

مقدمه

امروزه حفظ خاک^۳ برای نسل‌های حاضر و آینده از وظایف اصلی مدیران اراضی^۴ محسوب می‌شود. از طرفی تخریب خاک^۵ می‌تواند به‌طور معنی‌دار و موثر، پایداری محیط‌زیست^۶ و اقتصاد^۷ کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد [۲ و ۳]. کارایی و طبعاً پایداری اقتصاد و محیط‌زیست کاربری‌های مختلف اراضی مرتعی، کشاورزی و جنگلی به مقدار زیادی تحت تأثیر خصوصیات ذاتی خاک از جمله کیفیت آن می‌باشد [۳]. به‌همین دلیل بسیاری از مدیران اراضی و کشاورزان تمایل به کسب اطلاعاتی در خصوص کیفیت خاک و چگونگی ارزیابی آن دارند. به‌طور کلی موضوع کیفیت خاک و اهمیت ارزیابی آن از سال ۱۹۹۰، در پاسخ به افزایش توجه جهانی به مقوله کاربری اراضی پایدار و همراه با تأکید زیاد بر مهار بیش‌تر فرسایش خاک مطرح شد [۱].

از همین‌رو مدیران اراضی نیاز به ابزارهایی سریع و آسان برای ارزیابی شرایط پایداری خاک برای رشد محصولات زراعی و اتخاذ تصمیم در راستای مدیریت پایدار زمین و محیط‌زیست دارند. به‌همین منظور، روش ارزیابی بصری خاک^۸ (VSA) توسط شفر در سال ۲۰۰۰ [۲] برای ارزیابی کیفیت خاک ابداع و برای ارزیابی کیفیت خاک با کاربری‌های مختلف به‌کار برده شد [۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۱۰]. در تحقیق حاضر با استفاده از اطلاعات ارائه شده در تحقیقات نام‌برده، به معرفی روش VSA، چگونگی کاربرد و معرفی معیارهای به‌کار برده در این روش و توضیح کامل تعیین هر کدام از این معیارها و نهایتاً تعیین امتیاز نهایی شاخص کیفیت خاک پرداخته شده است.

معرفی روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (ASV)

روش VSA با هدف ارائه پیام‌های قابل درک از مشخصات کلی خاک و تبدیل آن‌ها به یک نوع ابزار ارزیابی خصوصیات خاک تهیه شد. این ابزار، یک روش ساده و ارزان برای ارزیابی نیمه‌کمی، سریع و موثر کیفیت خاک ارائه می‌دهد [۱۱ و ۱۲]. روش VSA مبتنی بر مشاهدات ساده از معیارهای کلیدی^۹ خاک

معرفی روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

زینب حزباوی^{۱*} و سید حمیدرضا صادقی^۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۰

چکیده

پایداری محیط‌زیست و اقتصاد کشور به‌طور قابل توجهی از کیفیت خاک تأثیر می‌پذیرد. روش‌های متعددی برای ارزیابی کیفیت خاک در راستای مدیریت و ارائه راه‌کارهای مناسب مدیریتی آن پیشنهاد شده است. حال آن‌که روش‌های ساده و مبتنی بر شاخص‌های زود یافت کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. در تحقیق حاضر، روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (Visual Soil Assessment, VSA) به‌عنوان یک روش ارزیابی کیفیت خاک معرفی شده است. VSA به مدیران اراضی کمک می‌کند تا به روشی ساده و نیمه کمی، کیفیت خاک را پایش کنند. در این روش، خصوصیات بصری خاک نماینده‌ای از کیفیت خاک تلقی می‌شوند و ابزاری سریع و موثر برای ارزیابی ارزان از وضعیت کیفی خاک در عرصه را فراهم می‌کند. VSA مبتنی بر امتیازدهی معیارهای فیزیکی-زیستی خاک است. به‌همین منظور، امتیازها در کارت‌های با کاربرد آسان تنظیم شده‌اند که بر اساس نوع کاربری قابل تنظیم هستند. معیارهای خاک وابسته به معیارهای مربوط به عملکرد گیاه، شرایط خاک را به تولید مرتع و یا عرصه مورد نظر مرتبط می‌کند. این معیارها توسط تحقیقات گسترده‌ای بررسی و انتخاب شده‌اند و در ارتباط تنگاتنگ با مسایل اقتصادی نیز هستند.

واژه‌های کلیدی: آمایش سرزمین، پایداری محیط‌زیست، سلامت خاک

- 3- Soil Protection
- 4- Land Managers
- 5- Soil Degradation
- 6- Environment Sustainability
- 7- Economic Sustainability
- 8- Visual Soil Assessment (VSA)
- 9- Key Criteria

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور مازندران، ایران، نویسنده مسئول، Email: hazbavizeinab@gmail.com

۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور مازندران، ایران،



شکل ۱ نمایی از جعبه ابزار مورد نیاز برای اجرای روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

به عنوان نمایه های کیفیت خاک و نیز مبتنی بر فرم های امتیازدهی زود یافت و با کاربری آسان می باشد. شاخص ها به طور تنگاتنگی با شاخص های قابل اندازه گیری مهمی از کیفیت خاک شامل هدایت الکتریکی، تهویه هوا، میزان انتشار و انتقال اکسیژن، تخلخل زیاد، وزن مخصوص، توزیع اندازه ذرات، کربن آلی و نیتروژن معدنی مرتبط می باشند. همچنین شاخص های خاک توسط شاخص های گیاهی مورد حمایت قرار می گیرند به طوری که شرایط خاک را با عملکرد گیاه، تولید مزرعه و فعالیت های مدیریتی ارتباط می دهند. امتیازات نهایی کسب شده از این روش به خوبی در ارتباط با میزان درآمد حاصل از محصولات مزرعه هستند، بنابراین مدیران با احتساب این امتیازها به وضعیت شرایط مزرعه خود پی برده و با پایش مداوم باید سعی کنند امتیازات نهایی را در حد شرایط خوب حفظ نمایند.

