نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد چهارم، شماره اول، ۱۳۹۳
http://ejsms.gau.ac.ir

تأثیر مدیریت‌های کوتاه مدت بر توابع پایداری در یک خاک شور سدیمی

مجتبی خطبایی[۱]، *حجّت امامی[۲]، علیرضا آستارایی[۳] و امیر فتوت[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، [۳،۴]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۰

چکیده

بخشی از ناپایداری سیستم کشاورزی به‌دلیل کاهش کیفیت خاک در طول زمان می‌باشد. بنابراین نوع عملیات مدیریتی و بهره‌برداری از زمین بایستی با در نظر گرفتن حفظ کیفیت خاک انجام گیرد. در این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر مواد اصلاحی بر کیفیت فیزیکی خاک در یک خاک شور سدیمی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کمپوست (MC)، ورمی کمپوست (VC)، کود مرغی (PM) و گچ (G) هر یک به‌میزان ۱۰ تن در هکتار و تیمار شاهد (Control) با سه تکرار بودند. شش ماه پس از اعمال تیمارها، کیفیت خاک با سه روش شاخص پایداری (SI)، رتبه تجمعی (CR) و روش نمره‌دهی تعیین شد. نتایج نشان داد که کیفیت خاک به‌دست آمده با سه روش شاخص پایداری (SI)، رتبه تجمعی (CR) و روش نمره‌دهی در نتیجه کاربرد مواد اصلاحی بهبود یافت. بیشترین میزان افزایش در روش SI در تیمار کمپوست مشاهده شد و تفاوت آن با سایر تیمارها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. کمترین مقدار CR (بیشترین بهبود درجه کیفیت خاک) نیز در تیمار کمپوست مشاهده شده که تفاوت معنی‌داری با ورمی‌کمپوست نداشت ($P<0/05$). مقایسه میانگین‌ها به روش نمره‌دهی هم بیشترین میزان افزایش کیفیت خاک را در تیمار ورمی‌کمپوست نشان داد و دارای تفاوت معنی‌داری با سایر مواد اصلاحی بود. اگرچه مواد اصلاحی مورد بررسی در این پژوهش باعث بهبود کیفیت خاک شده‌اند ولی با توجه به سدیمی بودن خاک مورد بررسی به‌نظر می‌رسد کاربرد توأم این مواد مؤثرتر از کاربرد جداگانه آن‌ها در بهبود کیفیت خاک خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت خاک، رتبه تجمعی، کمپوست، ورمی کمپوست، شاخص پایداری

*مکاتبه کننده: hemami@um.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مفهوم کیفیت خاک اولین بار در سال ۱۹۹۰ ارایه شد (دوران و سافلی، ۱۹۹۷؛ وین‌هولد و همکاران، ۲۰۰٤). این در حالی است که کاربرد رسمی این واژه از سوی انجمن علوم خاک آمریکا و توسط کارلن و همکاران (۱۹۹۷) مطرح شد. کیفیت خاک به‌صورت ظرفیت خاک به‌عنوان یک منبع در اکوسیستم‌های طبیعی یا مدیریت شده، برای حفظ میزان تولیدات گیاهان و حیوانات، حفظ یا افزایش کیفیت آب و هوا و حمایت از سلامت انسان تعریف شده است (کارلن و همکاران، ۲۰۰۱). مفهوم سلامت خاک و کیفیت خاک ارتباط بسیار زیادی با افزایش شناخت خاک و صفات کیفی خاک دارد (کارلن و استوت، ۱۹۹٤). کیفیت خاک به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نبوده، امّا ویژگی‌هایی از خاک که نسبت به تغییر مدیریت حساس می‌باشند، می‌توانند به‌عنوان شاخص مورد استفاده قرار گیرند (اندریوس و همکاران، ۲۰۰٤). یکی از مسایل مهم برای تعیین کیفیت خاک، انتخاب شاخص‌هایی است که بیانگر برقراری تعادل مناسب از آب و هوا در ناحیه رشد ریشه باشند. پژوهش‌گران مختلف بر اهمیّت کیفیت فیزیکی خاک در رشد گیاه و وضعیت شیمیایی و بیولوژیکی خاک تأکید کرده‌اند (سیلوا و کی، ۱۹۹٦؛ دروری و همکاران، ۲۰۰۳؛ آلماراس و همکاران، ۲۰۰۲). شاخص‌هایی که برای ارزیابی کیفیت خاک استفاده می‌شوند در سیستم‌های کشت، انواع خاک‌ها و کاربری‌های اراضی متفاوت هستند (مک‌ایوان و کارتر، ۱۹۹٦). به‌همین علّت ارزیابی کیفیت خاک بسیار پیچیده بوده و لازم است متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی توأم مورد توجه قرار گیرند، زیرا متغیرهای خاک رفتارهای مختلفی را هنگام تغییر کاربری اراضی نشان می‌دهند (بندینگ و همکاران، ۲۰۰٤).

کیفیت فیزیکی خاک‌های کشاورزی به‌طور عمده به پایداری ساختمان خاک و توانایی آن‌ها در انتقال و ذخیره‌سازی آب در ناحیه توسعه ریشه بستگی دارد (تاپ و همکاران، ۱۹۹۷؛ رینولدز و همکاران، ۲۰۰۲). خاک با کیفیت خوب توانایی انتقال و ذخیره آب را دارد، به‌طوری‌که نسبت مناسبی از آب، املاح غذایی محلول و هوای خاک را به‌منظور ایجاد شرایط مناسب برای تولید حداکثر محصول و حداقل تخریب زیست‌محیطی فراهم می‌نماید (تاپ و همکاران، ۱۹۹۷). کشت متراکم و پیوسته و برنگرداندن بقایای گیاهی سبب کاهش مقدار پوشش سطحی شده و از کیفیت و کمیت کربن آلی خاک و به تبع آن کیفیت خاک کاسته می‌شود (لال و همکاران، ۱۹۹۷). در زمین‌های کشاورزی وقتی پارامترهای تعیین کننده کیفیت خاک در محدوده بهینه قرار داشته باشند، عملکرد محصول به بیشترین مقدار رسیده و تخریب خاک و محیط‌زیست کاهش می‌یابد (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹).

