انجام شود.

واژه های کلیدی: روش گلاسود، نقشه ژئودولوژیک، لندفرم، تخریب خاک، داده‌های خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی

مقدمه

از جمله وظایف زیستی خاک می‌توان به توانایی آن در تولید ماده زنده از طریق تأمین عناصر غذایی، هوا، ذخیره آب، حمایت از استقرار و توسعه ریشه گیاهان اشاره کرد (واو و تاینسن، ۲۰۰۲). توان خودپالایی خاک، قابلیت بافرینگ خاک در برابر تغییرات، قابلیت تغییر شکل مواد

روند روزافزون افزایش جمعیت در کشورهای توسعه یافته با میانگین نرخ رشد ۱/۳ درصد و در کشورهای در حال توسعه با میانگین نرخ رشد ۳ درصد، لزوم استفاده بهینه از منابع زمینی و به‌ویژه منابع خاک را اجتناب‌ناپذیر ساخته است (فائو، ۱۹۶۶).

۱. نویسنده مسئول، آدرس: کرج، بخش تحقیقات تشکیل، طبقه‌بندی و شناسایی خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، صندوق پستی:

مطالعه هدف ارائه اطلاعات مناسب از پراکنش جغرافیائی، وضعیت، شدت و اهمیت تخریب خاک ناشی از فعالیت‌های بشری در مقیاس منطقه‌ای^۲ است. لذا، با استفاده از امکانات روش ژئوپدولوژیک اقدام به تفکیک واحدهای دارای خصوصیات همگن از نظر فاکتورهای موثر در تخریب‌پذیری خاک گردید و تخریب‌پذیری خاک‌ها برای واحدهای همگن تعیین و نقشه تخریب‌پذیری برای منطقه مورد بررسی تهیه شد. چنین نقشه‌ای به کاربران امکان می‌دهد تا با اعمال مدیریت‌های سازگار با هر واحد همگن اقدام به مدیریت تخریب خاک نمایند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی به مساحت ۴۵۵۰۰ هکتار در جنوب شرقی استان زنجان واقع شده است و بخشی از زیر حوزه رودخانه شور محسوب می‌شود (شکل شماره ۱). منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک، متوسط بارندگی سالیانه ۳۲۱ میلی‌متر و اقلیم مدیترانه‌ای است. بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک (بنائی، ۱۳۷۷) و پردازش داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی خرمدره به روش نیوهال (وان وامبک، ۱۹۸۵؛ وان وامبک، ۲۰۰۰)، رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب زیریک خشک و مزیک است. تشکیلات زمین‌شناسی منطقه مربوط به دوران پلیوسن شامل رسوبات پایکوهی (دامنه‌ای) و تراس‌های رودخانه‌ای سنگریزه‌دار مشتق از سنگ‌های گروه آمند، سازند فجن، لالون، باروت و زیگون است (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۴).

مفاهیم و مبانی روش‌های مورد استفاده در این تحقیق

روش ژئوپدولوژیک با هدف دستیابی به واحدهای همگن و یکنواخت در مباحث مربوط به نقشه‌برداری خاک توسعه یافته است (زینک، ۱۹۸۹؛ مومنی، ۱۹۹۴؛ قلی زاده و همکاران، ۱۳۸۰؛ قیومی و همکاران، ۱۳۸۲). یکی از مزایای این روش سهولت تفسیر عکس‌های هوایی بر اساس عوارض موجود در سطح زمین است. به دلیل داشتن ماهیت تکرارپذیری اشکال و عوارض سطح زمین، امکان شناسایی و تفکیک عوارض مشابه به خوبی امکان‌پذیر است. ساختار سلسله مراتبی این روش به گونه‌ای است که امکان قراردادن پدیده‌های جزئی‌تر در پدیده‌های کلی‌تر وجود دارد. برای انجام مطالعات خاک-شناسی و طبقه بندی اراضی برمبنای روش ژئوپدولوژیک لازم است چند لایه اطلاعاتی تهیه شود. این لایه‌ها شامل اطلاعات مربوط به ژئوفرم‌های موجود در منطقه مطالعاتی

افزوده شده به خاک و حفظ ذخایر ژنتیکی خاک از جمله مواردی است که نقش این ماده حیاتی را از جنبه‌های زیستی بارز و لزوم به‌کارگیری مدیریت‌های مناسب برای جلوگیری از تخریب آنها را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد (بالایان، ۲۰۰۰؛ لو و همکاران، ۲۰۰۷؛ نوک و همکاران، ۲۰۱۰).

گستره تخریب اراضی می‌تواند فرسایش خاک، آلودگی منابع خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی و افت سطح ایستابی سفره‌های آب زیرزمینی را در بر بگیرد (فیدما و سرجیو، ۲۰۰۱؛ واندن‌بورن و همکاران، ۲۰۰۰). تخریب خاک فرآیندی است که طی آن وظایف زیستی خاک دچار اختلال شده و یا به کلی مختل می‌گردد. تخریب خاک به‌عنوان جزئی از تخریب اراضی در حوزه‌های آبخیز کشور به‌علت تغییر کاربری طبیعی اراضی نظیر قطع جنگل‌ها و تخریب مراتع رخ می‌دهد. در حوزه‌های آبریز که غالباً محل انجام فعالیت‌های کشاورزی است، فرسایش خاک تحت کشت فشرده و به‌علت عواملی همچون منسوخ شدن آیش از سیستم‌های کشاورزی، سوء مدیریت اراضی مستعد کشاورزی و به زیر کشت بردن اراضی کم بازده تشدید می‌شود. در ایران سیستم‌های مدیریت اراضی کشاورزی به‌گونه‌ای است که در بسیاری از مناطق آیش یا به‌کلی منسوخ شده است و یا مدت آن به‌قدری کاهش یافته است که امکان بازسازی توان خاک فراهم نمی‌شود (مؤمنی، ۱۹۹۹). از سوی دیگر، در حوزه‌های آبریز اغلب کاربران کشاورزی در مورد عوامل مخرب خاک آگاهی چندانی ندارند و به همین دلیل نیز برنامه‌های کنترل تخریب خاک در مدیریت آن‌ها جایگاهی ندارد و لذا این فقدان، روند تخریب اراضی را به‌ویژه در سال‌های اخیر تسریع نموده است.

لیتولوژی و ژئومورفولوژی از جمله عوامل مؤثر در تخریب‌پذیری خاک‌ها محسوب می‌گردند (مالوری و کارگو، ۱۹۷۹؛ درویش و عبدالکاو، ۲۰۰۸). لذا تفکیک واحدهای لیتولوژیک و ژئومورفیک دارای خصوصیات همگن می‌تواند نقش موثری در بررسی پراکنش جغرافیایی و شدت تخریب منابع خاک داشته باشد. روش ژئوپدولوژیک که اصول کار آن برمبنای تجزیه سرزمین^۱ استوار می‌باشد (هل و کمپبل، ۱۹۸۵؛ آنجو، ۱۹۹۸؛ جرارد، ۱۹۹۲)، ابزاری کارآمد است که به دلیل توانایی در تفکیک واحدهای لیتولوژیک و ژئومورفیک در یک ساختار نظام‌مند و مقیاس‌مند ضمن فراهم آوردن امکان تهیه نقشه‌های موثق خاک‌شناسی، می‌تواند در ارتقاء کیفیت نقشه‌های تخریب‌پذیری خاک نیز موثر باشد. در این

². Regional

¹ Landscape analysis

نقشه‌های خاک بر مبنای روش ژئوپدولوژیک انجام شد. ژئوفرم‌های منطقه با تفسیر عکس‌های هوایی با مقیاس ۵۰۰۰۰:۱ در مقیاس لندفرم از یکدیگر تفکیک گردید. نقشه حاوی واحدهای لیتولوژیک از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۲۵۰۰۰۰:۱ منطقه استخراج و به صورت یک لایه اطلاعاتی ذخیره گردید. لایه حاوی اطلاعات ژئوفرم‌ها و واحدهای لیتولوژی در محیط نرم‌افزار ایلویس تلفیق و نقشه پایه برای انجام مطالعات میدانی خاک‌شناسی مهیا شد. در مجموع ۴۶۸ نقطه مشاهداتی شامل ۲۳۴ نیمرخ خاک و ۲۳۴ مته در واحدهای خاک حفر و مطالعه گردید. تشریح نیمرخ‌های خاک طبق روش ارایه شده در راهنمای نمونه‌برداری خاک (USDA, ۲۰۰۲) و طبقه‌بندی خاک‌ها بر اساس کلید سیستم جامع طبقه‌بندی خاک (Soil Survey Staff, ۲۰۰۶) انجام و محدودیت‌های خاک‌ها بر اساس راهنمای طبقه‌بندی اراضی ایران (ماهلر، ۱۹۷۹) تعیین شد. ترکیب واحد نقشه خاک بر اساس میانگین خصوصیات مورفولوژیکی نمونه‌های خاک نیمرخ‌های حفر شده و تجزیه و تحلیل نتایج اولیه آزمایشگاهی در هر واحد تعیین شد و نیمرخ شاهد سری‌های خاک انتخاب گردید. از افق‌های مشخصه نیمرخ‌های شاهد سری‌های خاک نمونه‌برداری گردید و نمونه‌های خاک برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی لازم به آزمایشگاه منتقل شد. در این تحقیق بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و باوور، ۱۹۸۶)، مقدار رطوبت در حالت اشباع خاک به صورت وزنی (گاردنر، ۱۹۸۶)، واکنش گل اشباع خاک به روش پتانسیومتری (اندازه‌گیری فعالیت یون هیدروژن)، هدایت الکتریکی گل اشباع خاک با هدایت سنج الکتریکی، کربنات‌ها به روش کلسی‌متری (نلسون، ۱۹۸۲)، ماده آلی به روش هضم تر (نلسون و سومرس، ۱۹۸۲)، مقدار گچ به روش استن (ریچاردز، ۱۹۵۴)، مقدار ازت به روش کجلدال (برمنر و مولوانی، ۱۹۸۲)، فسفر قابل دسترس به روش السن (السن و سومرس، ۱۹۸۲)، پتاسیم قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با استات آمونیم (نادسن و همکاران، ۱۹۸۲)، مقدار رطوبت خاک در نقطه پژمردگی و ظرفیت زراعی با استفاده از محفظه‌های حاوی صفحات سرامیکی تحت فشار (کلوت، ۱۹۸۶)، وزن مخصوص ظاهری با روش بلک و هارتز (۱۹۸۶)، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش بار ثابت (کلوت و دیرکسن، ۱۹۸۶) تعیین گردید. نوع تجزیه‌های آزمایشگاهی به‌گونه‌ای انتخاب گردید که ضمن تأمین الزامات معمول در مطالعات خاک‌شناسی انجام ارزیابی حساسیت منابع خاک به تخریب نیز امکان‌پذیر گردد. نظر به این‌که در مطالعات خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی فرسایش آبی و فرسایش بادی مورد