ویژگی های فیزیکی، زیستی و تا حدودی شیمیایی خاک، به عنوان ویژگی های بصری مطرح می شوند. از این رو تغییرات در کاربری اراضی یا مدیریت زمین می تواند به طور برجسته ای این ویژگی ها را تغییر دهد. تحقیقات انجام شده در نیوزلند و سایر کشورها نشان داد که بسیاری از شاخص های بصری به طور تنگاتنگی مرتبط با شاخص های کمی کلیدی (مبتنی بر اندازه گیری) از کیفیت خاک هستند. که از این نتایج برای توسعه روش VSA استفاده شده است [۲]. این روش بر اساس ارزیابی شاخص های حالت^۱ و عملکرد^۲ کیفیت خاک ارائه شده در فرم های امتیازدهی مخصوص به خود اجرا می شود. شاخص های نشان دهنده وضعیت و پتانسیل ذاتی خاک مانند بافت، ساختمان، تخلخل و رنگ خاک، شاخص های حالت تلقی می شوند و شاخص هایی که بیانگر عملکرد خاک برای رشد گیاه و یا حفظ آن در برابر عوامل تخریب از جمله پتانسیل عمق ریشه دوانی، سله بندی و پوشش سطحی و فرسایش خاک هستند به عنوان شاخص های عملکرد کیفیت خاک محسوب می شوند. لازم به ذکر است در روش نام برده کیفیت خاک با ارزیابی معیارهای کلیدی خاک به تنهایی قابل امتیازبندی است و نیازی به اطلاعات تاریخی خاک نیست.

راهنمای اجرای روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (ASV)

برای اجرای این روش در ابتدا بایستی جعبه ابزار مورد نیاز برای انجام آزمایش های مختلف (شکل ۱) به شرح زیر تهیه شود:

- یک بیلچه برای حفر خاک و برداشت حدود ۲۰۰ میلی متر مکعب خاک برای انجام آزمون شناسایی ساختمان خاک.
- یک ظرف پلاستیکی با ابعاد حدود ۴۵۰ در ۳۵۰ میلی متر با عمق ۲۵۰ میلی متر برای استقرار خاک در آن و انجام آزمایش های مورد نیاز روی خاک.
- یک تخته مربعی شکل محکم با ابعاد ۲۶۰ در ۲۶۰ میلی متر با

ضخامت ۲۰ میلی متر برای قرار دادن آن در زیر کیسه پلاستیکی به هنگام انجام آزمایش ساختمان خاک.

- یک بسته کیسه پلاستیکی زباله بزرگ و ضخیم با ابعاد حدود ۷۵۰ در ۵۰۰ میلی متر، برای پخش خاک روی آن.
- چاقو با طول حدود ۲۰۰ میلی متر برای بررسی حفره های خاک و پتانسیل عمق ریشه دوانی.
- بطری آب برای ارزیابی صحرایی طبقه بافت خاک.
- یک متر نواری برای اندازه گیری پتانسیل عمق ریشه دوانی.
- راهنمای صحرایی VSA، برای انجام مقایسه های تصویری مرتبط با معیارهای مورد بررسی.
- یک دفترچه یادداشت کارت های امتیازدهی برای ثبت امتیازهای بصری مربوط به هر معیار.

در روش VSA برای ارزیابی بصری کیفیت خاک، به طور کلی ۱۰ معیار بافت، ساختمان، تخلخل، رنگ، تعداد و رنگ لکه های روی خاک، تعداد و اندازه کرم های خاکی موجود، پتانسیل عمق ریشه دوانی، ماندابی، سله بندی و پوشش سطحی و فرسایش خاک به شرح مندرج در جدول ۱ مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرند. بعد از تهیه جعبه ابزار روش VSA، شروع به انجام آزمایش های مورد نیاز برای تعیین هر کدام از معیارها طبق استانداردهای این روش پرداخته می شود. در این روش نمونه ای از کارت امتیازدهی تهیه شده و طبق آن مشخصات اساسی خاک نمونه برداری شده مانند نوع کاربری، نام محل، عمق نمونه برداری، نوع خاک و سایر اطلاعات لازم درج می شود.

1- State
2- Performance

تعیین معیارهای مورد بررسی در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (ASV) و تعیین امتیاز آن‌ها

- معیار بافت خاک

برای محاسبه معیار بافت خاک و تعیین امتیاز آن به شرح زیر اقدام می‌شود.

- ۱- یک نمونه‌ای کوچک (حدود نصف اندازه انگشت شست) از خاک بالایی و از منطقه معرف برداشته می‌شود.
- ۲- خاک با آب خیس داده و سپس کاملاً با کف دست ورزیده می‌شود. برای به حداکثر رساندن ضخامت آن بین انگشت شست و انگشت سبابه قرار داده و به شکل گلوله یا توپ درآورده شود.
- ۳- بافت آن بر اساس معیارهای داده شده در جدول ۲ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

به صورت تجربی، یک شخص به طور مستقیم با تخمین درصدهای مربوط به شن، سیلت و رس می‌تواند بافت خاک را ارزیابی کند (<http://asadollahi-az.blogfa.com/post-39.aspx>). شرایط خاصی به دلیل ماهیت خاک ممکن است وجود داشته باشد که نیاز به اصلاح امتیاز مربوط به بافت خاک باشد. به عنوان مثال، اگر خاک، مقدار قابل توجهی از مواد معدنی آلی (هوموس با ۱۵ تا ۳۰ درصد مواد آلی)، یک امتیاز به امتیاز مربوط به بافت خاک اضافه می‌شود (برای مثال از صفر به یک، یا از یک به دو تغییر می‌کند) و یا اگر خاک از نوع سنگلاخی یا سنگ‌ریزه‌ای باشد، امتیاز بافت خاک به میزان نیم امتیاز کاهش داده می‌شود.