Archive of SID

www.SID.ir

دکستر (۲۰۰٤) شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف یا پارامتر S_{gi} را به‌عنوان شاخصی از کیفیت فیزیکی خاک مطرح نموده است که با بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند هدایت هیدرولیکی، تراکم خاک، مقدار بهینه آب خاک برای انجام شخم، مقاومت خاک در برابر نفوذ ریشه، مقدار آب در دسترس گیاه و پایداری ساختمانی خاک همبستگی دارد. (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹؛ رینولدز و تاپ، ۲۰۰۸) رطوبت نسبی ظرفیت زراعی، تخلخل تهویه‌ای، جرم مخصوص ظاهری، درصد کربن آلی، ظرفیت تهویه خاک، میزان منافذ درشت، میزان آب در دسترس گیاه و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک را به‌عنوان شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک معرفی کرده‌اند. همچنین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب[1] نیز به‌عنوان پارامتری تأثیرگذار بر کیفیت خاک ذکر شده است (دنف و همکاران، ۲۰۰۱). این پارامترها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در تأمین و حفظ آب، هوا و عناصر غذایی موردنیاز محصولات کشاورزی نقش دارند (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹).

پرسجونینگ و همکاران (۲۰۰۲) طی پژوهشی طولانی جرم مخصوص ظاهری، ظرفیت نگه‌داری آب خاک، پایداری خاکدانه‌های درشت در آب، پراکندگی ذرات رس، زیست‌توده میکروبی، فعالیّت آنزیم‌های بتا گلوکوسیداز و رگوستیرول، فراوانی گروه‌های قارچی، مقاومت فروروی و سهولت متلاشی شدن خاک را برای ارزیابی کیفیت خاک در دو نوع سیستم کشت ارگانیک و سنتی در نظر گرفتند. آن‌ها مشاهده کردند که صرف‌نظر از سیستم کشاورزی، استفاده از تراکتور و ماشین‌های سنگین باعث فشردگی خاک زیرین به‌صورت لایه متراکم در زیر لایه شخم می‌شود. همچنین تأثیر دراز مدت کشت متنوع محصولات و کاربرد کود دامی بر پارامترهای فیزیکی مشاهده شد. علاوه‌بر این تأثیر مثبت کودهای آلی و تنوع کشت محصولات بر وضعیت کیفیت خاک مشخص گردید. زیست‌توده میکروبی در مزارع ارگانیک بیشتر از مزارع با مدیریت سنتی بود و همبستگی خطی با میزان منافذ ۰/۲ تا ۰/۳ میکرون داشت (پرسجونینگ و همکاران، ۲۰۰۲).

نظر به تخریب روزافزون زمین‌های کشاورزی در ایران که متأسفانه در حال توسعه است، ارزیابی اولیه کیفیت خاک‌هایی که تحت تأثیر مدیریت‌های مختلف می‌باشند، ضروری است. بنابراین لازم است تأثیر مواد اصلاح کننده بر شاخص‌های فیزیکی خاک که در ایران و حتی آسیا کمتر مطالعه شده است، مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به کمبود و یا نبود اطلاعات کافی، این پژوهش با هدف بررسی

1- Mean Weight Diameter (MWD)

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر مواد اصلاحی (کمپوست، ورمی کمپوست، گچ و کودمرغی) بر شاخص‌های کیفیت خاک در یک خاک شور سدیمی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در جعبه‌هایی با ابعاد ۳۰×٤۰×۳۰ سانتی‌متر (به‌عنوان لایسی‌متر) انجام شد. تیمارهای این مطالعه شامل شاهد (بدون ماده اصلاحی) (Control)، کمپوست زباله شهری[1]، ورمی‌کمپوست[2]، کودمرغی[3] و گچ[4] بودند که به‌میزان ۱۰ تن در هکتار استفاده شدند. قبل از انجام آزمایش، یک خاک شور سدیمی (EC=٥ dS/m، pH=۹/۱ و ۳٥/٤ درصد =ESP) با بافت لوم انتخاب گردید و ٥۰ کیلوگرم از این خاک در جعبه‌های موردنظر ریخته شد و تیمارهای آزمایشی در آن‌ها اعمال گردید. این جعبه‌ها به‌مدّت شش ماه در شرایط رطوبتی ۷۰ درصد ظرفیت زارعی در گلخانه نگه‌داری شدند. سپس شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر کیفیت خاک در هر یک از تیمارها و تکرارهای مربوط به آن‌ها مطابق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های مؤثر بر کیفیت خاک: pH خاک در گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر (مدل *632* Ohmmeter)، قابلیت هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع به‌وسیلهٔ دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (مدل Jenway 4310) (پیج و همکاران، ۱۹۸۲) و درصد کربن آلی نمونه‌های خاک با روش هضم تر والکلی و بلک (۱۹۳٤) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری نسبت جذب سدیم (SAR) نمونه‌ها، از طریق اندازه‌گیری غلظت سدیم محلول (Na^+) در عصاره اشباع خاک بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر و مجموع غلظت‌های کلسیم و منیزیم ($meqL^{-1}$) با روش تیتراسیون در عصاره اشباع به روش تیتراسیون با EDTA ۰/۰۱ نرمال تعیین شد (پیج و همکاران، ۱۹۸۲).

میزان رس قابل انتشار در نمونه‌های عبور داده شده از الک ۲ میلی‌متری به روش رنگاسمی و همکاران (۱۹۸٤)، نفوذ آب در خاک پس از رسیدن به مقدار ثابت به روش لاساباتری و همکاران

1- Municipal Waste Compost (MC)
2- Vermi Compost (VC)
3- Poultry Manure (M)
4- Gypsum (G)

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۰۰٦) با استفاده از استوانه تک حلقه، جرم مخصوص ظاهری نمونه‌های دست نخورده به‌روش پارافین (بلک و هارتجی، ۱۹۸٦)، MWD به روش کمپر و روزنا (۱۹۸٦) اندازه‌گیری شد. تخلخل تهویه‌ای خاک دست نخورده از تفاضل رطوبت حجمی اشباع و مکش ۱۰ کیلوپاسکال (وایت، ۲۰۰٦)، ظرفیت آب در دسترس گیاه نیز از تفاضل رطوبت در مکش‌های ۳۳ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (وایت، ۲۰۰٦)، ظرفیت زراعی نسبی RFC (بدون بعد) از حاصل تقسیم رطوبت در مکش ۳۳ کیلو پاسکال و رطوبت اشباع (رینولدز و تاپ، ۲۰۰۸) و شاخص S_{gi} (مقدار شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف) بر اساس رابطه دکستر (۲۰۰٤) محاسبه شدند.

تعیین شاخص‌های کیفیت خاک: در برخی از مدل‌های کمی که به‌عنوان شاخص کیفیت خاک تعریف شده‌اند، تأثیر مجموعه‌ای از ویژگی‌های خاک در نظر گرفته می‌شود در این پژوهش، کیفیت خاک به سه روش شاخص پایداری[1] (گومز و همکاران، ۱۹۹٦) و رتبه تجمعی[2] (شوکلا و همکاران، ۲۰۰٤) و روش نمره‌دهی (اندریوس و کارول، ۲۰۰۱) ارزیابی شد.