و اطلاعات لیتولوژیکی مستخرج از نقشه‌های زمین‌شناسی است. با تلفیق این دو لایه، لایه سومی ایجاد می‌گردد که در آن برای هر واحد لند فرم اطلاعات لیتولوژی مشخص است، که به عنوان نقشه پایه برای انجام مطالعات خاک‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با حفر نیمرخ و مطالعه آن‌ها در هر یک از واحدهای تفکیک شده بر روی نقشه پایه، نوع خاک هر لندفرم و ترکیب واحد نقشه خاک تعیین می‌گردد. در این روش تفسیر خصوصیات خاک‌ها برای کاربری‌های مختلف به‌جای این‌که بر مبنای واحدهای نقشه خاک که در روش معمول ایران صد در صد متشکل از یک نوع خاک فرض می‌شود، بر مبنای ترکیب واحد نقشه خاک، که متشکل از یک خاک اصلی، یک خاک فرعی و یک یا چند نوع خاک ضمیمه است انجام می‌شود. با این‌کار امکان افزایش درجه خلوص واحد نقشه خاک و به تبع آن درجه خلوص واحد نقشه‌های تفسیری و کاربری منتج از نقشه خاک افزایش می‌یابد (ابراهیم‌پور و همکاران، ۱۳۸۸).

در ساختار گلاسود، تخریب ناشی از فعالیت‌های انسانی به‌طور کلی به دو گروه اصلی تخریب با جابه‌جائی خاک^۱ و تخریب درونی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تقسیم‌بندی می‌شود و در کل ۴ گروه تخریب اصلی شامل فرسایش آبی، فرسایش بادی، تخریب شیمیایی و تخریب فیزیکی تشخیص داده می‌شود. گروه‌های تخریب اصلی جمعاً به ۱۲ شاخه فرعی تقسیم می‌شوند. شدت تخریب خاک با ترکیب دو عامل درجه تخریب و مساحت نسبی منطقه‌ای که که فرآیند تخریب در آن رخ داده است نشان داده می‌شود. از آنجایی‌که درجه تخریب با چهار سطح و گسترش تخریب با پنج سطح نشان داده می‌شود، برای نشان‌دادن شدت تخریب تعداد بیست ترکیب امکان‌پذیر است که در شکل شماره ۲ ارائه شده است. اعداد سمت چپ خط کسری نمایانگر درجه تخریب و اعداد سمت راست نمایانگر سطح گسترش تخریب می‌باشند. بعضی مواقع ممکن است در یک واحد تفکیک شده ترکیبی از ۲ گروه تخریب اصلی مختلف وجود داشته باشد. در این حالت‌ها نیز شدت کلی تخریب را بایستی به طریق مناسب و با توجه به سهم و مشارکت هریک از آن‌ها تعیین نمود. برای این‌کار در روش گلاسود از اعداد مندرج در شکل شماره ۲ طبق ضوابطی در تعیین شدت کلی تخریب استفاده می‌شود (اولدن و همکاران، ۱۹۹۱).

روش کار

در این تحقیق تفسیر عکس‌های هوایی و تهیه

^۱ Displacement of soil materials

تشکیلات فوق منشاء یافته‌اند. موادمادری تپه‌ها عمدتاً از ماسه‌سنگ، سنگ‌های پیروکلاستیک، بازال، انواع توف و گدازه‌های آتش‌فشانی بوجود آمده‌اند. همچنین در واحد دشت‌دامنه‌ای، دشت‌سرها از رسوبات سنگریزه‌دار تشکیل یافته‌اند و در زمین‌نمای دره، موادمادری ژئوفرم تراس رودخانه‌ای، رسوبات آبرفتی بوده و در ژئوفرم دشت سیلابی^۴ موادمادری اساساً رسوبات آبرفتی جدید است.

ج) نقشه ژئوپدولوژیک منطقه مطالعاتی

نقشه خاک تهیه شده بر مبنای روش ژئوپدولوژیک منجر به تفکیک ۲۶ واحد لند فرم شد که در این تحقیق به دلایل اقتصادی ۱۰ واحد از آن‌ها انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفت (شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳). واحدهای نقشه خاک به صورت مجموعه‌های ناهمسان^۵ و مجموعه همسان^۶ در سطح زیرگروه خاک تهیه شد (وان‌وامبک و فوربس، ۱۹۸۶). نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی نیمرخ‌های شاهد سری‌های خاک در ضمیمه شماره ۱ ارائه شده است.

خصوصیات خاک‌ها

در زمین‌نمای دره، واحد نقشه شامل یک مجموعه همسان است که ۷۲ درصد آن را خاک‌های تپیک کلسی‌زپتیز که بر روی رسوبات آبرفتی تشکیل شده‌اند، تشکیل می‌دهد. خاک فلوونیتیک هاپلوزرپتیز ۲۴ درصد و خاک لیتیک زراورتنز ۴ درصد این واحد نقشه خاک را تشکیل می‌دهد. این واحد در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۱ نشان داده شده است. خاک‌های تپیک کلسی‌زپتیز به‌عنوان خاک اصلی در این واحد نسبتاً عمیق بوده و بافت آن‌ها از لوم رسی تا لوم شنی متغیر است. ذرات درشت‌تر از ۲ میلی‌متر در نیمرخ خاک این واحد نقشه به ۳ تا ۱۵ درصد بالغ می‌شود. این خاک‌ها به-دلیل وجود آهک پدورژنیک جزو خاک‌های نسبتاً تحول یافته محسوب شده و دارای افق سطحی اکریک هستند. خاک‌های فلوونیتیک هاپلوزرپتیز به‌عنوان خاک فرعی غالباً در حواشی آبراه‌ها مشاهده می‌شود و ذرات بزرگتر از ۲ میلی‌متر در این خاک نیز به ندرت به بیش از ۱۵ درصد می‌رسد. خاک‌های لیتیک زراورتنز کم عمق به‌عنوان خاک ضمیمه در مجاورت بریدگی‌های آبراه‌ها مشاهده شد. این واحد با ۵۴۷۰ هکتار مساحت ۱۲ درصد منطقه مطالعاتی را شامل است.

در زمین‌نمای دشت دامنه‌ای و در پستی و بلندی/ قالب دشت سر فوقانی بر روی رسوبات آبرفتی سنگریزه-

بررسی قرار می‌گیرند، لذا اطلاعات مستخرج از نقشه‌های خاک‌شناسی به‌عنوان ورودی در روش گلاسود مورد استفاده قرار گرفت. برای تخمین حساسیت منابع خاک به تخریب از مشاهدات صحرائی^۱ و تجربه و دانش کارشناسی^۲ استفاده شد (سونولد، ۲۰۰۳). نقشه حساسیت منابع خاک به تخریب طبق روش گلاسود (اولدمن و همکاران، ۱۹۹۱) تهیه گردید.

نتایج و بحث

۱- نقشه خاک‌شناسی منطقه مطالعاتی به روش

ژئوپدولوژی

الف) نقشه ژئوفرم‌های منطقه مطالعاتی

ژئوفرم‌های منطقه مطالعاتی با مقیاس ۵۰،۰۰۰: ۱ با تفسیر عکس‌های هوایی با مقیاس ۵۰،۰۰۰: ۱ و انجام مطالعات میدانی تهیه شد. محدوده جغرافیایی و گسترش ژئوفرم‌های مختلف در شکل شماره ۳ و راهنمای نقشه در جدول شماره ۱ ارائه شده است. با توجه به شکل شماره ۳ و جدول شماره ۱، ژئوفرم‌های موجود در محدوده مطالعاتی در مقیاس زمین‌نما شامل کوهستان، تپه، دشت دامنه‌ای و دره^۳ تشخیص داده شد. زمین‌نمای کوهستان با ۳۳۷۵ هکتار ۷/۴ درصد، زمین‌نمای تپه با حدود ۳۴۴۶ هکتار مساحت ۷/۵۶ درصد، زمین‌نمای دشت دامنه‌ای با حدود ۳۲۷۴۸ هکتار مساحت ۷۱/۸۶ درصد و زمین‌نمای دره با حدود ۶۰۰۰ هکتار مساحت ۱۳/۱۶ درصد منطقه مطالعاتی را شامل می‌گردد.

ب) نقشه لیتولوژی منطقه مطالعاتی به تفکیک ژئوفرم‌ها

نقشه ترکیب سنگ‌شناسی (لیتولوژی) به تفکیک ژئوفرم‌های منطقه مطالعاتی، با تلفیق نقشه ژئوفرم‌ها و زمین‌شناسی تهیه شد که موقعیت جغرافیایی و نحوه گسترش آن‌ها در شکل شماره ۴ و راهنمای نقشه در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است. اطلاعات موجود در این نقشه نشان‌دهنده لیتولوژی رسوبات تشکیل شده بر روی هر یک از لندفرم‌های موجود در منطقه مطالعاتی است. به‌عنوان مثال در واحد کوهستان موادمادری عمدتاً از جنس سنگ‌های عضو گروه آمند و غالباً آتش‌فشانی است و از مجموعه‌ای از مواد آتش‌فشانی، ماسه‌سنگ و شیل تشکیل یافته است. دولومیت سلطانی و شیل چپقلو نیز در این واحد برنزد دارد. در واریزه‌های تشکیل یافته بر روی زمین‌نمای دشت‌دامنه‌ای واحد کوهستان، موادمادری در بخش‌های فوقانی و میانی غالباً مواد آبرفتی درشت‌دانه و در قسمت انتهایی مواد ریزدانه می‌باشد که عمدتاً از

4. Flood plain

5. Association

6. Consociation

1. Field observation and evaluation

2. Expert judgement

3. Valley

است. این واحد در شکل شماره ۵ و در جدول شماره ۳ با علامت ۱۰ نشان داده شده است. خاک‌های تیپیک کلسی-زریپتز این واحد عمیق بوده و بافت آن از لوم رسی تا لوم رسی شنی تغییر می‌کند. این واحد با ۷۷۴ هکتار ۲ درصد منطقه مطالعاتی را شامل شد.