همچنین عامل دیگری که ممکن است روی امتیاز نهایی خاک تاثیر بگذارد، ارجحیت خاص یک محصول برای یک نوعی از بافت خاک است. به عنوان مثال، مارچوبه^۱، خرگوشک^۲، هندوانه، اسکنبیل^۳، تاغ^۴ و یا گیاهانی مشابه که خاک شنی لومی را برای زیستن ترجیح می‌دهند، امتیاز بافت خاک در این گونه موارد به میزان نیم امتیاز افزایش (به عبارت دیگر از یک به ۱/۵) پیدا می‌کند.

تعیین امتیاز مربوط به معیار ساختمان خاک

معیار ساختمان خاک و امتیاز آن بر اساس مراحل زیر محاسبه و تعیین می‌شود.

- ۱- ۲۰۰ میلی‌متر مکعب از خاک سطحی با یک بیلچه برداشته می‌شود.
- ۲- نمونه خاک را حداکثر در سه بار از ارتفاع یک متری به درون پلاستیک‌ها با ابعاد متناسب با نمونه مورد نظر انداخته شود. اگر کلوخه‌های بزرگ بعد از یک یا دو بار پرتاب شکسته نشوند، مجدداً آن‌ها را یک یا دو بار به طور جداگانه پرتاب می‌کنند. اگر یک کلوخه بعد از بار اول یا دوم به قطعات کوچک‌تر شکسته شد، نیازی به پرتاب مجدد نیست. توجه شود که هیچ تکه‌ای از خاک بیش‌تر از

- 1- Asparagus
- 2- Verbascum cheirantifolium Boiss
- 3- Calligonum
- 4- Haloxylon

سه بار پرتاب نشود. برای خاک‌های با بافت شنی لومی (جدول ۲)، خاک درون پلاستیک، فقط از یک ارتفاع نیم‌متری به سمت زمین انداخته می‌شود.

- ۳- سپس خاک به درون کیسه پلاستیکی بزرگ منتقل می‌شود.
- ۴- برای خاک‌های با بافت شنی لومی یا شنی، خاک را در حالی که روی بیل قرار گرفته، از ارتفاع ۵۰ میلی‌متر پرتاب می‌کنند و سپس با بیل جابجا کرده و درون پلاستیک قرار می‌دهند.
- ۵- فقط فشار بسیار آرام و ملایم بایستی به کار برده شود. به تمام ترک‌ها و شکاف‌های هر بخش از کلوخه توجه شود و تلاش شود از یک‌دیگر جدا شوند. اگر کلوخه به راحتی جدا نمی‌شود. فشار بیش‌تری وارد نشود (زیرا که فشارها و ترک‌ها ممکن است پیوسته نباشد و بنابراین قادر به انجام اکسیژن، هوا و آب نیستند).
- ۶- درشت‌ترین خاک‌دانه‌ها در یک طرف و ریزترین آن‌ها در طرف دیگر قرار داده می‌شوند. توزیع خاک‌دانه‌ها بایستی در کیسه پلاستیکی مرتب شود. نحوه توزیع آن‌ها با سه تصویر نمایش داده شده در شکل ۲ و مربوط به معیار مورد بررسی مقایسه می‌شود. این روش برای طیف وسیعی از شرایط رطوبتی معتبر است اما زمانی حداکثر کارایی را دارد که خاک مرطوب یا نسبتاً مرطوب باشد.

تعیین امتیاز مربوط به معیار تخلخل خاک

برای محاسبه معیار بافت تخلخل خاک و تعیین امتیاز آن به شرح زیر اقدام می‌شود.

- ۱- یک تکه‌ای از خاک با بیل (حدود ۱۰۰ در ۱۵۰ میلی‌متر با عمق ۲۰۰ میلی‌متر) از کنار گودال برداشته می‌شود و آن را به دو تکه تقسیم می‌کنند.
- ۲- سطح تازه نمونه خاک برای تعیین میزان تخلخل خاک با مقایسه سه تصویر ارائه شده در شکل ۳ آزمایش می‌شود. حفره‌ها و فضاهای خالی، شکاف‌ها، حفره‌ها و ترک‌های بین و درون خاک‌دانه‌ها و کلوخه‌ها به خوبی بررسی می‌شود.
- ۳- همچنین میزان تخلخل، از تعداد کلوخه‌های بزرگ آزمایش شده برای تعیین ساختمان خاک آزمایش می‌شود. زیرا با این کار اطلاعات بسیار بیش‌تری از وضعیت تخلخل به دست می‌آید (شکل ۳).

تعیین امتیاز مربوط به معیار رنگ خاک

معیار رنگ خاک و امتیاز مربوط به آن طبق اطلاعات نمایش داده شده در شکل ۴ و مراحل زیر محاسبه و تعیین می‌شود.