تعیین کیفیت خاک به‌روش شاخص پایداری (SI): در این پژوهش شاخص پایداری براساس روش گومز و همکاران (۱۹۹٦) تعیین شد. با توجه به این‌که عمق خاک پارامتر محدودکننده‌ای برای کیفیت فیزیکی خاک محسوب نمی‌شود از پارامترهای دیگری همچون شاخص S_{gi} و تخلخل تهویه‌ای (AC) که همبستگی بیشتری با ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک دارند، استفاده شد. دیگر پارامترهای مرتبط با شاخص پایداری در این پژوهش جرم مخصوص ظاهری، MWD، ظرفیت آب قابل استفاده گیاه و کربن آلی خاک بودند (گومز و همکاران، ۱۹۹٦). مقدار میانگین هر پارامتر در تیمارهای مورد مطالعه به‌عنوان حد بحرانی آن‌ها لحاظ شد. سپس فاکتور تأثیر هر پارامتر از حاصل تقسیم مقادیر پارامتر مورد نظر در تیمار مورد مطالعه برحد بحرانی آن پارامتر محاسبه شد (گومز و همکاران، ۱۹۹٦). در این روش هر چه فاکتور تأثیر بزرگ‌تر باشد، آن پارامتر نقش مهم‌تری در بهبود پایداری خاک ایفا می‌کند. مقدار یک یا بیشتر برای فاکتور تأثیر هر پارامتر نمایانگر همبستگی مثبت آن با پایداری خاک می‌باشد. این در حالی است که مقادیر کمتر از یک نشان دهنده نقش آن‌ها در کاهش پایداری است. سرانجام شاخص پایداری بر اساس میانگین حسابی فاکتور تأثیر شش پارامتر مرتبط با شاخص پایداری محاسبه

1- sustainable Index (SI)
2- Cumulative Rating (CR)

Archive of SID

www.SID.ir

شد. اگر شاخص پایداری به‌دست آمده کمتر از یک باشد به‌صورت ناپایدار (NS) بیان می‌شود (گومز و همکاران، ١٩٩٦).

تعیین کیفیت خاک به روش رتبه تجمعی (CR): شاخص CR در هر نمونه به روش شوکلا و همکاران (٢٠٠٤) تعیین شد. برای این منظور یازده ویژگی خاک شامل pH، EC، SAR، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)، ظرفیت نگه‌داری آب (WHC)، تخلخل تهویه‌ای (AC)، شاخص S_{gi}، RFC، سرعت نفوذ نهایی آب به خاک، جرم مخصوص ظاهری و درصد کربن آلی در نظر گرفته شد (سینک و خِرا، ٢٠٠٩). برای تعیین حدود بحرانی در روش رتبه تجمعی از حدود پیشنهادی لال (١٩٩٤) استفاده شد (جدول ١). حدود بحرانی در این جدول بر اساس محدودیت در تولید محصول ارایه شده‌اند. این دامنه شامل بدون محدودیت تا محدودیت شدید و از مقیاس ١ تا ٥ به‌صورت فاکتور وزنی نسبی (RWF[1]) مشخص گردیده است (شوکلا و همکاران، ٢٠٠٤). حد پایین معادل یک برای هر ویژگی خاک نمایانگر بدون محدودیت (کیفیت عالی خاک) و حد بالایی معادل ٥ نشان دهنده محدودیت شدید می‌باشد.

مطابق جدول ٢ شاخص پایداری هر خاک بر اساس رتبه تجمعی (CR[2]) از خیلی پایدار (CR<20) تا ناپایدار (CR>40) پیشنهاد شده است (لال، ١٩٩٤). در این پژوهش رتبه‌ای که برای شاخص S_{gi} در نظر گرفته شده است، بر اساس نتایج به‌دست آمده از پژوهش دکستر (٢٠٠٤) و رینولدز و همکاران (٢٠٠٩) می‌باشد. این پژوهش‌گران مقادیر S_{gi} کمتر از ٠/٠٢٠ را به‌عنوان وضعیت بسیار ضعیف، مقادیر S_{gi} بالاتر از ٠/٠٥٠ را به‌عنوان وضعیت بسیار خوب کیفیت خاک و مقدار ٠/٠٣٥ را مرز وضعیت خوب و ضعیف ساختمان خاک در نظر گرفتند. مقیاس ١ تا ٥ بر این اساس تعیین شد. برای فاکتور وزنی رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای نسبی نیز از فرضیه رینولدز و همکاران (٢٠٠٩) استفاده شده که مقدار مطلوب آن ٠/٦ تا ٠/٧ می‌باشد. با توجه به این‌که وجود سدیم زیاد در خاک سبب پراکنش ذرات خاک و تخریب ساختمان خاک می‌شود (برزگر، ٢٠٠٢) و بر سرعت نفوذ آب در خاک و هدایت هیدرولیکی اشباع تأثیر می‌گذارد (بای بوردی، ٢٠٠١). بنابراین برای درجه‌بندی SAR از جدول راهنمای تفسیر کیفیت آب آبیاری بر نفوذپذیری استفاده شد (علیزاده، ١٩٩٩؛ امامی، ٢٠١٢). در جدول ١ حدود بحرانی و فاکتور وزنی نسبی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در روش رتبه

1- Relative weighing factor
2- Cumulative rating

Archive of SID

www.SID.ir

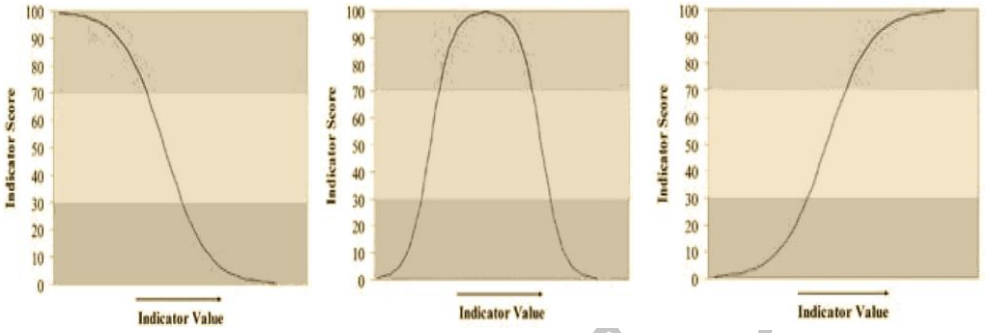
تجمعی ارایه شده است. وضعیت پایداری خاک بر اساس شاخص رتبه تجمعی که از فاکتور وزنی نسبی ۱۱ ویژگی محاسبه شده در جدول ۲ ارایه شده است.