در زمین‌نمای دشت دامنه‌ای و بر روی پستی و بلندی / قالب دشت‌سر میانی متشکل از موادمادری آبرفتی واحد نقشه شامل مجموعه همسان است که ۹۰ درصد آن تیپیک کلسی‌زریپتز و ۱۰ درصد لیتیک زراتنتز است. این واحد در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۱۱ نشان داده شده است. خاک‌های تیپیک کلسی‌زریپتز این واحد عمیق بوده و بافت آن‌ها از لوم تا لوم شنی متغیر است. این واحد با ۲۳۷۳ هکتار ۵ درصد منطقه مطالعاتی را شامل شد.

در زمین‌نمای تپه خاک‌ها در شرایط پستی- و بلندی / قالب تپه‌های با ارتفاع متوسط و بر روی مواد مادری آتشفشانی عمدتاً متشکل از گدازه‌های پیروکلاستیک تشکیل شده‌اند. واحد نقشه شامل مجموعه همسان است که ۸۰ درصد آن برونزدهای سنگی، ۱۵ درصد خاک‌های لیتیک زراتنتز و ۵ درصد تیپیک کلسی-زریپتز است. این واحد در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۱۴ نشان داده شده است. بافت خاک‌های تیپیک کلسی‌زریپتز در این واحد از لوم تا شن لومی متغیر است. این واحد با ۸۶۷/۵ هکتار ۲ درصد منطقه مطالعاتی را شامل شد.

در زمین‌نمای دشت دامنه‌ای و در پستی و بلندی / قالب بخش میانی فن بر روی رسوبات آبرفتی سنگریزه- دار واحد نقشه یک مجموعه همسان است که ۱۰۰ درصد آن تیپیک کلسی‌زریپتز است. این واحد در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۲۵ نشان داده شده است. خاک‌های تیپیک کلسی‌زریپتز این واحد سنگریزه‌دار بوده و بافت آن‌ها سبک و عمدتاً شنی است. این واحد با ۱۰۲۸ هکتار مساحت ۲ درصد منطقه مطالعاتی را شامل شد.

در زمین‌نمای دشت دامنه‌ای و در پستی و بلندی / قالب مخلوط بخش میانی و انتهایی فن بر روی رسوبات آبرفتی سنگریزه‌دار واحد نقشه یک مجموعه همسان که ۸۴ درصد آن تیپیک کلسی‌زریپتز، ۱۰ درصد لیتیک زراتنتز و ۶ درصد تیپیک زروفلوونتر است. این واحد در شکل شماره ۵ و در جدول شماره ۳ با علامت ۲۶ نشان داده شده است. این واحد با ۱۲۶۶۸ هکتار مساحت ۲۸ درصد منطقه مطالعاتی را شامل شد.

۲- نقشه حساسیت منابع خاک به تخریب

نقشه حساسیت منابع خاک به تخریب، حاوی

دار واحد نقشه شامل یک مجموعه همسان است که ۶۵ درصد آن تیپیک کلسی‌زریپتز، ۲۴ درصد لیتیک زراتنتز و ۱۱ درصد تیپیک زراتنتز است. این واحد نقشه در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۳ نشان داده شده است. خاک‌های تشکیل شده بر روی زمین‌نمای دشت - دامنه‌ای با خاک‌های تیپیک کلسی‌زریپتز تشکیل شده در زمین‌نمای دره متفاوت‌اند. این خاک‌ها قدیمی‌تر و تکامل- یافته‌تر بوده و در اعماق نیم‌رخشان مقادیر متناهی سنگ و سنگریزه نیز مشاهده می‌شود. این واحد با ۱۳۱۵۹/۱۴ هکتار مساحت ۲۸/۹ درصد منطقه مطالعاتی را شامل است. در زمین‌نمای دشت دامنه‌ای و در پستی و بلندی / قالب دشت سر پایینی و بر روی رسوبات آبرفتی نسبتاً ریزبافت واحد نقشه شامل یک مجموعه همسان است که ۵۸ درصد آن را تیپیک کلسی‌زریپتز و ۴۲ درصد آن شامل خاک‌های لیتیک زراتنتز است. این واحد در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۷ نشان داده شده است. خاک‌های لیتیک زراتنتز، خاک‌های بسیار کم ضخامت هستند و وجود اپی‌پدون اکریک رنگ‌پریده از مشخصه‌های اصلی این خاک‌ها است. این واحد با ۲۷۳۴/۵ هکتار مساحت ۶ درصد منطقه مطالعاتی را شامل است.

در زمین‌نمای تپه و در پستی و بلندی / قالب تپه کم‌ارتفاع واحد نقشه مجموعه همسان است که بر روی رسوبات عضو آند که منشاء آتشفشانی دارد تشکیل یافته و ۷۵ درصد آن را خاک‌های لیتیک زراتنتز و ۲۵ درصد آن را خاک‌های تیپیک زروفلوونتر تشکیل داده است. این واحد در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۸ نشان داده شده است. خاک‌های لیتیک زراتنتز دارای ضخامت کم بوده و غالباً دارای فرسایش شدید هستند. پراکنش جغرافیایی خاک‌های تیپیک زروفلوونتر غالباً به آبراهه‌ها در کف دره‌های کوهستانی محدود است. این واحد با ۷۵۲ هکتار ۱/۵ درصد منطقه مطالعاتی را شامل شد.

در زمین‌نمای تپه و پستی و بلندی / قالب تپه کم ارتفاع واحد نقشه مجموعه همسان است که بر روی تشکیلات لالون متشکل از ماسه سنگ ۹۰ درصد واحد از برونزدهای سنگی و ۱۰ درصد خاک تیپیک کلسی‌زریپتز تشکیل شده است. این واحد در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ با علامت ۹ نشان داده شده است. این واحد با ۲۵۶ هکتار مساحت ۰/۵ درصد منطقه مطالعاتی را شامل شد. در زمین‌نمای دشت دامنه‌ای و در پستی و بلندی / قالب انتهایی فن و بر روی رسوبات آبرفتی واحد نقشه مجموعه همسان است که ۶۰ درصد آن تیپیک کلسی‌زریپتز، ۲۰ درصد فلوونتیک هاپلووزریپتز و ۲۰ درصد لیتیک زراتنتز

تخریب ناشی از کاسته شدن از خاک سطحی^۱ (Wt)، تخریب شیمیائی^۲ از نوع هدر رفت عناصر غذایی و کاهش مقدار ماده آلی (Cn)، شوری و قلیائیت (Cs) و تخریب فیزیکی^۳ از نوع تشکیل سله، فشرده شدن خاک و کاهش نفوذپذیری خاک (Pc) نیست و این‌گونه تخریب‌ها در سیستم ماهر ملحوظ نگردیده است. لذا برای پرکردن این خلاء در این مطالعه اقدام به تخمین این‌گونه تخریب‌ها طبق دستورالعمل‌های روش گلاسود (اولدمن و همکاران، ۱۹۹۱) بر مبنای عملیات میدانی و نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی نمونه‌های خاک شد (ضمیمه شماره ۱).

در جدول شماره ۵ سهم عوامل مؤثر در تخریب خاک در هر یک از واحدهای مشخص شده بر روی نقشه حساسیت خاک به تخریب در دشت ابهر-خرمدره ارائه گردیده است. با توجه به جدول شماره ۵ ملاحظه می‌گردد که بدترین حالت تخریب در واحد ۱ تخریب خواص شیمیایی خاک است (Cn) که از نظر درجه تخریب کم و از نظر گسترش متوسط (۶ تا ۱۰ درصد) است. با مراجعه به شکل شماره ۲ علامت این نوع تخریب ۱/۲ می‌شود. ترکیب علامت ۱/۳ و ۱/۲ در جدول تلفیقی گلاسود نشان‌دهنده شدت تخریب متوسط است (اولدمن و همکاران، ۱۹۹۱). با توجه به مشاهدات میدانی و بررسی شرایط منطقه کلاس شدت تخریب ۱ درجه کاهش داده شد و برای این واحد کلاس شدت تخریب کم انتخاب گردید. برای بقیه واحدهای نقشه ژئوپدولوژیک نیز به همین شیوه عمل گردیده و نقشه حساسیت خاک به تخریب برای منطقه مطالعاتی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شد (شکل شماره ۶).

از مجموع ۴۵۵۰۰ هکتار اراضی منطقه مطالعاتی ۶۲۴۰ هکتار از نظر حساسیت به تخریب در گروه خاک-های با حساسیت کم، ۱۶۴۰۰ هکتار در گروه خاک‌های با حساسیت متوسط، ۱۶۶۵۰ هکتار در گروه خاک‌های با حساسیت زیاد و ۶۲۱۰ هکتار از منطقه مطالعاتی ارزیابی نگردید. کمتر از ۱۴ درصد از اراضی مطالعه شده به دلیل حساسیت کم به تخریب در شرایط فعلی نیاز به انجام مدیریت خاصی ندارد (شکل شماره ۶).

حدود ۳۶ درصد از اراضی دارای حساسیت متوسط به تخریب هستند که نیاز به اعمال مدیریت‌های حفاظتی دارند. بقیه اراضی مطالعه شده (۳۶/۵ درصد) شدیداً فرسوده و یا دارای حساسیت زیاد به تخریب هستند که برای کنترل تخریب فعلی و جلوگیری از وقوع آن در

اطلاعات ارزشمندی از نظر حساسیت منابع خاک به انواع تخریب ناشی از مدیریت‌های زراعی است. این نقشه اطلاعات با ارزشی را در مورد خصوصیات خاک از منظر حفاظت خاک در اختیار برنامه‌ریزان، مدیران و کاربران قرار می‌دهد. این اطلاعات می‌تواند برای اعمال سیاست‌ها و مدیریت‌های مناسب متناسب با شرایط خاک مورد استفاده قرار بگیرد.