- ۱- رنگ نمونه خاک برداشته شده از محل نمونه‌برداری با خاک برداشته شده از نزدیک‌ترین منطقه حفاظت شده و یا قرق شده مشابه آن مقایسه می‌شود.
 - ۲- از سه تصویر ارائه شده در شکل ۴ و معیارهای تعیین شده برای توصیف آن‌ها استفاده و تغییر نسبی رخ داده در رنگ خاک مقایسه می‌شود.
- همان‌طور که رنگ خاک سطحی در بین انواع خاک تغییر می‌کند،

جدول ۱- نمونه‌ای از کارت امتیازدهی خاک و معیارهای بصری در روش ارزیابی کیفیت خاک (VSA)

نوع کاربری	نام محل نمونه‌برداری	عمق نمونه‌برداری	موقعیت یاب جهانی (GPS)	نوع خاک	طبقه مورد نظر خاک	طبقه مربوط به وضعیت زهکشی محل نمونه‌برداری
اطلاعات مربوط به سامانه						
گروه بافت خاک (بالای یک متر)	شرایط رطوبتی خاک	شرایط فصلی هوا				
○ شنی	○ خشک	○ خشک			○ خشک	
○ لومی	○ نسبتاً مرطوب	○ مرطوب			○ مرطوب	
○ سیلتی	○ مرطوب	○ سرد			○ سرد	
○ رسی	○ خیلی مرطوب	○ گرم			○ گرم	
○ سایر	○ مرطوب	○ متوسط			○ متوسط	

ردیف	معیارهای بصری کیفیت خاک	وزن‌دهی	رتبه نهایی امتیاز بصری (VS)
امتیاز بصری (VS)			
		۰ = شرایط ضعیف ۱ = شرایط متوسط ۲ = شرایط خوب	
۱	بافت خاک	۳×	
۲	ساختمان خاک	۲×	
۳	تخلخل خاک	۳×	
۴	رنگ خاک	۱×	
۵	تعداد و رنگ لکه‌های روی خاک	۲×	
۶	کرم‌های خاکی (تعداد =) (اندازه متوسط آن‌ها =)	۳×	
۷	پتانسیل عمق ریشه‌دوانی	۳×	
۸	ماندابی سطحی	۲×	
۹	سله‌بندی و پوشش سطحی	۲×	
۱۰	فرسایش خاک (بادی یا آبی)	۲×	
۱۱	شاخص کیفیت خاک (مجموع رتبه‌های نهایی)	-	

ارزیابی کیفیت خاک	شاخص کیفیت خاک
ضعیف	۱۵ >
متوسط	۳۰ - ۱۵
خوب	۳۰ <

خاک، نمونه‌ای از خاک (حدود ۱۰۰ در ۱۵۰ میلی‌متر با عمق ۲۰۰ میلی‌متر) از کناره گودال برداشت و با سه تصویر ارائه شده در شکل ۵ مقایسه می‌شود. سپس درصد خاک اشغال شده توسط لکه‌های رنگی گزارش شده با استفاده از شکل ۶ تعیین می‌شود.

تعیین امتیاز مربوط به معیار کرم‌های خاکی

برای محاسبه معیار کرم‌های خاکی و تعیین امتیاز مربوط به آن، ابتدا

تصاویر نیز درجه تغییر در رنگ خاک را نمایش می‌دهند و رنگ مطلق خاک را ارائه نمی‌دهند زیرا رنگ مطلق خاک معیار مناسبی برای ارزیابی محسوب نمی‌شود.

تعیین امتیاز مربوط به معیار تعداد و رنگ لکه‌های روی خاک

برای محاسبه و تعیین امتیاز معیار تعداد و رنگ لکه‌های روی

جدول ۲- نحوه امتیازدهی به معیار بافت خاک در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

امتیاز بصری (VS)	طبقه بافت خاک	توصیف
۲ (خوب)	سیلتی لوم	دارای حالت صابونی، صاف و روان، با چسبندگی کم، بدون شن و به هنگام فشار دادن گلوله آن، خاک ترک می خورد.
۱/۵ (نسبتاً خوب)	رسی لوم	بسیار صاف و روان، دارای حالت چسبنده و پلاستیکی و گلوله توپ خاک بدون فشار تغییر شکل می یابد.
۱ (متوسط)	شنی لوم	دارای کمی شن و گلوله ها به هنگام فشار وارد آمدن به آن ها، ترک می خورند.
۰/۵ (نسبتاً بد)	- لومی شنی - سیلتی رسی	- لومی شنی: شنی و به هنگام فشار وارد آوردن به گلوله خاک، متلاشی می شود. - سیلتی رسی و رسی: بسیار صاف و روان، بسیار چسبنده، دارای حالت پلاستیکی و گلوله ها بدون فشار آوردن به آن ها تغییر شکل می یابند.
۰ (بد)	رسی شنی	کاملاً شنی و تهیه یک گلوله خاک از آن مقدور نمی باشد.



امتیاز بصری شرایط بد = ۰

خاک توسط کلوخه های درشت با خاک دانه های ریز تر خیلی کم اشغال شده اند. کلوخه ها بسیار محکم، از لحاظ شکل زاویه دار یا غیرزاویه دار و بدون یا با فضای متخلخل بسیار کم هستند.



امتیاز بصری شرایط متوسط = ۱

خاک شامل نسبت معنی داری (۵۰ درصد) از هر دو خاک دانه های ریز شکننده و کلوخه های درشت است. کلوخه های درشت، محکم، نسبتاً زاویه دار یا زاویه دار و بدون یا با فضای متخلخل کم هستند.



امتیاز بصری شرایط خوب = ۲

خاک دارای خاک دانه های نرم و ریز و بدون هیچ گونه کلوخه است. خاک دانه ها عموماً گرد و کاملاً متخلخل هستند.

شکل ۲- نحوه امتیازدهی به معیار ساختمان خاک در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)



امتیاز بصری شرایط بد = ۰

هیچ گونه حفره های درشت و حفره های ریز در بین کلوخه های بسیار سفت و حجیم خاک دیده نمی شود. سطح کلوخه ها بسیار صاف با کمی شکاف و یا بدون شکاف یا سوراخ می باشد و زاویه های بسیار تندی دارد.