تعیین کیفیت خاک به روش نمره‌دهی: نمره‌دهی و ترکیب ویژگی‌ها در قالب شاخص‌های کیفیت خاک را می‌توان به روش‌های مختلفی انجام داد. لبیگ و همکاران (۲۰۰۱) از یک روش امتیازدهی خطی ساده برای امتیازدهی به داده‌های مشاهده‌ای و تعیین بالاترین نمره ممکن برای هر ویژگی استفاده کردند. مزیت استفاده از این روش نیاز به اطلاعات اولیه کم از سیستم می‌باشد. برای این منظور روش نمره‌دهی غیرخطی نیز به‌کار گرفته شده که شامل استفاده از توابع نمره‌دهی به شکل توابع عضویت فازی است که در آن برای هر ویژگی یک منحنی با محور y در محدوده ۰-۱۰۰ و محور x که نشان دهنده محدوده نمرات متغیر است، تعریف می‌شود (توربرت و همکاران، ۲۰۰۸؛ کی و همکاران، ۲۰۰۹). شکل‌های معمول توابع عضویت شامل منحنی زنگوله‌ای شکل (مقادیر وسط بهینه است)، یا منحنی سیگموئید بالا رونده (مقادیر بالا بهتر است) یا منحنی سیگموئید پایین رونده (مقادیر کم بهتر است) می‌باشند، که برای کاربری‌های کشاورزی و زیست‌محیطی مطرح شده است (اندریوس و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین در روش نمره‌دهی بر اساس اهمیّت نسبی هر شاخص به هر یک، نمره‌ای تعلق می‌گیرد. شاخص‌های مورد استفاده در روش نمره‌دهی به‌همراه رتبه شاخص در هر تیمار در جدول ٤ ارائه شده‌اند.

برای تعیین نمره تعلق یافته به شاخص‌های مورد استفاده در این روش از روش نمره‌دهی دانشگاه کرنل استفاده شد (گوجینو و همکاران، ۲۰۰۹). در این روش پس از تعیین نمره هر شاخص، مجموع نمرات تمامی شاخص‌های مورد بررسی بر تعداد آن‌ها تقیسم شد. با توجه به این‌که شاخص‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی با واحدهای کاملاً متفاوت در کنار هم قرار می‌گیرند (برای مثال تعداد کرم خاکی در واحد سطح و جرم مخصوص ظاهری)، امتیازبندی این شاخص‌ها بسته به نوع عملکرد و هدف مدیریتی خاص به شکل‌های مختلفی انجام می‌شود (برای مثال افزایش مقدار شاخص به معنای وضعیت بهینه کیفیت خاک (شکل ۱- الف) یا مقادیر متوسط نشان دهنده وضعیت بهینه کیفیت خاک (شکل ۱- ب) و یا مقادیر کمتر بیانگر وضعیت بهینه کیفیت خاک (شکل ۱- ج) می‌باشند. باید توجه داشت در این روش امتیازی که به شاخص‌ها داده می‌شود عددی است بین ۰ تا ۱۰۰ (یا ۰ تا ۱) که امتیاز هر شاخص و نواحی سه گانه کیفیت ضعیف، متوسط و خوب بر اساس شکل ۱ مشخص می‌گردد.

www.SID.ir

در نهایت مجموع امتیازها بیانگر کیفیت خاک به‌صورت ۸۵ درصد<خیلی بالا، بین ۸۵-۷۰ درصد بالا، بین ۷۰-۵۵ درصد متوسط، ۵۵-٤٠ درصد پایین و ٤٠ درصد>خیلی پایین است.



شکل ۱- الف- هر چه بیشتر بهتر **ب- مقدار بهینه** **ج- هرچه کمتر بهتر**

آنالیز آماری: نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایش با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد و جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Excel 2007 استفاده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- حدود بحرانی و فاکتور وزنی نسبی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در روش رتبه تجمعی.

محدودیت	RWF	AC ($cm^3\ cm^{-3}$)	PAWC ($cm^3\ cm^{-3}$)	شاخص Sgi	SAR	OC ($Mg\ ha^{-1}$)	MWD (mm)	BD ($Mg\ M^{-3}$)	IR ($cm\ h^{-1}$)	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	RFC
بدون محدودیت	۱	>۰/۲۰	>۰/۳۰	>۰/۰۵۰	۳<	۷۰-۱۳۰	>۲/۵	<۱/۳	>۵	<۳	۶-۷	۰/۶-۰/۷
محدودیت کم	۲	۰/۱۸-۰/۲۰	۰/۲۰-۰/۳۰	۰/۰۴۲-۰/۰۵۰	۳-۶	۴۵-۷۰	۲-۲/۵	۱/۳-۱/۴	۲-۵	۳-۵	۵/۸-۶ و ۷-۷/۴	۰/۷-۰/۷۵ و ۰/۶-۰/۵
محدودیت متوسط	۳	۰/۱۵-۰/۱۸	۰/۰۸-۰/۲۰	۰/۰۳۵-۰/۰۴۲	۶-۱۲	۱۴-۴۵	۱-۲	۱/۴-۱/۵	۱-۲	۵-۷	۵/۴-۵/۸ و ۷/۴-۷/۸	۰/۷۵-۰/۸ و ۰/۵-۰/۴
محدودیت زیاد	٤	۰/۱۰-۰/۱۵	۰/۰۲-۰/۰۸	۰/۰۳۵-۰/۰۲۰	۱۲-۲۰	۷/۵-۱۴	۰/۵-۱	۱/۵-۱/۶	۰/۵-۱	۷-۱۰	۵/۰-۵/۴ و ۸/۲-۸/۸	۰/۸-۰/۹ و ۰/۴-۰/۳۵
محدودیت شدید	۵	<۰/۱۰	<۰/۰۲	<۰/۰۲۰	>۲۰	<۷/۵	<۰/۵	>۱/۶	<۰/۵	>۱۰	<۵/۰ و >۸/۲	>۰/۹ و <۰/۳۵

RWF: فاکتور وزنی نسبی، AC: تخلخل تهویه‌ای، PAWC: آب قابل استفاده گیاه، شاخص Sgi: شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف، SAR: نسبت جذب سدیم، OC: درصد کربن آلی خاک، MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های تر، Bd: جرم مخصوص ظاهری خاک، IR: سرعت نفوذ، EC: هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، RFC: رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای نسبی.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٢- پایداری خاک بر اساس شاخص رتبه تجمعی با توجه به ١١ ویژگی خاک.