برای تهیه نقشه حساسیت خاک به تخریب از نتایج مطالعات خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی و مشاهدات میدانی استفاده شد. برای این کار فرمول طبقه‌بندی اراضی برای هر یک از واحدهای نقشه ژئوپدولوژی تعیین شد. ترکیب فرمول طبقه‌بندی اراضی برای هر واحد تعیین و مساحت هر یک محاسبه شد. در جدول شماره ۴ نمونه‌ای از نحوه تلفیق اطلاعات فرسایش خاک مشاهده شده در عملیات میدانی با روش ژئوپدولوژیک ارائه شده است. به‌طور کلی در فرمول طبقه‌بندی اراضی واحد نقشه شماره ۱ دو نوع فرسایش با علامت E0 و E1 مشخص شده است. در واحد نقشه شماره ۱ تعداد فرمول‌های طبقه‌بندی اراضی که در مخرج آن‌ها فرسایش آبی با علامت E1 نشان داده شده است ۵ مورد است. مساحت تحت پوشش این فرمول طبقه‌بندی اراضی جمعاً ۸۲۸ هکتار است که ۱۵ درصد کل مساحت واحد نقشه را شامل می‌گردد. مقایسه کمیت فرسایش مستخرج از نقشه‌های خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی با سیستم گلاسود نشان می‌دهد که فرسایش آبی E1 در سیستم معادل تخریب همراه با جابه‌جا شدن مواد (Wd) در سیستم گلاسود است. نتیجه آن‌که ۱۵ درصد از سطح واحد نقشه شماره ۱ دارای تخریب از نوع جابه‌جا شدن مواد می‌باشد. چون فرسایش E1 در روش ماهر مربوط به کلاس فرسایش کم است لذا در سیستم گلاسود نیز این نوع فرسایش در گروه با درجه تخریب کم قرار داده می‌شود. در این واحد، این نوع تخریب، در سیستم گلاسود با توجه به سطح گسترش آن دارای علامت ۱/۳ است (شکل شماره ۲). با وضعیتی مشابه، در ۲۸ مورد از مشاهدات علامت فرسایش آبی در فرمول طبقه‌بندی اراضی E0 است که ۸۴ درصد مشاهدات را شامل می‌شود. مساحت پوشش داده شده توسط این نوع اراضی در این واحد نقشه حدود ۴۶۴۰ هکتار است که ۸۵ درصد از کل مساحت واحد را شامل می‌گردد. با توجه به اینکه کلاس E0 در سیستم ماهر مربوط به اراضی بدون فرسایش است لذا تخریب ناشی از جابه‌جائی مواد (Wd) در آن موضوعیت ندارد. در عین حال وجود این علامت به معنی عدم وجود فرسایش‌های مربوط به تخریب شیمیائی، فیزیکی و بیولوژیکی شامل

1. Loss of top soil

2. Chemical deterioration

3. physical deterioration

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نقشه‌های حساسیت منابع خاک به تخریب ناشی از فعالیت‌های انسانی که در این تحقیق بر مبنای تلفیق تکنیک‌های ارایه شده در روش‌های ژئوپدولوژی و گلاسد تولید شده‌اند جنبه‌های مختلف تخریب خاک را در منطقه ابهر- خرم‌دره به تصویر کشیدند. نتایج حاصل حاکی از شکنندگی منابع خاک تحت تأثیر ساختار موجود بهره‌برداری از این منابع است. بیش از ۹۵ درصد از اراضی موجود در منطقه در معرض تخریب شدیدی^۱ قرار دارند و در شرایط فعلی تنها ۱۴ درصد از اراضی شواهد مشخصی از تخریب نشان نمی‌دهند. کاهش حاصلخیزی خاک به دلیل کاهش شدید مواد آلی خاک، فشردگی خاک سطحی در اثر چرای مفرط و تردد دام به‌ویژه در مناطق شیبدار و تحلیل رفتن بنیه غذایی خاک‌ها از بارزترین جنبه‌های تخریب خاک هستند که لازم است مورد توجه مسئولین وزارت کشاورزی قرار گیرد و نسبت به افزایش آگاهی‌های عمومی برای مبارزه با آن‌ها اقدام گردد.

سپاسگزاری

انجام این تحقیق با کمک مشترک دانشکده کشاورزی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران و موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد که مورد تشکر و قدردانی است.

آینده لازم است تا اقدامات ضروری انجام شود. مناطقی که در گروه اراضی با حساسیت کم طبقه‌بندی شده‌اند به دلیل داشتن شرایط مساعد و دریافت مواد و انرژی کافی از اراضی مجاور نیاز به انجام مدیریت‌های خاصی ندارند. با این وجود کاهش حاصلخیزی خاک به دلیل هدر رفتن مواد آلی از خاک که ناشی از عدم توازن در مقدار ماده آلی وارد شده به خاک و خروج ترکیبات آلی از طریق اکسیداسیون مواد آلی است، قابل مشاهده است (ضمیمه شماره ۱). تأکید زیاد به استفاده از منابع کودهای شیمیایی و حذف استفاده از کودهای دامی و یا کودهای سبز از سیستم‌های تولید موجب ایجاد تأثیرات منفی بیشتری در این زمینه شده است. فشرده شدن خاک و ایجاد سخت‌لایه‌های ناشی از انجام عملیات ماشینی و تردد احشام موجب تخریب ساختمان، کاهش حاصلخیزی و کاهش قدرت نگهداری آب در خاک شده است. تشکیل سله در سطح خاک و ایجاد لایه‌های غیر قابل نفوذ نسبت به آب و هوا که از عدم وجود پوشش گیاهی کافی به‌ویژه به هنگام دوران آیش اراضی، مقادیر کم ماده آلی خاک‌ها، مدیریت‌های نامناسب آبیاری و انجام آبیاری با شیوه‌های سنتی ناشی می‌گردد، نقش بارزی در ایجاد این‌گونه عوارض دارد. مناطق دارای حساسیت متوسط به دلیل داشتن محدودیت‌های نظیر درجه شیب و توپوگرافی از وضعیت نامناسب‌تری نسبت به اراضی گروه اول برخوردار هستند و اعمال مدیریت‌های زراعی بایستی در آن‌ها با دقت بیشتری انجام شود.

توان تولید در اراضی این گروه در مقایسه با اراضی گروه اول کمتر است. در این اراضی افزون بر موارد ذکر شده در مورد اراضی با حساسیت کم فرآیندهای هدر رفت خاک سطحی به مقدار کم مشاهده شد. طی این فرآیند به دلیل جابه‌جا شدن ذرات خاک توسط آبدوی از ضخامت افق سطحی خاک کاسته شده است. در این شرایط مدیریت‌های نادرست اراضی این نوع تخریب را تشدید می‌نماید. در این نوع تخریب مقادیر زیادی از خاک حاصلخیز به همراه عناصر غذایی از خاک خارج می‌گردد. اراضی با حساسیت زیاد نیاز به اعمال مدیریت‌های خاص زراعی دارند و اعمال مدیریت‌های نامناسب باعث تخریب سریع این‌گونه مناطق خواهد شد. وجود عوارض ناشی از تغییر شکل زمین در این اراضی قابل ملاحظه است. آثار و علائم فرسایش شیبی و بعضاً خندقی در این اراضی قابل ملاحظه است. هدر رفت خاک سطحی و جابه‌جایی ذرات خاک در این تیپ اراضی مشهود است. از بین بردن پوشش مرتعی سهم زیادی در افزایش حجم آبدوی سطحی دارد و تغییر کاربری اراضی بدون توجه به خصوصیات خاک در زمره اعمال مدیریتی نامناسب تلقی می‌گردد.

^۱ Accelerated erosion

جدول ۱- شرح علائم نشانگر واحدهای نقشه ژئوفرم‌های موجود در منطقه مطالعاتی (نقشه در شکل ۳)

مساحت		شرح علائم	علائم روی نقشه	زمین نما
درصد	هکتار			
۰/۲۷	۱۲۱/۳۱	High hill	Mo1	کوهستان
۷/۱۴	۳۲۵۴/۰۰	Medium hill	Mo2	
۲/۸۰	۱۲۷۶/۶۲	High hill	Hi1	تپه
۲/۵۳	۱۱۵۴/۴۹	Medium hill	Hi2	
۲/۲۳	۱۰۱۵/۳۲	Low hill	Hi3	
۲۸/۸۹	۱۳۱۶۴/۸۲	High glaci	Pi1	دشت دامنه‌ای
۵/۲۰	۲۳۶۷/۷۲	Medium glaci	Pi2	
۶/۰۱	۲۷۳۷/۴۷	Low glaci	Pi3	
۲/۲۷	۱۰۳۵/۱۸	Fan(Middle part)	Pi4	
۱/۶۹	۷۷۱/۸۷	Fan(Lower part)	Pi5	
۲۷/۸۱	۱۲۶۷۱/۶۳	Fan(Mid-lower complex)	Pi6	
۱۲/۰۰	۵۴۶۷/۶۷	Alluvial terrace	Va1	دره
۱/۱۷	۵۳۳/۶۶	Flood plain	Va2	
۱۰۰/۰۰	۴۵۵۷۲/۲۵	جمع		

جدول ۲- شرح علائم نشانگر واحدهای نقشه لیتولوژی منطقه مورد بررسی به تفکیک ژئوفرم‌ها (نقشه در شکل ۴)

مساحت		شرح علائم روی نقشه			علائم روی نقشه
درصد	هکتار	لیتولوژی/منشاء	پستی و بلندی/قالب	زمین نما	
۱۲/۰۱	۵۴۶۹/۱۰	Alluvium	Alluvial terrace	Valley	۱
۱/۱۶	۵۲۸/۵۰	Recent alluvium	Flood plain	Valley	۲
۲۸/۹۰	۱۳۱۵۹/۱۴	Terraces, gravel fan	High glaci	Piedmont	۳
۰/۵۰	۲۲۶/۰۸	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	High hill	Hillland	۴
۲/۳۱	۱۰۵۰/۰۹	Sandstone (Lalun formation)	High hill	Hillland	۵
۰/۲۷	۱۲۱/۰۵	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	High hill	Mountain	۶
۶/۰۰	۲۷۳۴/۴۹	Terraces, gravel fans	Low glaci	Piedmont	۷
۱/۶۵	۷۵۱/۶۶	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	Low hill	Hillland	۸
۰/۵۶	۲۵۵/۸۶	Sandstone (Lalun formation)	Low hill	Hillland	۹
۱/۷۰	۷۷۳/۷۵	Terraces, gravel fan	Lower fan	Piedmont	۱۰
۵/۲۱	۲۳۷۳/۳۶	Terraces, gravel fan	Middle glaci	Piedmont	۱۱
۰/۰۵	۲۰/۷۷	Basalt	Medium hill	Hillland	۱۲
۰/۳۰	۱۲۵/۶۴	Conglomerates, sandstone(Fajan formation)	Medium hill	Hillland	۱۳
۱/۹۰	۸۶۷/۴۲	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	Medium hill	Hillland	۱۴
۰/۱۳	۵۹/۶۲	Sandstone (Lalun formation)	Medium hill	Hillland	۱۵
۰/۱۶	۷۲/۶۹	Tuff breccia, lapilli-tuf, pumice tuff, etc (Amand member)	Medium hill	Hillland	۱۶
۰/۰۱	۶/۶۸	Basalt	Medium hill	Mountain	۱۷
۰/۰۳	۱۵/۱۴	Colored shale (Zaigun formation)	Medium hill	Mountain	۱۸
۰/۷۰	۳۱۶/۷۶	Porphyrite, porphyritic diorite, dikes in general	Medium hill	Mountain	۱۹
۰/۱۸	۸۰/۲۳	Sandstone (Lalun formation)	Medium hill	Mountain	۲۰
۰/۵۱	۲۳۱/۴۶	Shale/sandstone/dolomite (Barut formation)	Medium hill	Mountain	۲۱
۳/۲۵	۱۴۷۹/۷۴	Soltanieh dolomite with chapoghlu shale member	Medium hill	Mountain	۲۲
۰/۱۷	۷۹/۵۹	Tuff breccia, lapilli-tuf, pumice tuff, etc (Amand member)	Medium hill	Mountain	۲۳