امتیاز بصری شرایط متوسط = ۱

حفره های بزرگ و حفره های ریز درشت در بین و درون خاک دانه ها به طور معنی داری کاهش پیدا کرده اند، اما هنوز در بخش هایی از خاک دیده می شوند. خاک دارای انسجام متوسطی است.



امتیاز بصری شرایط خوب = ۲

خاک دارای حفره های بزرگ و حفره های ریز درشت در بین و درون خاک دانه ها است که مربوط به ساختار خوب خاک است.

شکل ۳- نحوه امتیازدهی به معیار تخلخل خاک در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)



امتیاز بصری شرایط بد = ۰

رنگ نمونه خاک در مقایسه با خاک قرق شده به طور معنی داری کم رنگ تر است.



امتیاز بصری شرایط متوسط = ۱

رنگ خاک سطحی تا حدودی رنگ پریده تر از منطقه قرق شده می باشد، اما خیلی قابل توجه نیست.



امتیاز بصری شرایط خوب = ۲

خاک سطحی کدر زیاد، تفاوت چندانی با خاک سطحی موجود در منطقه قرق شده ندارد.

شکل ۴- نحوه امتیازدهی به معیار رنگ خاک در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)



امتیاز بصری شرایط بد = ۰

خاک دارای لکه های زیاد (بیش تر از ۵۰ درصد) نارنجی متوسط و درشت و به ویژه خاکستری است.



امتیاز بصری شرایط متوسط = ۱

خاک دارای لکه هایی معمولی ریز (۱۰-۲۵ درصد) و خاکستری و نارنجی متوسط است.



امتیاز بصری شرایط خوب = ۲

لکه هایی در نمونه خاک مشاهده نمی شود.

شکل ۵- نحوه امتیازدهی به معیار تعداد و رنگ لکه های روی خاک در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

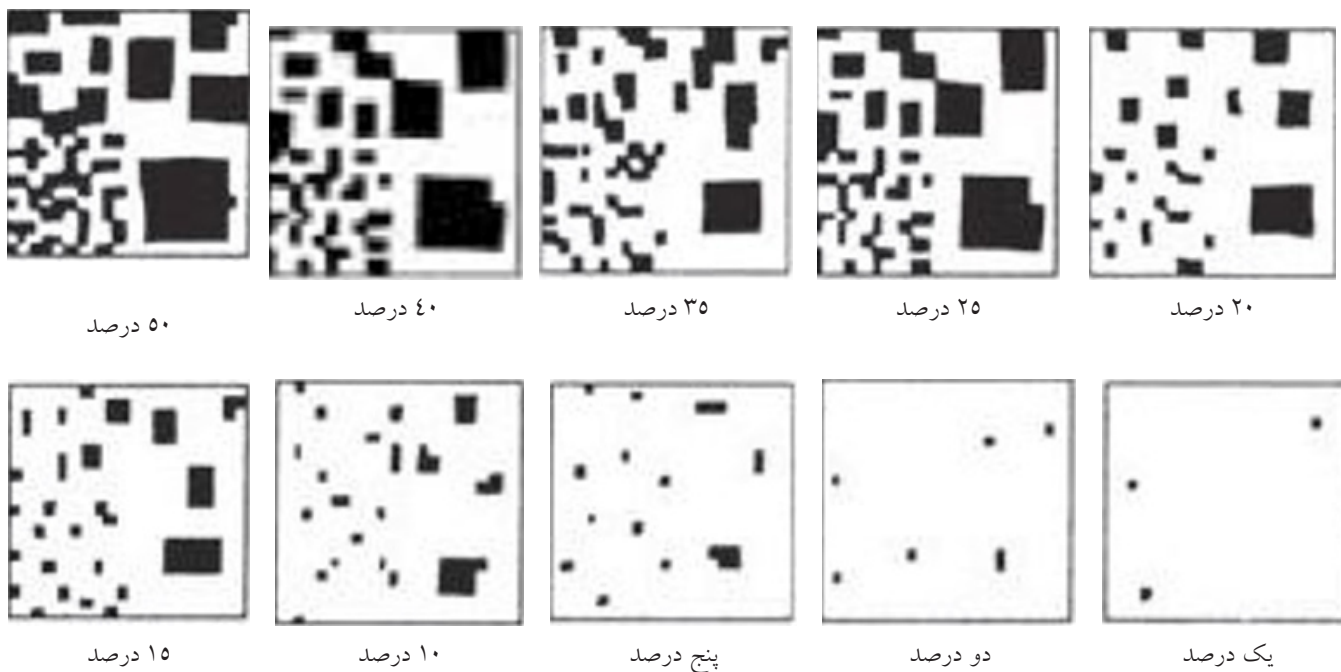
می باشد و بنابراین نیاز است تعداد کرم های خاکی محاسبه شده در این روش در ۲۵ ضرب شود تا به تعداد در واحد متر مربع تبدیل شود.

تعیین امتیاز مربوط به معیار عمق ریشه دوانی

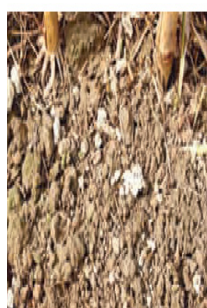
برای محاسبه این معیار، ابتدا یک حفره برای تعیین عمق شناسایی می شود (شکل ۸) تا محدوده لایه با محدوده طبقه موجود در جدول ۴ مقایسه شود. همان طور که حفره حفاری می شود، به حضور ریشه ها و کانال های عمیق مربوط به ریشه های قدیمی، کانال های مربوط به کرم خاکی، ترک ها و شکاف های با امکان توسعه ریشه توجه و ثبت

کرم های خاکی با دست شمرده می شوند. سپس آن ها را روی خاک تنظیم شده برای ارزیابی ساختمان خاک طبق شکل ۷ قرار می دهند و با طبقه قرار داده شده در جدول ۳ مقایسه می شود.