وضعیت پایداری	RWF	CR
خیلی پایدار	١	<٢٠
پایدار	٢	٢٠-٢٥
پایدار با اضافه کردن نهاده‌های بیشتر	٣	٢٥-٣٠
پایدار برای کاربری دیگر	٤	٣٠-٤٠
ناپایدار	٥	>٤٠

نتایج و بحث

تأثیر مواد اصلاحی بر کیفیت خاک

تأثیر مواد اصلاحی بر رتبه تجمعی (CR): نتایج به‌دست آمده از فاکتور وزنی نسبی پارامترهای تأثیرگذار بر رتبه تجمعی نشان داد که pH در تیمار شاهد در کلاس ٥ یعنی محدودیت شدید و در سایر تیمارهای آزمایشی در کلاس ٤ یعنی محدودیت زیاد قرار داشت. از آن‌جا که بسیاری از عناصر کم‌مصرف و فسفر در محدوه pH خنثی توسط گیاهان جذب می‌شوند (سالاردینی، ١٩٩٥) و در هیچ یک از نمونه‌های مورد بررسی pH در دامنه ٦ تا ٧ یعنی کلاس یک و بدون محدودیت قرار نگرفت، می‌توان گفت pH خاک یکی از عوامل مهم محدودیت پایداری در این پژوهش بوده است. هر چند این موضوع با توجه به سدیمی بودن خاک مورد مطالعه چندان دور از انتظار نبود. پارامتر شیمیایی دیگر در روش رتبه تجمعی SAR بود که فاکتور وزنی آن برای تیمار شاهد، کود مرغی و ورمی‌کمپوست در کلاس ٥ و برای تیمار گچ و کمپوست در کلاس ٣ یعنی محدودیت متوسط بود. کربن آلی در تیمار شاهد و گچ در کلاس ٥ (محدودیت شدید)، در تیمار مربوط به مواد اصلاحی در کلاس ٤ یعنی محدودیت زیاد قرار گرفت. پارامتر MWD که برای ارزیابی پایداری ساختمان خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز در تیمارهای مورد بررسی دارای وضعیت نامطلوبی بود، به‌طوری که در تیمار شاهد در کلاس ٥ و در سایر تیمارهای آزمایشی در کلاس ٤ قرار گرفت. با توجه به فقر کربن آلی در خاک‌های مورد بررسی که یکی از عوامل مهم در تشکیل خاکدانه‌ها و پایداری ساختمان خاک است (برزگر، ٢٠٠٢؛ بای بوردی، ٢٠٠١) چنین نتیجه‌ای منطقی به‌نظر می‌رسد. برخلاف کیفیت پایین خاک مورد مطالعه مقادیر شاخص S_{gi} در این پژوهش زیاد بود، به‌طوری‌که در تیمار شاهد در کلاس ٢ و در سایر تیمارها بدون محدودیت بود. امامی و همکاران (٢٠٠٨ و ٢٠١٢) و دکستر (٢٠٠٤) بین

Archive of SID

www.SID.ir

پارامترهای مرتبط با ساختمان خاک نظیر کربن آلی و شاخص S_{gi} همبستگی مثبت و بین جرم مخصوص ظاهری و شاخص S_{gi} رابطه معکوسی گزارش کرده‌اند. نتایج CR مربوط به سرعت نفوذ نهایی آب نشان داد که تنها تیمار گچ در کلاس بدون محدودیت (کلاس ۱) قرار داشت. تیمار کودمرغی در محدودیت کم، تیمار کمپوست و ورمی‌کمپوست در محدودیت متوسط و خاک شاهد در محدودیت زیاد قرار داشت.

تخلخل تهویه‌ای در تیمارهای مورد بررسی از وضعیت مطلوبی برخوردار نبود، به‌طوری‌که در تیمار شاهد در کلاس ٥ و در سایر تیمارهای آزمایشی در کلاس ٤ قرار داشت. تیمار شاهد و گچ از نظر آب قابل استفاده گیاه در محدودیت متوسط (کلاس ۳) و تیمارهای مواد آلی در محدودیت کم (کلاس ۲) قرار گرفتند. از نظر پارامتر RFC تیمار شاهد در محدودیت زیاد (کلاس ٤)، تیمار کمپوست در محدودیت کم (کلاس ۲) و سایر تیمارهای آزمایشی در محدودیت متوسط قرار داشتند.

در روش پیشنهادی شوکلا و همکاران (۲۰۰٤) SAR برای تعیین کیفیت خاک لحاظ نشده است. ولی از آن‌جایی‌که وجود یون سدیم بر ساختمان خاک تأثیرگذار است و علاوه‌بر ساختمان فیزیکی خاک، بر وضعیت تغذیه‌ای گیاهان نیز تأثیر می‌گذارد، بنابراین در این پژوهش از مقادیر SAR به جای هدایت هیدرولیکی اشباع برای تعیین رتبه تجمعی و کیفیت فیزیکی خاک استفاده شده است.

نتایج روش رتبه تجمعی نشان داد که مقدار CR به‌دست آمده با این روش در تیمارهای مربوط به مواد اصلاحی بین ۲۵ تا ۳۰ بود. این به‌این معنی است که خاک‌های مورد مطالعه در صورتی برای کاربری کشاورزی پایدار خواهد ماند که از نهاده‌های بیشتری استفاده شود. در تیمار شاهد مقدار CR بیش از ٤۰ بود که نشان دهنده ناپایداری خاک موردنظر است.