۲/۲۷	۱۰۳۴/۶۱	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	Medium hill	Mountain	۲۴
۲/۲۶	۱۰۲۸/۲۷	Terraces, gravel fan	Fan(Middle part)	Piedmont	۲۵
۲۷/۸۲	۱۲۶۶۷/۷۳	Terraces, gravel fan	Fan(Mid-lower complex)	Piedmont	۲۶
۱۰۰/۰۰	۴۵۵۳۹/۴۲				جمع

جدول ۳- شرح علائم نشانگر واحدهای نقشه ژئوپدولوژیک (نقشه در شکل ۵)

مساحت		خاک ضمیمه	ترکیب واحد نقشه	نوع واحد نقشه	ژئوform			علائم روی نقشه	
درصد	هکتار				لندفرم ^۴	منشاء / لیتولوژی ^۳	پستی و بلندی/قالب ^۲		زمین نما ^۱
۱۲/۰۱	۵۴۶۹/۱۰	Lithic Xerorthents (۴ %)	Typic Calcixerepts (۷۲%) Fluentic Haploxerepts (۲۴%)	Consociation	Levee-over flow mantel complex	Old alluvium	Alluvial terrace	Valley	۱
۱/۱۶	۵۲۸/۵۰		NAP*		Point bar complex	Recent alluvium	Flood plain	Valley	۲
۲۸/۹۰	۱۳۱۵۹/۱۴	Typic Xerorthents (۱۱/۴ %)	Typic Calcixerepts (۶۴/۶ %) Lithic Xerorthents (۲۴ %)	Consociation	***	Terrace, gravel fan	High glasis	Piedmont	۳
۰/۵۰	۲۲۶/۰۸		NAP		Structural surface	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	High hill	Hillland	۴
۲/۳۱	۱۰۵۰/۰۹		NAP		Summit-shoulder complex	Sandstone (Lalun formation)	High hill	Hillland	۵
۰/۲۷	۱۲۱/۰۵		NAP		Volcanic plugs, very steep isolated mountain	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	High hill	Mountain	۶
۶/۰۰	۲۷۳۴/۴۹		Typic Calcixerepts (۵۸/۳ %) Lithic Xerorthents (۴۱/۶۶ %)	Consociation	?	Terrace, gravel fan	Low glasis	Piedmont	۷
۱/۶۵	۷۵۱/۶۶		Lithic Xerorthents (۷۵ %) Typic Xerofluents (۲۵ %)	Consociation	Dike	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	Low hill	Hillland	۸
۰/۵۶	۲۵۵/۸۶		Bare rock (۹۰ %) Typic Calcixerepts (۱۰ %)	Consociation	Summit-shoulder complex	Sandstone (Lalun formation)	Low hill	Hillland	۹
۱/۷۰	۷۷۳/۷۵	Lithic Xerorthents (۲۰ %)	Typic Calcixerepts (۶۰ %) Fluentic Haploxerepts (۲۰ %)	Consociation	?	Terrace, gravel fan	Lower fan	Piedmont	۱۰

۵/۲۱	۲۳۷۳/۲۶	Typic Calcixercepts (۹۰ %) Lithic Xerorthents (۱۰ %)	Consociation	?	Terrace, gravel fan	Middle glacia	Piedmont	۱۱
۰/۰۵	۲۰/۷۷	NAP		Lava flow	Basalt	Medium hill	Hillland	۱۲
۰/۳۰	۱۳۵/۶۴	NAP		Slope-facet complex	Conglomerate, sandstone (Fajan formation)	Medium hill	Hillland	۱۳
۱/۹۰	۸۶۷/۴۲	Typic Calcixercepts (۵ %) Lithic Xerorthents (۱۵ %)	Consociation	Structural surface	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	Medium hill	Hillland	۱۴
۰/۱۳	۵۹/۶۲	NAP		Summit-shoulder complex	Sandstone (Lalun formation)	Medium hill	Hillland	۱۵
۰/۱۶	۷۲/۶۹	NAP		Structural surface	Tuff breccia, lapilli tuff, pumice tuff, etc (Amand member)	Medium hill	Hillland	۱۶
۰/۰۱	۶/۶۸	NAP		Lava flow	Basalt	Medium hill	Mountain	۱۷
۰/۰۳	۱۵/۱۴	NAP		?	Colored shale (Zaigon formation)	Medium hill	Mountain	۱۸
۰/۷۰	۳۱۶/۷۶	NAP		Structural surface	Porphyrite, porphyritic diorite, dikes in general	Medium hill	Mountain	۱۹
۰/۱۸	۸۰/۲۳	NAP		Summit-shoulder complex	Sandstone (Lalun formation)	Medium hill	Mountain	۲۰
۰/۵۱	۲۳۱/۴۶	NAP		Slope-facet complex	Shale/sandstone/dolomite (Barut formation)	Medium hill	Mountain	۲۱
۳/۲۵	۱۴۷۹/۷۴	NAP		Slope-facet complex	Soltanieh dolomite with chapoghlu shale member	Medium hill	Mountain	۲۲
۰/۱۷	۷۹/۵۹	NAP		Slope-facet complex	Tuff breccia, lapilli tuff, etc. (Amand member)	Medium hill	Mountain	۲۳
۲/۲۷	۱۰۳۴/۶۱	NAP		Slope-facet complex	Mainly pyroclastics, some lava (Amand member)	Medium hill	Mountain	۲۴
۲/۲۶	۱۰۲۸/۲۷	Typic Calcixercepts (۱۰۰ %)	Consociation	?	Terraces, gravel fans	Fan (Middle part)	Piedmont	۲۵
۲۷/۸۲	۱۲۶۶۷/۷۳	Typic Xerofluvents (۶ %) Lithic Xerorthents (۱۰ %)	Consociation	?	Terraces, gravel fans	Fan (Mid-lower complex)	Piedmont	۲۶
۱۰۰/۰۰	۴۵۵۳۹/۴۲				جمع			

۱. Landscape ؛ ۲. Relif/Molding ؛ ۳. Lithology/Origin ؛ ۴. Landform

*NAP=No agricultural potential=واحدهای فاقد پتانسیل کشاورزی

**؟= به علت کامل نبودن نظام واژگان در زمین‌ریخت‌شناسی، امکان اطلاق واژه مقدور نیست

جدول ۴- تلفیق اطلاعات فرسایش خاک مشاهده شده در عملیات میدانی با روش ژئوپدولوژیک

شماره واحد نقشه ژئوپدولوژی	مساحت واحد نقشه (متر مربع)	درصد واحد نقشه از کل نقشه ژئوپدولوژی	ژئوفرم				زمین نما	پستی و بلندی/آقالب	منشاء/ لیتولوژی	لندفرم	ژئوفرم		
			*فرمول طبقه-بندی اراضی مشاهده شده در واحد نقشه	اراضی مشاهده شده در واحد نقشه	طبقه‌بندی اراضی مشاهده شده در واحد نقشه	موارد فرمول					درصد موارد مشاهده فرمول طبقه‌بندی اراضی (هکتار)	مساحت اراضی تحت پوشش فرمول طبقه‌بندی اراضی (هکتار)	
۱	۵۴۶۹۰۹۶۹	۱۴	Valley	Alluvial terrace	Alluvium	Levee/overflow mantel complex	(3Gh(g)/A-E0)	۲	۶	۳۳۱			
						(3gH(g)/Ba	۱	۳	۱۶۵				
						(3gH/Bb1-	۱	۳	۱۶۵				
						(3H/A-E0)	۱۵	۴۵	۲۴۸۵				
						(3H/Bb1-	۲	۶	۳۳۱				
						(3H1-	۱	۳	۱۶۵				
						(3H3-L/A-	۱	۳	۱۶۵				
						(4H/A-E0)	۱۰	۳۰	۱۶۵۷				
جمع کل واحد													
							۳۳	۱۰۰	۵۴۶۴				

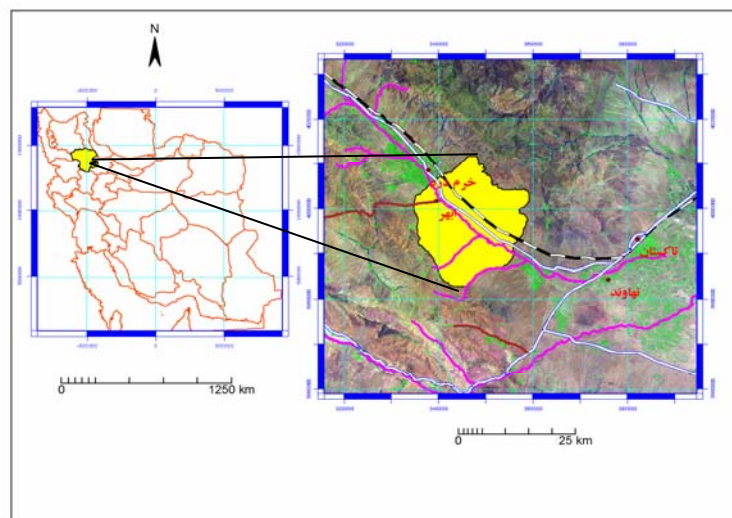
* برای تفسیر و شرح علائم طبقه‌بندی به راهنمای شماره ۲۰۵ موسسه تحقیقات خاک و آب مراجعه شود.