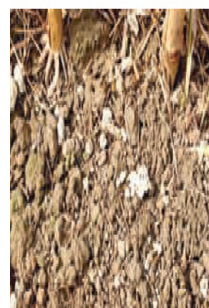
همان طور که می دانید کرم های خاکی از نظر اندازه و تعداد بسیار متنوع هستند و وابسته به گونه ها و فصل مورد بررسی دارد. بنابراین برای مقایسه های سالیانه، شمارش کرم های خاکی باید زمانی انجام شود که سطوح رطوبتی و دمای خاک خوب باشد. در این آزمایش تعداد کرم های خاکی بر حسب تعداد در ۲۰۰ میلی متر مکعب خاک گزارش می شود. اما تعداد کرم های خاکی معمولاً در واحد متر مربع گزارش شده است. ۲۰۰ میلی متر مکعب برابر با ۱/۲۵ متر مربع



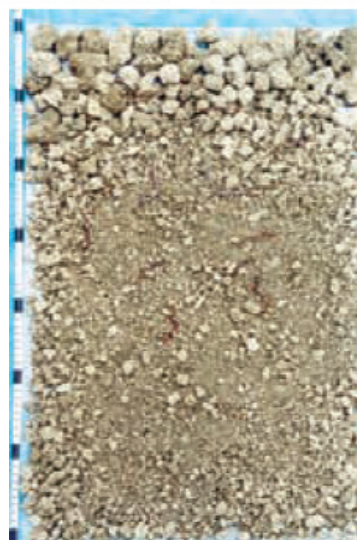
شکل ۶- نحوه پراکنش لکه‌های خاک و تعیین درصد تحت پوشش آن‌ها



ب



الف



ج

شکل ۷- نمایی از کرم‌های خاکی قابل مشاهده در نمونه‌های خاک (الف و ب) و ارزیابی بصری معیار کرم‌های خاکی (ج) در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

جدول ۳- نحوه امتیازدهی به معیار کرم‌های خاکی در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

امتیاز بصری (VS)	تعداد کرم‌های خاکی (در ۲۰۰ میلی‌متر مکعب خاک)
۲ (خوب)	بیش‌تر از ۳۰ (ترجیحاً برابر یا بیش‌تر از سه گونه)
۱ (متوسط)	۱۵-۳۰ (ترجیحاً برابر یا بیش‌تر از دو نوع گونه)
۰ (بد)	کم‌تر از ۱۵ (غالباً از یک گونه باشد)

جدول ۴- نحوه امتیازدهی به معیار عمق پتانسیل ریشه‌دوانی در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

امتیاز بصری (VS)	عمق پتانسیل ریشه‌دوانی (متر)
۲ (خوب)	بیش‌تر از ۰/۸
۱/۵ (نسبتاً خوب)	۰/۸ تا ۰/۶
۱ (متوسط)	۰/۶ تا ۰/۴
۰/۵ (نسبتاً بد)	۰/۴ تا ۰/۲
۰ (بد)	کم‌تر از ۰/۲

جدول ۵ نحوه امتیازدهی به معیار ماندابی در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

امتیاز بصری (VS)	تعداد روزهای ماندابی	توصیف
۲ (خوب)	≥ 1	هیچ‌گونه آبی بعد از یک روز بارندگی سنگین مشاهده نمی‌شود. حالت ماندابی خفیف برای دو تا چهار روز بعد از بارندگی سنگین اتفاق می‌افتد.
۱ (متوسط)	۲-۴	حالت ماندابی قابل توجهی برای بیش از پنج روز بعد از بارندگی سنگین مشاهده می‌شود.
۰ (بد)	≤ 5	



شکل ۸- نمایی از یک چاله عمیق برای ارزیابی عمق پتانسیل ریشه‌دوانی در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک

تعیین امتیاز مربوط به معیار ماندابی سطحی

درجه ماندابی سطح خاک را بر اساس مشاهده‌ها یا دوره زمانی برای جمع‌آوری مجدد آب بعد از یک دوره مرطوب در طول بهار و سپس مقایسه آن‌ها با جدول ۵ می‌توان ارزیابی نمود. شکل ۹ نیز نمایی از یک حالت ماندابی را نشان می‌دهد.

تعیین امتیاز مربوط به معیار سله‌بندی و پوشش سطحی

درجه سله‌بندی و پوشش سطحی با تصاویر ارائه شده در شکل

شود. هم‌چنین این امکان وجود دارد که یک لایه سطحی بسیار ضخیم از ریشه‌ها (در نتیجه مقاومت بالا به نفوذ) تشکیل شود و یا ریشه‌ها تحت فشار قرار بگیرند و به‌صورت افقی توسعه پیدا کنند که به سندرم راست زاویه^۱ معروف هستند. در برخی موارد وجود یک سخت‌لایه طبیعی مانند وجود آهن، سیلیکون یا کلسیت و یا غیرطبیعی مانند سخت‌لایه‌های حاصل از اقدامات خاک‌ورزی ممکن است مانع رشد و توسعه ریشه‌ها شود. کلیه این موارد باید لحاظ و ثبت شوند.

1- Right-angle Syndrome



شکل ۹- نمایی از حالت ماندابی خاک

۱۰ بر اساس معیارهای ارزیابی مقایسه می‌شود. بهترین زمان برای ارزیابی سله‌بندی سطحی دوره مرطوب (بعد از یک دوره خشک و قبل از کشت می‌باشد).