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر مواد اصلاحی بر شاخص پایداری (SI): نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص پایداری تنها در تیمار شاهد در کمتر از یک بوده و در سایر تیمارهای آزمایشی بالاتر از یک است. بنابراین با توجه به نتایج شاخص پایداری، تیمار شاهد دارای وضعیتی پایدار نبوده و در واقع برای کشاورزی مناسب نیست. اضافه کردن مواد اصلاحی باعث افزایش بهبود کیفیت خاک و در نتیجه افزایش شاخص پایداری گردیده است. ضرایب همبستگی شاخص پایداری تیمارهای مورد مطالعه با پارامترهای مرتبط با شاخص پایداری در جدول ۳ ارایه شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص گردید که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و تخلخل تهویه‌ای دارای بیشترین همبستگی با شاخص پایداری می‌باشند. دیگر پارامترهای مؤثر بر شاخص پایداری نیز دارای همبستگی بالا و معنی‌داری با شاخص پایداری بودند، که در این بین تنها جرم مخصوص ظاهری با شاخص پایداری رابطه منفی داشت. این بدان معنی است که با افزایش جرم مخصوص ظاهری و تراکم خاک شاخص پایداری کاهش می‌یابد. از این‌رو می‌توان گفت که این شش پارامتر برای تعیین شاخص پایداری در خاک مورد مطالعه، پارامترهای مناسبی می‌باشد. سینگ و خرا (۲۰۰۹) پارامترهای عمق خاک، کربن آلی، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر)، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت نگهداری آب در خاک را به‌عنوان شاخص‌هایی از شاخص پایداری در کاربری‌های مرتع، کشاورزی و جنگل مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که در کاربری جنگل مقادیر همه شاخص‌های مورد بررسی بیشتر از یک بود و دارای وضعیت پایدار بودند. در خاک‌های زیرکشت و مرتع مقادیر کربن آلی و خاکدانه‌های پایدار در آب خیلی پایین بود. آن‌ها همچنین همبستگی بالایی بین فاکتور فرسایش‌پذیری خاک و شاخص SI مشاهده نمودند و حتی ضریب همبستگی بین این دو بیشتر از ضریب همبستگی بین شاخص CR و فاکتور فرسایش‌پذیری خاک بود. امامی (۲۰۱۲) با بررسی وضعیت پایداری کیفیت خاک‌های دشت کرج دریافت که بر اساس شاخص SI حدود ۵۰ درصد از خاک‌های مورد مطالعه دارای وضعیت پایداری بودند. علاوه‌بر این براساس بررسی‌های وی، مهم‌ترین عوامل ایجاد محدودیت در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب آب قابل استفاده گیاه، کربن آلی، شاخص Sgi، تخلخل تهویه‌ای، MWD و جرم مخصوص ظاهری بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین شاخص پایداری و پارامترهای مؤثر بر آن.

BD ($g\ cm^{-3}$)	PAWC ($cm^3\ cm^{-3}$)	OC (%)	شاخص S_{gi}	MDW (mm)	AC ($cm^3\ cm^{-3}$)
-۰/۷۵۲**	۰/۸۱۵**	۰/۸٦٥**	۰/۹۰۲**	۰/۹٤۷**	۰/۹۳۳**

AC: تخلخل تهویه‌ای، MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های تر، شاخص S_{gi}: شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف، OC: درصد کربن آلی خاک، PAWC: آب قابل استفاده گیاه و BD: جرم مخصوص ظاهری خاک.

** معنی‌داری در سطح یک درصد.

تأثیر مواد اصلاحی بر کیفیت خاک به روش نمره‌دهی: در روش ارزیابی کیفیت خاک به روش نمره‌دهی نیز از یازده شاخص مطابق جدول ٤ استفاده شد. نتایج نشان داد که تیمار شاهد از لحاظ کیفیت خاک در کلاس ٥ (کیفیت خاک خیلی پایین) و سایر تیمارها در کلاس ٤ (کیفیت خاک پایین) قرار دارند (جدول ٤). در این روش نمره تعلق گرفته به خاک شاهد ۱۸/۷۲ بود (جدول ٤). کاربرد مواد اصلاحی باعث بهبود کیفیت خاک نسبت به شاهد گردید، به‌طوری‌که نمره به‌دست آمده از این روش در تیمارهای مختلف به بیش از ٤۱ رسید. در واقع این روش یک ابزار مفید برای شناختن مناطقی است که باید به‌صورت هدفمند مدیریت شوند و پس از شناختن محدودیت موردنظر می‌توان مدیریت صحیحی را اعمال کرد.

بر اساس این روش، مهم‌ترین عوامل محدود کننده کیفیت خاک در تیمارهای آزمایشی شامل pH، EC، SAR، تخلخل تهویه‌ای، MWD و کربن آلی خاک بودند. بعد از شناخت محدودیت‌ها می‌توان روش‌های مدیریتی که در کوتاه مدت (یا به‌صورت متناوب) و بلند مدت جهت اصلاح شاخص مورد نظر استفاده شوند را به‌کار برد (اندریوس و همکاران، ۲۰۰٤). اندریوس و همکاران (۲۰۰٤) بیان کردند که شوری بالا را می‌توان با شستشو و زهکشی زیر سطحی در کوتاه مدت و یا به‌صورت متناوب اصلاح کرد. مقدار سدیم بالا در خاک را می‌توان با استفاده از گچ، شخم زیرسطحی و شستشو در کوتاه مدت کاهش داد. در بلند مدت نیز با کاهش میزان آبیاری و جدول مدیریت آب می‌توان مقدار سدیم را کاهش داد. pH نامناسب را نیز می‌توان با استفاده از مواد آهکی یا ایجاد خاصیّت اسیدی (با استفاده از گوگرد) در کوتاه مدت و برنامه‌های کاربردی مکرر بر اساس آزمون خاک در بلند مدت اصلاح کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- ارزیابی کیفیت خاک مواد اصلاحی به روش نمره‌دهی.

شاخص‌های ارزیابی	نمره شاخص در هر تیمار					محدودیت
	تیمار شاهد	تیمار گچ	تیمار کمپوست	تیمار ورمی-کمپوست	تیمار کود مرغی	
MDW	٤	٢٨	٣٧	٣٧	٢٣	تخلخل و نفوذ
PAWC	٥٣	٥٢	٧٩	٧٩	٨١	
AC	٠	١٤	١٥	١٣	١٤	
S_{gi}	٨٤	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	
RFC	٤	٤٣	٥٤	٥٢	٤٦	
Bd	٤٦	٧٧	٦٣	٧٢	٧٣	
IR	٧	١٠٠	٦٨	٧٢	٩١	پتانسیل باروری خاک، شستشو و فرسایش
pH	٠	٠	٠	٠	٠	سمیت، موادغذایی قابل دسترس
SAR	٠	٢٧	١٤	١٢	٨	
EC	٠	٠	٠	٠	٠	گیاهان و آستانه فعالیّت میکروبی
OC	٨	١١	٢١	٢٨	١٦	ذخیر انرژی، نگه‌داری آب
نمره کیفیت کلی (از ١٠٠)	١٨/٧ خیلی پایین	٤١/١ پایین	٤١ پایین	٤٢/٣ پایین	٤١/١ پایین	