جدول ۵- سهم انواع عوامل تخریب خاک در هر یک از واحدهای مشخص شده بر روی نقشه حساسیت خاکها (شکل ۶) در دشت ابهر- خرم‌دره

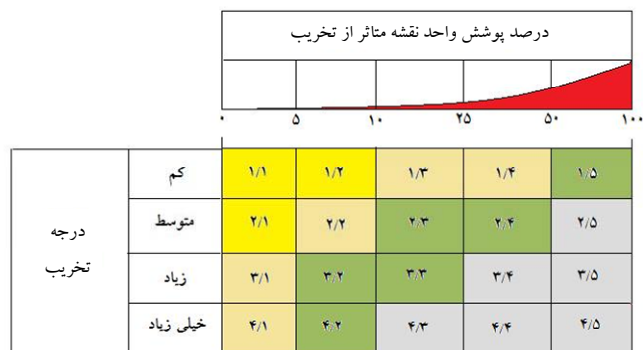
علامت روی نقشه	نوع تخریب	زیر تقسیم نوع تخریب	عامل تخریب	درجه تخریب	گسترش	شرح زیر تقسیم تخریب
۱	کاسته شدن از عمق خاک سطحی	فرسایش ورقه‌ای و شستشوی سطحی	فعالیت کشاورزی	بسیار کم	بسیار کم	آبروهای کوچک با عمق ۱ تا ۲ سانتی متر و فاصله ۵ تا ۲۵ سانتی متر مقدار ماده آلی خاک کمتر از ۰/۵ درصد، مقدار کم ازت، فسفر و پتاسیم
	تخریب خواص شیمیایی خاک	کاهش مواد آلی خاک و هدر رفت	فعالیت کشاورزی	کم	متوسط	میانگین وزنی شوری عصاره اشباع خاک تا عمق ۱۵۰ سانتی متری نیمرخ خاک کمتر از ۸ دسی زیمنس برمتر
	شوری خاک	شوری خاک	فعالیت کشاورزی	بسیار کم	بسیار کم	مقدار ESP خاک کمتر از ۱۵ درصد، SAR کمتر از ۱۳ و واکنش خاک کمتر از ۸/۵
	تخریب خواص فیزیکی خاک	فشرده شدن خاک و تشکیل سله در سطح خاک	فعالیت کشاورزی	کم	کم	علائم تشکیل سخت لایه و تشکیل سله در سطح خاک کمتر از ۱۵ درصد اراضی
۲	کاسته شدن از عمق خاک سطحی	فرسایش ورقه‌ای و شستشوی سطحی	فعالیت کشاورزی و از بین رفتن	متوسط	متوسط	آبروهای کوچک با عمق ۲ تا ۳ سانتی متر و فاصله ۵ تا ۲۵ سانتی متر
	تخریب خواص شیمیایی خاک	کاهش مواد آلی خاک و هدر رفت عناصر غذایی	فعالیت کشاورزی و از بین رفتن پوشش گیاهی	متوسط	زیاد	شیارهای با عمق ۵ تا ۳۰ سانتی متر و فاصله ۲۵ سانتی متر مقدار ماده آلی خاک کمتر از ۰/۵ درصد، مقدار بسیار کم ازت، فسفر و پتاسیم
	شوری خاک	شوری خاک	فعالیت کشاورزی	کم	بسیار کم	میانگین وزنی شوری عصاره اشباع خاک تا عمق ۱۵۰ سانتی متری نیمرخ خاک کمتر از ۸ دسی زیمنس برمتر
	تخریب خواص فیزیکی خاک	فشرده شدن خاک و تشکیل سله در سطح خاک	فعالیت کشاورزی	کم	بسیار کم	مقدار ESP خاک کمتر از ۱۵ درصد، SAR کمتر از ۱۳ و واکنش خاک کمتر از ۸/۵
	تخریب خواص فیزیکی خاک	فشرده شدن خاک و تشکیل سله در سطح خاک	فعالیت کشاورزی	متوسط	متوسط	علائم تشکیل سخت لایه و تشکیل سله در سطح خاک بین ۱۵ تا ۳۵ درصد اراضی

ادامه جدول ۵- سهم انواع عوامل تخریب خاک در هر یک از واحدهای مشخص شده بر روی نقشه حساسیت خاک‌ها (شکل شماره ۶)

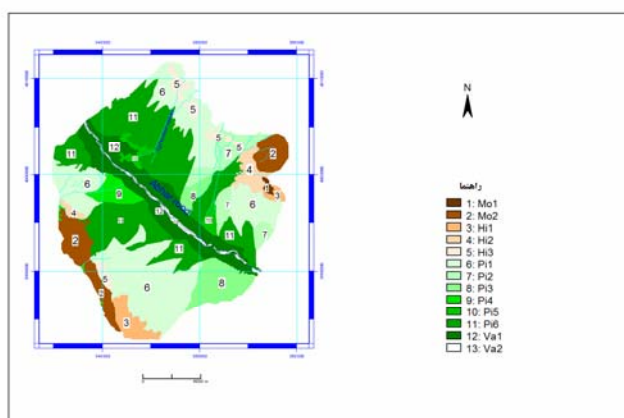
علامت روی نقشه	نوع تخریب	زیر تقسیم نوع تخریب	عامل تخریب	درجه تخریب	گسترش	شرح زیر تقسیم تخریب
۳	کاسته شدن از عمق خاک سطحی	فرسایش ورقه‌ای و شستشوی سطحی	فعالیت کشاورزی، از بین رفتن پوشش گیاهی و شیب زمین	زیاد	متوسط	آبروهای کوچک با عمق ۳ تا ۵ سانتی متر و فاصله ۵ تا ۲۵ سانتی متر
	تخریب خواص شیمیایی	فرسایش ناشی از جابه‌جا شدن خاک	فعالیت کشاورزی، از بین رفتن پوشش گیاهی و شیب زمین	زیاد	زیاد	شیارهای با عمق ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی متر و فاصله تا ۲۵ سانتی متر
	تخریب خواص شیمیایی	کاهش مواد آلی خاک و هدر رفت عناصر غذایی	فعالیت کشاورزی، از بین رفتن پوشش گیاهی و شیب زمین	زیاد	زیاد	مقدار ماده آلی خاک کمتر از ۰/۵ درصد، مقدار بسیار کم ازت، فسفر و پتاسیم
	تخریب خواص فیزیکی خاک	شوری خاک	فعالیت کشاورزی	کم	کم	میانگین وزنی شوری عصاره اشباع خاک تا عمق ۱۵۰ سانتی متری نیم‌رخ خاک کمتر از ۸ دسی زیمنس بر متر
	تخریب خواص فیزیکی خاک	قلیائیت خاک	فعالیت کشاورزی	کم	کم	مقدار ESP خاک کمتر از ۱۵ درصد، SAR کمتر ۱۳ و واکنش خاک کمتر از ۸/۵
	تخریب خواص فیزیکی خاک	فشرده شدن خاک و تشکیل سله در سطح خاک	فعالیت کشاورزی	کم	کم	علائم تشکیل سخت لایه و تشکیل سله در سطح خاک در کمتر از ۱۵ درصد اراضی



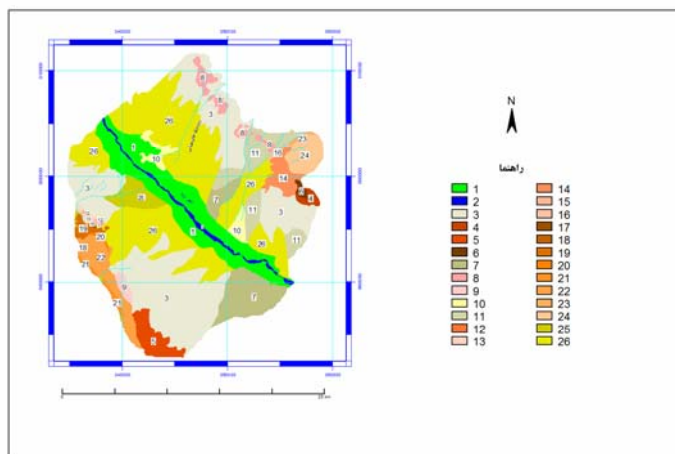
تسکل ۱- موقعیت جغرافیائی منطقه مورد بررسی در استان زنجان



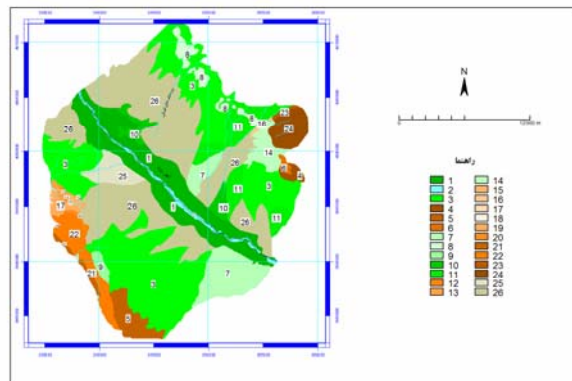
شکل ۲- کلاس‌های شدت و سطوح گسترش تخریب خاک در روش گلاسود (اولدمن و همکاران، ۱۹۹۱)



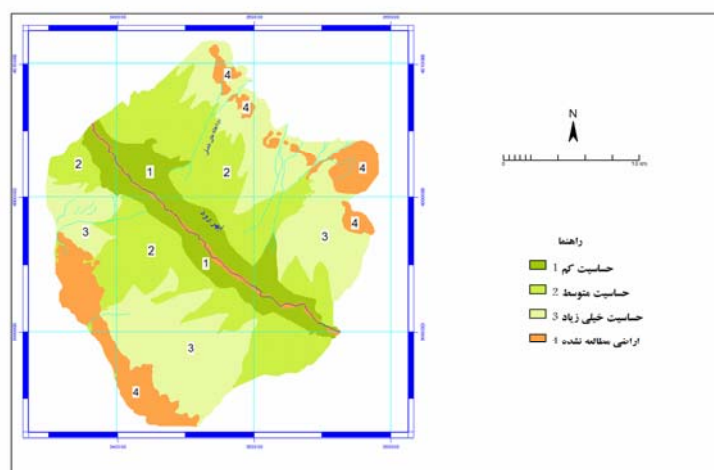
شکل ۳- پراکنش جغرافیائی و نوع ژئوفرم‌های موجود در منطقه مطالعاتی در مقیاس لندفرم (راهنما در جدول ۱)



شکل ۴- نقشه لیتولوژی منطقه مورد بررسی به تفکیک ژئوفرم‌ها (راهنما در جدول ۲)