تعیین امتیاز مربوط به معیار فرسایش خاک (بادی یا آبی)

درجه فرسایش خاک بر اساس شواهد بصری در زمان انجام آزمایش تعیین می‌شود. برای این امر بر اساس اطلاعات و تجربیات گذشته اتفاق افتاده برای محل نمونه‌برداری متناسب با شکل ۱۱ اقدام می‌شود.

امتیازدهی بصری نهایی شاخص کیفیت خاک

به هر معیار مورد بررسی در VSA، یکی از امتیازهای بصری صفر (بد)، یک (متوسط) یا دو (خوب) بر اساس کیفیت خاک مشاهده شده در محل نمونه‌برداری و در مقایسه با تصاویر ارائه شده برای هر کدام از معیارها داده می‌شود. این نوع امتیازدهی قابلیت انعطاف‌پذیری دارد. به عبارتی اگر نمونه مورد بررسی به‌طور مشخص در یکی از تصاویر و طبقه‌ها قرار نگیرد، امتیاز بینابین را می‌توان به آن اختصاص داد. از آنجایی که بعضی از معیارها اهمیت بیشتری در ارزیابی کیفیت خاک دارند، VSA یک عامل وزنی یک، دو یا سه را طبق جدول ۱ به معیارهای مورد نظر اختصاص داده و نهایتاً رتبه نهایی و کلی امتیازهای بصری، امتیاز شاخص کیفیت خاک مورد نظر در یکی از سه شرایط خوب، متوسط یا بد قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

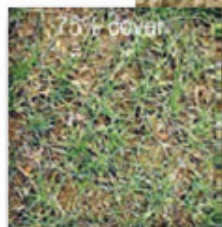
VSA یک روشی سریع، ساده، بسیار ارزان و به‌صرفه برای ارزیابی کیفیت خاک تلقی می‌شود که توسط هر کس و در هر عرصه‌ای استفاده می‌شود. کاربرد این روش مستقل از نوع خاک است و با اندازه‌گیری خصوصیات خاک ارتباط تنگاتنگی دارد. هم‌چنین عملکرد گیاه را وابسته به شرایط خاک، اقدامات مدیریتی اراضی و تولید و وضعیت درآمد حاصل از زمین مطرح می‌کند.

1- Wet Period

امتیاز بصری شرایط

خوب = ۲

بدون سله یا خیلی کم
مشاهده می‌شود؛ یا پوشش
سطح زمین بیش‌تر یا
مساوی ۷۰ درصد باشد.



امتیاز بصری شرایط

متوسط = ۱

سله‌بندی سطحی بین دو تا
سه میلی‌متر است و توسط
شکاف‌هایی ترک پرده‌اشه
است؛ یا پوشش سطحی
بین ۳۰ تا ۷۰ درصد باشد.



امتیاز بصری شرایط بد = ۰

سله‌هایی یا ضخامت بیش‌تر
از پنج میلی‌متر وجود دارد
و دارای شکاف‌های
کوچک پیوسته می‌باشد؛ یا
پوشش سطحی کم‌تر یا
مساوی ۳۰ درصد باشد.



شکل ۱۰- نحوه امتیازدهی به معیار سله‌بندی و پوشش سطحی در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

معیارهای خاک مورد استفاده در این روش جامع هستند و مستقل بودن آن‌ها از نوع خاک مزیت عمده آن‌هاست. با توجه به جمیع شرایط و توضیحات ارائه شده در تحقیق حاضر، مدیران اراضی باید سعی کنند امتیازات نهایی خاک را بالای ۲۵ نگه دارند.

بنابراین ضروری است که با الهام از نتایج به‌دست آمده از به‌کارگیری روش ارزیابی بصری کیفیت خاک، به ارزیابی سریع وضعیت موجود و مدیریت خاک‌های عرصه منابع طبیعی و زمین‌های کشاورزی پرداخت و حتی استفاده از روش نام‌برده در برنامه‌ریزی آمایش سرزمین و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور پیشنهاد می‌شود. قابل ذکر است در همین راستا اخیراً تحقیقات گسترده‌ای به‌منظور ارزیابی میزان صحت و دقت این روش در مقایسه با اندازه‌گیری آزمایشگاهی در حال انجام است که تاکنون نتایج حاصل از بخشی از پروژه در حال انجام در دانشگاه واخنینگن هلند [۱۱] و [۱۲] مویده کاربردی بودن این روش و بالا بودن ارزش نتایج حال از این نوع ارزیابی بوده است.



امتیاز بصری شرایط خوب = ۲

محل نمونه برداری بدون و یا با فرسایش آبی کم می باشد. عمق های خاک سطحی در مناطق پایین دست دامنه ۱۵۰ میلی متر عمیق تر از مناطق روی قله هستند. فرسایش بادی حادی وجود ندارد؛ فقط غبارهای کم در روزهای بادی ممکن است مانع از کشت شود. اکثر مواد فرسایش یافته بادی از خود منطقه هستند.

امتیاز بصری شرایط متوسط = ۱

فرسایش آبی وضعیت متوسطی دارد و غالباً از نوع فرسایش شیری و سطحی می باشد. اعماق خاک در مناطق پایین دست حدود ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی متر بزرگ تر از مناطق واقع در قله هستند، و رسوب حمل شده در رودخانه ها و آبراهه ها ممکن است قابل توجه باشد.

فرسایش بادی نیز دارای وضعیت متوسطی می باشد و جایی که گرد و غبار قابل توجهی اتفاق بیفتد، مانع از کشت و کار در روزهای بادی می شود. رسوبات علاوه بر این که از خود منطقه هستند مقدار قابل توجهی از آن ها از زمین های بیرون نیز می باشد.