نتایج مقایسه میانگین روش SI، CR و روش نمره‌دهی در ارزیابی کیفیت خاک: نتایج مقایسه میانگین روش‌های ارزیابی کیفیت خاک نشان داد که در روش شاخص پایداری (SI) کاربرد مواد اصلاحی باعث افزایش معنی‌دار (در سطح ٥ درصد) کیفیت خاک گردید (جدول ٥). بیشترین میزان افزایش در کیفیت خاک در این روش مربوط به تیمار کمپوست بود و تفاوت معنی‌داری بین تیمار کود مرغی و ورمی‌کمپوست مشاهده نگردید. به‌طوری‌که کیفیت خاک از ٠/٦٨٤ در تیمار شاهد به ١/١٤٨ در تیمار کمپوست افزایش یافت. نتایج روش رتبه تجمعی (CR) نیز نشان داد که کاربرد مواد اصلاحی باعث کاهش معنی‌دار (در سطح ٥ درصد) رتبه تجمعی گردید (جدول ٥)، که بیشترین میزان کاهش مربوط به تیمار کمپوست بود و تفاوت معنی‌داری با ورمی‌کمپوست نداشت. شهاب آرخازلو و همکاران (٢٠١١) و سینگ و خرا (٢٠٠٩) بین SI و CR همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد پیدا کردند. وجود رابطه منفی بین این دو شاخص به این دلیل است که در روش CR با افزایش

Archive

www.SID.ir

کیفیت خاک نمره تعلق گرفته به آن کاهش می‌یابد در حالی که در روش SI عکس این حالت وجود دارد. مقایسه میانگین به روش نمره‌دهی هم نشان داد که کاربرد مواد اصلاحی باعث افزایش معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) کیفیت خاک گردید (جدول ۵). بیشترین میزان افزایش در تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده گردید و تفاوت معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) بین سایر مواد اصلاحی مشاهده نگردید، به‌طوری که نمره کیفیت خاک در این روش از ۱۸/۲۹ در تیمار شاهد به ٤۲/۳ در تیمار ورمی‌کمپوست افزایش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، هر سه روش مورد استفاده در این پژوهش روند تقریباً یکسانی را در خصوص استفاده از مواد اصلاحی بر کیفیت فیزیکی خاک نشان دادند، به طوری که در روش‌های SI و CR تیمار کمپوست و در روش نمره‌دهی تیمار ورمی کمپوست به‌عنوان بهترین تیمار شناخته شد (جدول ۵). با توجه به روند هر سه روش تقریباً یکسانی را نشان دادند، بر اساس هدف و امکانات موجود می‌توان هر یک از روش‌های ارزیابی کیفیت خاک را توصیه نمود. به‌عنوان نمونه در صورتی‌که صرفه جویی در هزینه و زمان اهمیّت بیشتری داشته باشد، روش SI که دارای پارامترهای کمتری برای تعیین کیفیت فیزیکی خاک می‌باشد قابل توصیه خواهد بود. اما اگر دقّت روش برای کاربران و متخصصین علوم خاک و منابع طبیعی از درجه اهمیّت بیشتری برخوردار باشد، هر دو روش CR و نمره‌دهی قابل توصیه هستند، زیرا در هر دو روش CR و نمره دهی به‌طور دقیق کلاس و نمره هر ویژگی تعیین می‌شود، و پارامترهای فیزیکی بیشتری برای تعیین کیفیت فیزیکی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین از دقّت بیشتری برخوردار می‌باشند و به‌نظر می‌رسد این دو روش تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین برای مقادیر SI، CR و روش نمره‌دهی.

تیمارها	SI	CR	روش نمره‌دهی
شاهد	۰/٦٨٤d	٤۰/٦٦a	۱۸/۷۲c
گچ	۱/۰۰c	۲۹/۳۳b	٤۱/۰۹b
کمپوست	۱/۱٤۸a	۲۸/٦c	٤۱/۰۰b
ورمی کمپوست	۱/۱۰٦b	۲۹/۲bc	٤۲/۳a
کود مرغی	۱/۰۷۵b	۳۰/۰b	٤۱/۱b

حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Alizadeh, A. 1999. Soil, water, plant relationship. Imam Reza Uni. Press. 2nd edition. 353p.
2.Allmaras, R.R., Fritz, V.A., Pfleger, F.L., and Copeland, S.M. 2002. Impaired internal drainage and Aphanomyces euteiches root rot of pea caused by soil compaction in a fine-textured soil. Soil and Till. Res. 174: 1-12.
3.Andrews, S.S., and Carroll, C.R. 2001. Designing a soil quality assessment tool for sustainable agroecosystem management. Ecol. Appl. 11: 1573–1585.
4.Andrews, S.S., Karlen, D.L., and Cambardella, C.A. 2004. The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method. Soil Sci. Soc. A.J. 68: 1945-1962.
5.Andrews, S.S., Karlen, D.L., and Mitchell, J.P. 2002. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. Agri. Ecosys. and Environ. 90: 25–45.
6.Barzagar, A.R. 2002. Fundamentals of soil physics. Shahid Chamran Uni. Press. 252p.
7.Bending, G.D., Turner, M.K., Rayns, F., Marx, M.C., and Wood, M. 2004. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. Soil Biol. and Biochem. 36: 1785–1792.
8.Black, G.R., and Hartge, K.H. 1986. Bulk density. P363-375. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part a: Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America, Madison, WI.
9.Bybordi, M. 2001. Principles of irrigation engineering. Vol. 1. Soil-water relationship. Tehran Uni. press. 7th edition. 709p.
10.Denef, K., Six, J., Bossuyt, H., Frey, S.D., Elliott, E.T., Merckx, R., and Paustian, K. 2001. Influence of dry–wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate organic matter, and microbial community dynamics. Soil Biol. Biochem. 33: 1599–1611.
11.Dexter, A.R. 2004. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effect on root growth. Geoderma. 120: 201-214.
12.Doran, J.W., and Safley, M. 1997. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In: Pankhurst, C. et al. (eds.). Biological indicators of soil health. Wallingford, UK: CAB International. Pp: 1–28.
13.Drury, C.F., Zhang, T.Q., and Kay, B.D. 2003. The non-limiting and least limiting water range for soil nitrogen mineralization. Soil Sci. Soc. A.J. 67: 1388-1404.
14.Emami, H. 2012. Investigating the sustainability situation of agricultural soils in *Karaj* plain. Iran. J. of soil Res. 26A: 3.245-254.