شکل ۵- نقشه خاک به روش ژئودولوژیک در منطقه مطالعاتی (راهنما در جدول ۳)



شکل ۶- حساسیت منابع خاک منطقه مطالعاتی به تخریب طبق روش گلاسود با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

ضمیمه ۱- خصوصیات خاک اندازه‌گیری شده نیمرخ‌های شاهد سری‌های خاک

CaSO ₄ me. 100gr ⁻¹	> 2 mm %	OC %	CaCO ₃ %	EC _e dS m ⁻¹	PH (paste)	SP	بافت	شن %	سیلت %	رس %	عمق (cm)
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱											
.	-	۱/۲۸	۲۰/۱	-/۹۸	۷/۷	۵۱/۷	sic1	۱۶	۴۶	۳۸	۰-۲۵
.	-	-/۹۲	۲۳/۹	-/۸۱	۷/۶	۵۳/۳	sic	۱۳	۴۶	۴۱	۲۵-۶۰
.	-	-/۴۸	۲۴/۹	۱/۸۱	۷/۸	۵۵/۸	cl	۱۳	۳۴	۵۳	۶۰-۱۰۵
.	۵	-/۲۶	۲۳/۶	-/۶۹	۸/۱	۵۳/۶	cl	۲۵	۲۸	۴۷	۱۰۵-۱۴۰
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۳											
.	-	-/۷۷	۱۱/۱	-/۴۵	۷/۶	-	cl	۴۴	۲۵	۳۱	۰-۲۵
.	-	-/۳۱	۱۵/۲	-/۳۱	۷/۵	-	scl	۵۴	۱۳	۳۳	۲۵-۴۵
.	۵	-/۱۶	۱۱/۸	-/۳۷	۷/۵	-	scl	۵۶	۱۱	۳۳	۴۵-۷۵
.	۱۰	-/۱۴	۱۷/۴	-/۳۷	۷/۵	-	cl	۴۴	۲۳	۳۳	۷۵-۱۱۰
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۷											
.	-	-/۵۸	۲/۹	-/۳۹	۷/۵	۴۸	l	۴۴	۳۲	۲۴	۰-۳۰
.	۱۵	-/۱۶	۱۸/۶	۱/۰۶	۷/۵	۴۷	scl	۵۰	۲۸	۲۲	۳۰-۹۰
.	۷۵	-/۰۹	۱۱/۳	-/۲۷	۷/۸	۴۱	sl	۷۸	۱۰	۱۲	۹۰-۱۴۰
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۸											

.	-	-/۴۷	۷/۶	-/۴۶	۷/۸	۴۶/۳	cl	۳۷	۲۸	۳۵	۰-۱۵
.	۱۰	-/۲۳	۱۸/۱	-/۵۹	۷/۷	۴۱/۹	cl	۴۳	۲۰	۳۷	۱۵-۳۵
.	۱۵	-/۰۹	۱۸/۸	-/۴	۷/۹	۴۰/۲	cl	۳۵	۳۴	۳۱	۳۵-۸۰

نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۹

.	-	-/۵	۹/۸	-/۳۶	۷/۷	۴۲/۳	cl	۵۵	۱۳	۳۲	۰-۱۵
.	۵	-/۲۵	۱۷/۱	-/۳۵	۷/۶	۴۱/۹	cl	۵۹	۱۱	۳۰	۱۵-۶۰
.	۱۰	-/۱۱	۲۵	-/۳۲	۷/۸	۴۵	scl	۶۰	۱۵	۲۵	۶۰-۱۰۰

Ava. W Shc Bulk density FC (0.33 bar) PWP (15 bar) Ava. K Ava. P N عمق
 $\text{cm}^3.\text{w}$ cm hr^{-1} $\text{g} (\text{cm}^3)^{-1}$ $\text{cm}^3.\text{w}$ $\text{cm}^3.\text{w}$ mg kg^{-1} mg kg^{-1} mg kg^{-1} (cm)
 $(\text{cm}^3.\text{s})^{-1}$ $(\text{cm}^3.\text{s})^{-1}$ $(\text{cm}^3.\text{s})^{-1}$

نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱

		-/۱۶	-/۳۲	۱/۲۷	-/۳۸	-/۲۱	۲۰۸	۱۲	۱	۰-۲۵
		-/۱۶	-/۳	۱/۲۵	-/۳۹	-/۲۳	۱۹۲	۴	-/۰۷۳	۲۵-۶۰
		-/۱۵	-/۲۲	۱/۲۱	-/۴۶	-/۳۱	۱۶۰	۲	-/۰۲۵	۶۰-۱۰۵
		-/۱۴	-/۱۹	۱/۲۵	-/۴	-/۲۷	۱۰۴	۱	-/۰۱۲	۱۰۵-۱۴۰

نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۳

		-/۱۲	-/۳	۱/۳۵	-/۲۹	-/۱۷	۲۲۲	۸	/۰۸۱	۰-۲۵
		-/۱	-/۲۲	۱/۳۶	-/۲۸	-/۱۹	۱۸۵	۵	-/۰۶۵	۲۵-۴۵
		-/۱	-/۲۱	۱/۳۶	-/۲۸	-/۱۹	۱۲۰	۳	-/۰۱۵	۴۵-۷۵
		-/۱۲	-/۲۶	۱/۳۴	-/۳	-/۱۸	۹۰	۲	-/۰۰۸	۷۵-۱۱۰

نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۷

		-/۱۳	-/۵۵	۱/۳۹	-/۲۷	-/۱۴	۱۸۰	۷	-/۰۶۵	۰-۳۰
		-/۱۲	-/۶۳	۱/۴۱	-/۲۵	-/۱۴	۱۱۵	۳	-/۰۵۲	۳۰-۹۰
		-/۰۹	۲/۰۷	۱/۵۶	-/۱۸	-/۱	۹۵	۲	-/۰۱۴	۹۰-۱۴۰

نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۸

		-/۱۳	-/۲۵	۱/۳۲	-/۳۲	-/۱۹	۲۰۱	۴/۵	-/۰۶۲	۰-۱۵
		-/۱۱	-/۲	۱/۳۲	-/۳۲	-/۲	۱۷۵	۳	-/۰۴۱	۱۵-۳۵
		-/۱۴	-/۳۴	۱/۳۳	-/۳۱	-/۱۷	۱۱۲	۲	-/۰۲۱	۳۵-۸۰

نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۹

		-/۱۲	-/۲۹	۱/۳۴	-/۲۸	-/۱۶	۱۷۵	۵	-/۰۵۵	۰-۱۵
		-/۱۲	-/۲۴	۱/۳۲	-/۳۰	-/۱۸	۱۲۰	۲/۲	-/۰۲۲	۱۵-۶۰
		-/۰۹	-/۵۴	۱/۴۳	-/۲۲	-/۱۳	۱۰۰	۱	-/۰۱۱	۶۰-۱۰۰

علائم اختصاری خصوصیات شیمیایی خاک: EC_e = هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک؛ OC = کربن آلی خاک.

علائم اختصاری بافت خاک: sicl = لومی رسی سیلتی؛ sic = رسی سیلتی؛ cl = لومی رسی؛ scl = لومی رسی شنی.

علائم اختصاری عناصر غذایی اصلی: N = ازت کل؛ Ava. P = فسفر قابل دسترس؛ Ava. K = پتاسیم قابل دسترس.

علائم اختصاری خصوصیات رطوبتی خاک: SP = درصد اشباع خاک؛ FC = مقدار رطوبت ظرفیت زراعی؛ PWP = مقدار رطوبت نقطه پژمردگی؛ Shc =

= هدایت هیدرولیکی اشباع خاک؛ Ava.W = مقدار آب قابل دسترس.

ضمیمه ۱- خصوصیات خاک اندازه‌گیری شده نیمرخ‌های شاهد سری‌های خاک (ادامه)

$CaSO_4$ me. 100gr ⁻¹	> 2 mm %	OC %	$CaCO_3$ %	EC_e dS m ⁻¹	PH (paste)	SP	بافت	شن %	سیلت %	رس %	عمق (cm)
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱۰											
.	-	-/۷۰	۷/۴	-/۹۸	۸	۴۴/۷	sicl	۱۵	۵۸	۲۷	۰-۳۰
.	-	-/۵۶	۴/۱	۱/۷۲	۷/۸	۴۲/۵	cl	۳۱	۳۴	۳۵	۳۰-۶۰
.	۱۰	-/۲۲	۱۲/۶	۱/۳۴	۷/۷	۳۴/۲	scl	۵۵	۲۰	۲۵	۶۰-۹۵
.	۱۵	-/۲۱	۱۳/۱	۲/۵۳	۷/۵	۳۹/۳	scl	۵۵	۱۸	۲۷	۹۵-۱۵۰
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱۱											
.	-	-/۵۴	۲۰/۶	۱/۰۴	۷/۶	۴۰/۳	cl	۴۲	۲۴	۳۴	۰-۲۰
۳	۵	-/۴۲	۲۹/۱	۲/۰۸	۷/۴	۴۸/۹	cl	۲۹	۳۴	۳۷	۲۰-۶۰
۴۳۲	۱۰	-/۰۹	۱۳/۱	۲/۰۷	۷/۶	۵۳/۷	-	ف	ف	ف	۶۰-۱۰۰
۲۰۸	۱۵	-/۰۸	۲۹/۴	۲/۱۳	۷/۶	۴۰/۲	-	ف	ف	ف	۱۰۰-۱۴۰

نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱۴											
۰-۳۰	۳۲	۱۹	۴۹	scl	۳۴/۳	۷/۸	-/۴۸	۶/۱	-/۵	۵	۰
۳۰-۶۵	۲۶	۱۷	۵۷	scl	۳۴/۳	۸	-/۳۷	۱۷/۲	-/۱۲	۵	۰
۶۵-۱۰۰	۲۶	۱۱	۶۳	scl	۳۸/۸	۸	-/۳۵	۱۶/۷	-/۰۶	۵	۰
۱۰۰-۱۴۰	۲۲	۱۳	۶۵	scl	۳۸/۲	۷/۹	۱	۱۵/۲	-/۰۵	۱۰	۰
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۲۵											
۰-۲۵	۳۲	۳۳	۳۵	cl	۴۲	۷/۸	-/۶۲	۱۲/۷	-/۵۶	-	۰
۲۵-۶۵	۴۲	۲۷	۳۱	c	۳۵/۱	۸/۱	-/۵۲	۱۷/۸	-/۵۳	۷۰	۰
۶۵-۱۵۰	۳۴	۲۹	۳۷	cl	۳۸/۹	۸	-/۴۸	۲۱/۳	-/۳۸	۵۵	۰
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۲۶											
۰-۲۵	۳۳	۳۳	۳۴	cl	۳۷/۸	۷/۸	-/۵۶	۲۵/۴	-/۶۸	۱۵	۰
۲۵-۴۰	۳۵	۳۷	۲۸	cl	۴۳/۶	۷/۹	-/۳۹	۳۸/۳	-/۱۸	-	۰
۴۰-۱۰۰	۳۱	۳۵	۳۴	cl	۴۳/۶	۸	-/۵۲	۳۸/۷	-/۱۶	۱۰	۰
۱۰۰-۱۴۰	۲۵	۱۱	۶۴	scl	۳۵/۸	۸	-/۵	۲۶/۴	-/۱۲	۳۵	۰
	عمق (cm)	N	Ava. P	Ava. K	PWP (15 bar)	FC (0.33 bar)	Bulk density	Shc	Ava. W		
		mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cm ³ .w (cm ³ .s) ⁻¹	cm ³ .w (cm ³ .s) ⁻¹	g (cm ³) ⁻¹	cm hr ⁻¹	cm ³ .w (cm ³ .s) ⁻¹		
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱۰											
۰-۳۰	/۰.۷۲	۹/۲	۲۵۰	-/۱۵	-/۳۲	۱/۳۲	-/۶۷	-/۱۷			
۳۰-۶۰	/۰.۶۲	۳/۶	۲۱۶	-/۱۹	-/۳۳	۱/۳۱	-/۲۸	-/۱۴			
۶۰-۹۵	/۰.۲۴	۳/۲	۱۲۰	-/۱۵	-/۲۵	۱/۴	-/۴۴	-/۱			
۹۵-۱۵۰	/۰.۱۹	۲/۶	۸۲	-/۱۶	-/۲۶	۱/۳۹	۱/۳۶	-/۱			
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱۱											
۰-۲۰	/۰.۵۲	۵/۶	۱۸۴	-/۱۹	-/۳۱	۱/۳۳	-/۲۵	-/۱۲			
۲۰-۶۰	/۰.۴۰	۲/۴	۹۰	-/۲۱	-/۳۵	۱/۳	-/۲۶	-/۱۴			
۶۰-۱۰۰	/۰.۱۰	۲	۳۲								
۱۰۰-۱۴۰	/۰.۱۰	۱/۴	۵۲								
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۱۴											
۰-۳۰	/۰.۵۵	۴/۴	۲۲۴	-/۱۸	-/۲۹	۱/۳۶	-/۲۵	-/۱۱			
۳۰-۶۵	/۰.۱۳	۲/۸	۱۶۰	-/۱۵	-/۲۶	۱/۴	-/۳۹	-/۱			
۶۵-۱۰۰	/۰.۱۰	۲/۲	۹۸	-/۱۶	-/۲۵	۱/۴۱	-/۳۶	-/۰.۹			
۱۰۰-۱۴۰	/۰.۰۹	۶	۸۲	-/۱۴	-/۲۳	۱/۴۴	-/۵۵	-/۰.۹			
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۲۵											
۰-۲۵	/۰.۴۲	۵	۱۹۰	-/۱۸	-/۳۱	۳۳۱	-/۳۲	-/۱۳			
۲۵-۶۵	/۰.۳۵	۳	۱۱۰	-/۲۳	-/۳۷	۱/۲۸	-/۱۹	-/۱۳			
۶۵-۱۵۰	/۰.۰۸	۱	۸۰	-/۱۹	-/۳۲	۱/۳۲	-/۲۷	-/۱۳			
نیمرخ شاهد واحد نقشه شماره ۲۶											
۰-۲۵	/۰.۰۹	۱۴	۲۵۸	-/۲۱	-/۳۴	۱/۳۱	-/۲۱	-/۱۳			
۲۵-۶۰	/۰.۰۸	۴	۲۴۲	-/۱۹	-/۳۱	۱/۳۳	-/۲۵	-/۱۲			
۶۰-۹۵	/۰.۰۵	۶	۱۰۴	-/۱۲	-/۲۱	۱/۴۸	-/۸۸	-/۰.۹			
۹۵-۱۳۵	/۰.۰۳	۴	۹۰	-/۰.۹	-/۱۸	۱/۵۷	۲/۷۵	-/۱			

فهرست منابع:

۱. ابراهیم پور، ر.، مومنی، ع.، زرین کفش، م.، افتخاری، ک.، شاکری، س. ۱۳۸۸. بررسی امکان افزایش درجه خلوص واحد نقشه‌های خاک‌شناسی موجود در ایران بر مبنای اصول ژئوپدولوژیک در منطقه قره بوته استان زنجان. یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. گرگان. ۵۸۶ ص.
۲. بنائی، م. ح. ۱۳۷۷. نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران، ۱ برگ.
۳. سازمان زمین‌شناسی کشور. ۱۳۶۴. نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی استان زنجان (۶ برگ). شرکت افست، تهران، ایران.

۴. قلی زاده، ع.، مؤمنی، ع.، بهرامی، ح. و بنایی، م. ح. ۱۳۸۰. بررسی کارایی روش ژئوپدولوژیک و روش معمول ایران در افزایش خلوص واحدهای نقشه خاک و کاهش هزینه‌های مطالعات خاک‌شناسی. مجله علوم خاک و آب، ویژه نامه خاک‌شناسی و ارزیابی اراضی. صفحات ۲۷-۱۳.
۵. قیومی، ح.، ع. مومنی و م. ح. رامشت. ۱۳۸۲. تغییر و تحول اساسی در خصوصیات خاک ناشی از موقعیت ژئومورفیک. هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت. ۲۲۵ ص.
6. Anjos, L. H., M. R. Fernandes, M. G. Pereira and D. P. Franzmeier. 1998. Landscape and Pedogenesis of an Oxisol-Inseptisols-Ultisol Sequence in Southeastern Brazil. *Soil Sci. Am. J.* 62: 1651-1658.
 7. Ballayan, D. 2000. Soil Degradation. ESCAP Environment Statistics Course. Chapter Biodiversity & Land Degradation. Rome: FAO.
 8. Black, G. R., and K. H. Hartge. 1986. Bulk Density. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 363-375.
 9. Bremner, J. M., and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-Total. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 595-624.
 10. Darwish, M. K., and W. A. Abdel Kawy. 2008. Quantitative Assessment of Soil Degradation in Some Areas North Nile Delta, Egypt. *International Journal of Geology*., Issue 2, Vol. 2, 17-22.
 11. FAO. 1996. Agro-Ecological Zoning Guidelines. Bulletin 73. FAO. Roam. 78P.
 12. Feddema, J. J., and F. Sergio. 2001. Soil Degradation, Global Warming and Climate Impacts. *Clim Res.* Vol. 17: 209-216.
 13. Gardner, W. H. 1986. Water content. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 493-544.
 14. Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 383-411.
 15. Gerrard, J. 1992. *Soil Geomorphology: An Integration of Pedology and Geomorphology*. Chapman & Hall.
 16. Hole, P. F. and B. J. Campbell. 1985. *Soil Landscape Analysis*. Rowman & Allanheld publishers. 196 P.
 17. Klute, A. 1986. Water Retention: Laboratory methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 635-662.
 18. Klute, A., and C. Dirksen 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory Methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 687-734.
 19. Knudsen, D., G. A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, Sodium, and Potassium. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 225-246.
 20. Lu, D., M. Batistella., P. Mausel., and E. Moran. 2007. Mapping and Monitoring Land Degradation Risks in the Western Brazilian Amazon Using Multitemporal Landsat TM/ETM+ Images. *Land Degrad. Develop.* 18: 41-54.
 21. Mahler, P. J. 1979. *Manual of Land Classification for Irrigation*. Soil Institute of Iran. Ministry of Agriculture.
 22. Mallory, B. F., and D. N. Cargo. 1979. *Physical Geology*. McGraw-Hill, Inc., 538 P.
 23. Moameni, A. 1994. Assessment of the Prevailing Irrigation Practices and Their Relation to Soil, Using Remote Sensing and GIS in the Hamadan Area (Iran). M. Sc. Thesis,

- International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede. The Netherlands, 137 P.
24. Moameni, A. 1999. Soil Quality Changes under Long-Term Wheat Cultivation in the Marvdasht Plain, South-Central Iran. Ph.D. Theses dissertation, Gent University, Gent, Belgium, 284 p.
 25. Nelson, R. E. 1982. Carbonate and Gypsum. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 181-197.
 26. Nelson, R. E., and L. E. Sommers. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 539-579.
 27. Novak, P., J. Vopravil., and J. Lagova. 2010. Assessment of the Soil Quality as a Complex of Productive and Environmental Soil Function Potentials. Soil & Water Res. 3: 113-119.
 28. Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., and W. G. Sombrock. 1991. World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation. An Explanatory Note. ISRIC & UNEP.
 29. Olsen, S. R., L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph no. 9 (2nd Edition). 403-430.
 30. Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Hand book No. 60., USDA. 195 P.
 31. Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. 2 edition. Agriculture Hand book Number 436. USDA. USA.
 32. Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th Edition. USDA. USA.
 33. Sonneveld, B. G. J. S. 2003. Formalizing Expert Judgments in Land Degradation Assessment: A Case Study for Ethiopia. Land Degrad. Develop. 14: 347-361.
 34. USDA. 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 2. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
 35. Van den Born, G. J., B. J. de Haan., D. W. Pearce., and A. Howarth. 2000. Technical Report on Soil Degradation. RIVM, Bilthoven, RIVM report no. 481505018.
 36. Van Wambeke, A. 1985. Soil Moisture and Temperature Regimes. SMSS. Technical Monograph # 9.
 37. Van Wambeke, A. and T. Forbes. 1986. Guidelines for Using Soil Taxonomy in the Names of Soil Map Units. SMSS Technical Monograph No. 10.
 38. Van Wambeke, A. R. 2000. The Newhall Simulation Model for Estimating Soil Moisture & Temperature Regimes. Department of Crop and Soil Sciences, Cornell University, Ithaca, NY USA.
 39. Wu, R., and H. Tiessen. 2002. Effect of Land Use on Soil Degradation in Alpine Grassland Soil, China. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 1648-1655.
 40. Zink, J. A. 1989. Physiography and Soils. Soil Survey Courses. ITC. The Netherlands.