امتیاز بصری شرایط بد = ۰

فرسایش آبی مشکل عمده و فرسایش از نوع آبکندی، شیری و سطحی اتفاق می افتد. خاک سطحی در مناطق پایین دست در محدوده ای با بیش از ۳۰۰ میلی متر پست تر از مرتفع ترین نقطه منطقه نمونه برداری قرار گرفته است. رسوب وارده به رودخانه ها یا آبراهه ها زیاد است.

فرسایش بادی یک معضل اصلی محسوب می شود. توده های گرد و خاک زیادی در منطقه در روزهای بادی اتفاق می افتد. مقدار زیادی از مواد خاک سطحی می تواند از زمین خارج شود و در جای دیگری رسوب پیدا کند.

شکل ۱۱- نحوه امتیازدهی به معیار فرسایش خاک در روش ارزیابی بصری کیفیت خاک (VSA)

3. Shepherd, T.G. 2003. Assessing Soil Quality using Visual Soil Assessment. In: Tools for Nutrient and Pollutant Management: Applications to Agriculture and Environmental Quality. (Eds L.D. Currie and J.A. Hanly). Occasional Report No. 17. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North. 153-166.

4. Shepherd, T.G. 2009. Visual Soil Assessment.

منابع

1. Karlen, D.L., Ditzler, C.A., Andrews, S.S. 2003. Soil Quality: Why and How?. Geoderma. 114, 145-156.
2. Shepherd, T.G. 2000. Visual Soil Assessment. Volume 1. Field Guide for Cropping and Pastoral Grazing on Flat to Rolling Country. horizons.mw & Landcare Research, Palmerston North. 84p.

9. Shepherd, T.G., Saggar, S., Newman, R.H., Ross, C.W., Dando, J.L. 2001a: Tillage induced Changes to Soil Organic Matter Fractions and Soil Structure in New Zealand Soils. *Australian J. Soil Res.* 39 (3), 465–489.
10. Shepherd, T.G., Sparling, G. P., Todd, M.D. 2002: Visual Soil Assessment: Can We See What We Measure? In Stephens, P.R., Callaghan, J. Compilers. *Proceedings Soil Quality and Sustainable Land Management Conference*, April 3-5, 2002, Landcare Research, Palmerston North, New Zealand. 117–122.
11. Van Leeuwen, M., Heuvelink, G., Stoorvogel, J., Wallinga, J., De Boer, Van Dam, J., Van Essen, E., Moolenaar, S., Verhoeven, F., Stoof, C. 2016: Accuracy of Quantitative Visual Soil Assessment. *Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-7097-1*. 1 p.
12. Van Leeuwen, M., Heuvelink, G., Wallinga, J., De Boer, I., Van Dam, J., Van Essen, E., Moolenaar, S., Verhoeven, F., Stoof, C. 2015. Quantitative Approach on Visual Soil Assessment: Validation and Reproducibility. Poster at Wageningen Soil Conference, Wageningen, 1 p.
- Volume 3. *Field Guide for Pastoral Grazing on Hill Country*. 2nd Edition. Horizons Regional Council, Palmerston North, New Zealand. 58 p.
5. Shepherd, T.G., Bird, L.J., Jessen, M.R., Bloomer, D.J., Cameron, D.J., Park, S.C., Stephens, P.R. 2001b. Visual Soil Assessment of Soil Quality by Trial by Workshops. In: *Precision Tools for Improving Land Management*. (Eds L.D. Currie and P. Loganathan). Occasional report No. 14. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North. 119–126.
6. Shepherd, T.G., Janssen, H.J., Bird, L.J. 2000a: Visual soil assessment. Volume 4. *Soil Management Guidelines for Hill Country Land Uses*. horizons.mw/Landcare Research, Palmerston North. 24 p.
7. Shepherd, T.G., Park, S.C. 2003. Visual Soil Assessment: A Management Tool for Dairy Farmers. In: Brookes, I.M. (ed). *Proceedings of the 1st Dairy Conference*. Continuing Massey University Dairy farming Annual (Volume 55) Dexcel's Ruakura Dairy farmers' Conference, April 7-9, 2003, Rotorua, 111-123.
8. Shepherd, T.G., Ross, C.W., Basher, L.R., Saggar, S. 2000b: Visual Soil Assessment. Volume 2. *Soil Management Guidelines for Cropping and Pastoral Grazing on Flat to Rolling Country*. horizons.mw/Landcare Research, Palmerston North. 41 p.

*Abstract***Introducing Visual Soil Assessment (VSA) Method**Z. Hazbavi*¹ and S.H.R. Sadeghi²

Received: 2016/01/25 Accepted: 2016/09/15

The country environmental and economic sustainability can be greatly influenced by soil quality. There are several ways proposed to assess the soil quality in order to apply appropriate management plans. However, the easy-to-use indicator-based methods have been less considered. To this end, the Visual Soil Assessment (VSA) method was developed to facilitate land managers to monitor soil quality in a simple and semi-quantitative way. The VSA is based on the simple observation of some key visual indicators representing soil quality and is a quick, a cost effective and an efficacious tool to assess and monitor the soil quality. The VSA is based on the soil physical and biological criteria and associated with an easy-to-use scorecard. The soil indicators are also supported by plant performance indicators linked to soil conditions. The visual indicators are underpinned by sound pedological principles and extensive researches, and are linked to economic performance and sustainability.

Keywords: *Environmental Sustainability, Landscape Planning, Soil Health*

1. Ph.D, Student of Watershed Management Sciences and Engineering, Tarbiat Modares University, corresponding author: Email: hazbavizeinab@gmail.com

2. Professor, Department of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.