Archive of SID

www.SID.ir

15.Emami, H., Neyshabouri, M.R., and Shorafa. M. 2012. Relationships between some soil quality indicators in different agricultural soils from Varamin, Iran. J. Agri. Sci. and Tech. 4: 951-959.
16.Emami, H., Shorafa, M., Neyshabouri, M.R., and Liaghat, A.M. 2008. Prediction of Soil physical quality index by using of conveniently measurable soil properties in some saline and calcareous soils. Iran. J. Soil and water Res. 39: 1.39-46.
17.Gomez, A.A., Kelly, D.E.S., Syers, J.K., and Coughlan. K.J. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. Pp. 401–410. In: Doran, J.W., and Jones, A.J. (eds.). Methods for Assessing Soil Quality Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI.
18.Gugino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., van Es, H.M., Wolfe, D.W., Moebius-Clune, B.N., Thies, J.E., and Abawi, G.S. 2009. Cornell Soil Health Assessment Training Manual. Second Edition. Cornell Soil Health Assessment Training Manual. (https://www.nysaes.cornell.edu/store/catalog/).
19.Karlen, D.L., and Stott, D.E. 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. Pp: 53-72. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F., Stewart, B.A. (Eds.), Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication No. 35, SSSA, Madison, WI.
20.Karlen, D.L., Andrews, S.S., and Doran, J.W. 2001. Soil quality: Current concepts and applications. Advances in Agro. 74: 1-40
21.Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. and Schuman, G.E. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. Soil Sci. Soc. A. J. 61: 4-10.
22.Kemper, W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. P425–442. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part a: Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America, Madison, WI.
23.Lal, R. 1994. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil Management Support System, USDA-NRCS, Washington, DC.
24.Lal, R., Kimble, J., and Follett, R.F. 1997. Pedospheric processes and the carbon cycle. In: Lal, R., Blum, W.H., and Valentine, B.A. (Eds.) Stewart. Methods for Assessment of Soil Degradation. CRC Press, Boca Raton. Pp: 1–8.
25.Lassabatere, L., Angulo-Jaramillo, R., Soria Ugalde, J.M., Cuenca, R., Braud, I., and Haverkamp, R. 2006. Beerkan estimation of soil transfer parameters through infiltration experiments-Best. Soil Sci. Soc. A.J. 70: 521-532.
26.Liebig, M.A., Varvel, G., and Doran, J.W. 2001. A simple performance-based index for assessing multiple agro ecosystem functions. Agronomica J. 93: 313-318.
27.MacEwan, R.J., Carter, M.R. Eds. 1996. Soil Quality is in the hands of the land manager. Proceedings of an international symposium, 'Advances in soil quality

Archive of SID

www.SID.ir

for land management: science, practice and policy', 17-19 April. Centre for Environmental Management, University of Ballarat. Ballarat, Australia.
28.Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis, part 2, chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of Aamerica, Madison, WI. 1159p.
29.Per-Schjønning., S., Elmholt, L., Munkholm, J., and Debosz, K. 2002. Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long term management. Agri. Ecosys. and Environ. 88: 195–214.
30.Qi. Y., Jeremy, L.D., Biao, H., Yongcun, Z., Weixia, S., and Zhiquan G. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. Geoderma. 149: 325-334.
31.Rengasamy, P., Greene, R.S.B., Frod, G.W., and Mehanni, A.H. 1984. Identification of dispersive behavior and the management of red brown earth Australian. J. Soil Res. 22: 413-31.
32.Reynolds, W.D., and Topp, G.C. 2008. Soil water desorption and imbibition: tension and pressure techniques, In: Carter, M.R., and Gregorich, E.G. (Eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis, 2nd edition. Canadian Society of Soil Science. Taylor and Francis, LLC, Boca Raton, FL, Pp: 981–997.
33.Reynolds, W.D., Bowman, B.T., Drury, C.F., Tan, C.S., and Lu, X. 2002. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. Geoderma. 110: 131-146.
34.Reynolds, W.D., Drury, C.F., Tan, C.S., Fox, C.A., and Yang, X.M. 2009. Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. Geoderma. 152: 252-263
35.Salardidni, A.A. 1995. Soil fertility. Thehran Uni. press. 5th edition. 440p.
36.Shahab Arkhazlou, H., Haghnia, and G.H., Emami, H. 2011. Study the effect of soil quality indicators on agriculture and rangeland soil erodibility. 12th Iranian soil science congress. 3-5 Sept., Tabriz, Iran.
37.Shukla, M.K., Lal, R., and Ebinger, M. 2004. Soil quality indicators for the North Appalachian experimental watersheds in Coshocton, Ohio. Soil Sci. 169: 195–205.
38.Silva, A.P., and Kay, B.D. 1996. The sensitivity of shoot growth of corn to the least limiting water range of soils. Plant and Soil, 184: 323-329.
39.Singh, M.J., and Khera, K.L. 2009. Physical indicators of soil quality in relation to soil erodibility under different land uses. Arid Land Res. and Manage. 23: 152-167.
40.Topp, G.C., Reynolds, W.D., Cook, F.J., Kirby, J.M., and Carter, M.R. 1997. Physical attributes of soil quality. In: Gregorich, E.G., and Carter, M.R. (Eds.), Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Develop. in Soil Sci. 25: 21-58.

Archive of SID

www.SID.ir

41.Torbert, H.A., Krueger, E., and Kurtene, D. 2008. Soil quality assessment using fuzzy modeling. Inter. Agrophys. 22: 365-370.
42.Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of Digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-37.
43.White, R.E. 2006. Principles and Practice of Soil Science, 4th edition. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 106p.
44.Wienhold, B.J., Andrews, S.S., and Karlen, D.L. 2004. Soil quality: A review of the science and experiences in the USA. Environ. Geochem. Hlth. 26: 89-95.

Archive of SID

www.SID.ir

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 4(1), 2014
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Effects of short-time management practices on sustainability functions in a saline-sodic soil

M. Khotabaei[1], *H. Emami[2], A.R. Astaraei[3] and A. Fotovat[4]
[1] M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
[3,4]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
Received: 12/13/2012 ; Accepted: 04/30/2013

Abstract

Some unsustainable issues in agricultural systems is related to soil quality during the time. Therefore conservation and retaining soil quality should be regarded in management operations and land use. In order to study the effect of some conditioners on soil physical quality, an experiment was carried out as a completely randomized design in a saline-sodic soil. Experimental treatments included 10 ton/ha of compost (MC), vermin-compost (VC), poultry manure (PM), and gypsum powder together with untreated treatment (control) in 3 replications. 6 months after application of studied treatments, soil quality was determined by 3 approaches i.e. sustainable index (SI), cumulative rating (CR), and scoring functions. The results showed that soil quality based on sustainable index, cumulative rating, and scoring functions as a result of soil conditioners has been improved. According to SI approach, the highest increasing value was noted in MC treatment and it has a significant difference with other treatments ($P<0.05$). The lowest value of CR (i.e. the highest degree of soil quality improving) was obtained from MC treatment, but it has no significant difference with VC treatment ($P<0.05$). The highest value of scoring function was obtained in VC treatment and its difference with other treatments was significant. Although studied conditioners have caused the considerable improvement of soil quality but with regard to sodicity of studied soil, it seems that simultaneous addition of these conditioners will be more effective than their individual application into soil in improving soil quality.

Keywords: Soil quality, Cumulative rating, Compost, Vermin-compost, Sustainable index

* Corresponding Authors; Email: hemami@um.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir