اثر ورمی‌کمپوست و پومیس بر درصد پایداری خاکدانه‌ها در سه خاک لوم‌شنی، لوم‌رسی و لوم‌سیلتی

زهرا دلفروز [۱]، محمدرضا نیشابوری [۲]، داود زارع‌حقی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاك دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۲-استاد گروه علوم خاك دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز ،۳- استادیار گروه علوم خاك، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده
با توجه به اهمیت شاخص‌های پایداری ساختمان خاک، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و پومیس بر WAS% در سه خاک با بافت لوم‌شنی، لوم‌رسی و لوم‌سیلتی انجام شد. آزمایش در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. نمونه‌های دست‌خورده تهیه‌شده از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری این خاک‌ها به مدت ۴ ماه در محدوده بین FC تا FC۵/۰و دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد با ورمی‌کمپوست و پومیس معادل صفر،۳ و ۶ درصد وزنی مخلوط و انکوبه شدند. مطابق نتایج ۶% ورمی‌کمپوست در هر سه خاک باعث بیش‌ترین افزایش WAS% نسبت به خاک شاهد شد. پومیس نیز در خاک لوم‌شنی باعث افزایش معنی‌دار WAS% نسبت به خاک شاهد شد. درحالیکه در خاک لوم‌سیلتی سبب کاهش معنی‌دار WAS% گردید.

واژه های کلیدی: اصلاح‌کننده خاک، پایداری ساختمان خاک، پومیس، ورمی‌کمپوست.

مقدمه
ساختمان خاک عبارت از طرز قرارگرفتن ذرات خاک و منافذ میان آن‌ها در کنار یکدیگر است که بر اساس اندازه و آرایش واحدهای ساختمانی(خاکدانه‌ها) و منافذ خاک تعریف می‌شود(دکستر، ۱۹۸۸). ساختمان خاک در جوانه زنی و رشد گیاه ان، انتقال آب و آلاینده‌ها از نواحی غیر اشباع خاک به لایه‌های زیرین اراضی کشاورزی و نیز سفره آب زیرزمینی، اهمیت زیادی دارد. پایداری ساختمان خاک به توانایی خاک در نگهداری آرایش ذرات و منافذ در کنار یکدیگر در هنگام مواجه با تنش‌های متفاوت مربوط می‌شود(حق‌نیا و کوچکی، ۱۳۷۶). میزان مواد آلی خاک، زهکشی، آبیاری و کیفیت آب آبیاری از جمله عوامل مهم در استحکام و پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه در تثبیت ساختمان خاک هستند(آلوکو،۱۹۹۹). کمی کردن ساختمان خاک یکی از مسائل چالش برانگیز بوده و چندین شاخص کمی برای تشریح کامل توزیع اندازه خاکدانه‌ها پیشنهاد شده است(پرفکت و کی؛ ۱۹۹۱) که پایداری خاکدانه‌های ۱-۲ میلی‌متر هوا خشک در آب(WAS%) [۳۷]یکی از آن‌هاست. مبتکر این روش یودر در سال ۱۹۳۶ می‌باشد. عامل تخریب در این روش، خیس شدن و جابجایی خاکدانه‌ها در آب است.

ماده آلی یکی از مولفه‌های بسیار مهم زیست‌بوم‌های کشاورزی به شمار می‌رود. ورمی‌کمپوست کود آلی بیولوژیکی است که با داشتن یك تنوع زیستی و میکروبی وسیع و فعال، نسبت به کمپوست‌های تولیدشده در فرایند حرارتی، به عنوان اصلاح کننده‌ی آلی مهم خاك محسوب می‌گردد(آرانکون و همکاران، ۲۰۰۴). اصغری و همکاران(۱۳۸۹) نشان دادند مصرف ۵ گرم بر کیلوگرم ورمی‌کمپوست، مقدار WAS را از ۵۶/۱۰ و ۵۳/۱۱ درصد در زمان ۷ روز به ۹۱/۲۳ درصد در زمان ۱۸۰ روز افزایش داد.

پومیس یک اصلاح‌گر معدنی خاک است که اخیرا در کشاورزی به طور وسیع برای بهبود نفوذپذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک (ساهین و آناپالی،۲۰۰۶) و کاهش اثرات منفی سله، ترک خوردگی، غرقاب، تورم و چروکیدگی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ساهین و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی منابع نشان می‌دهد که علی رغم اثرات مثبت متعدد بر خصوصیات خاک، اثر آن به طور مستقیم بر پایداری خاکدانه‌ها از جمله WAS% بررسی نشده است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر مطالعه اثر ورمی‌کمپوست و پومیس با سطوح مختلف مصرف بر روی WAS% درسه خاک لوم‌سیلتی، لوم‌رسی و لوم‌شنی پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون می‌باشد.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش سه خاک با کلاس بافتی لوم‌شنی، لوم‌سیلتی و لوم‌رسی از اراضی شهرستان خواجه واقع دراستان آذربایجان‌شرقی انتخاب و نمونه‌برداری انجام شد. خاک‌های انتخاب شده از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی نظیر ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها در وضعیت نامناسبی بودند. کلوخه‌های درشت، سختی بالا، تشکیل سله ضخیم، شکاف‌ها و ترک‌های عریض و عمیق از دیگر مشکلات این خاک‌ها می‌باشند.

نمونه‌های دست خورده از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری تهیه و هواخشك گردیده و جهت انکوباسیون با ورمی کمپوست و پومیس از الك ۷۶/۴ میلی متری عبورداده شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک‌ها و اصلاح‌کننده‌های مورد استفاده مطابق روش‌های مرسوم توصیه شده(کلوت، ۱۹۸۶؛ پیج، ۱۹۸۵) اندازه‌گیری شد(جدول ۱). اصلاح‌کننده‌های ورمی‌کمپوست و پومیس

[۳۷] - Water aggregate stability

پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، معادل صفر،۳ و ۶ درصد وزنی با مقدار خاک لازم مخلوط و به طور یکنواخت در تشت‌های پلاستیکی به قطر ۳۶ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر با جرم مخصوص ظاهری برابر ۱/۵۵ g/ cm^3 پر شده و در محدوده بین FC و ۵/۰FC دمای ۲۰ C تا ۲۵ به مدت ۴ ماه انکوبه گردید. در پایان مدت انکوباسیون از خاک داخل تشت‌ها نمونه‌های دست‌خورده تهیه شد. جهت تعیین WAS% مقدار ۲۵ گرم از خاکدانه‌های هواخشک ۲-۱ میلی متری در داخل دسیکاتور با استفاده از محلول ۰۱/۰ مولار کربنات کلسیم به صورت تدریجی اشباع و به درون یک غربال ۲۵/۰ میلی‌متری با قطر دهانه ۶ سانتی‌متر منتقل شد. غربال روی دستگاهی قرار گرفت که آن‌را در داخل آب بالا و پایین نماید. مدت غربال کردن خاکدانه‌ها در آب پنج دقیقه، ارتفاع نوسان یک سانتی‌متر، و شدت نوسان آن ۳۰ بار در دقیقه انتخاب شد. برای اندازه‌گیری وزن ذرات بزرگتر از ۲۵/۰ میلی‌متر در مواد به جا مانده، آن مواد در یک بشر ریخته شده و ۲۰ میلی‌لیتر محلول هگزامتافسفات ۵ گرم در لیتر به آن اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه با همزن دستی به هم زده شد. این عمل ۵ مرتبه در فواصل زمانی ۵ دقیقه تکرار شد. سپس محتوای بشر در داخل غربال ۲۵/۰ میلی‌لیتر ریخته شده و با فشار شیر آب ذرات شن کوچکتر از ۲۵/۰ میلی‌لیتر از غربال خارج شد. وزن مواد به جای مانده بر روی غربال(شن درشت‌تر از ۲۵/۰ میلی‌لیتر) با خشک کردن و توزین مجدد به دست آمد. در محاسبه درصد پایداری، وزن شن از وزن مواد به جای مانده روی غربال در اولین مرحله آزمایش کم شد. در نهایت درصد پایداری خاکدانه از رابطه ۱محاسبه گردید(کمپر و روسنا، ۱۹۸۶)

$$\%WAS = \frac{R - S}{T - S} \times 100 \qquad (1)$$

در این فرمول R جرم آون خشک مواد به جای مانده روی غربال ۲۵/۰ میلی‌متری در اولین مرحله آزمایش، S جرم آون خشک ذرات شن درشت‌تر یا مساوی ۲۵/۰ میلی‌متر در مرحله دوم آزمایش و T جرم خشک نمونه خاکدانه انتخاب شده برای آزمایش می‌باشد.

پژوهش در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه نوع خاک و فاکتور دوم شامل پنج سطح اصلاح‌کننده(نوع و مقدار) بودند. مقایسه‌های میانگین با آزمون دانکن چند دامنه در سطح احتمال ۵% انجام پذیرفت. برای تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SPSSو Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

هر سه خاک مورد مطالعه دارای مقادیر نسبتا یکسان و بالایی(جدول ۱) کربنات کلسیم بوده و بنابراین جزء خاک‌های آهکی طبقه‌بندی می‌شوند(پیچ، ۱۹۸۵). این خاک‌ها با توجه به میزان اندک کربن آلی از خاکدانه‌های ضعیفی برخوردار بوده به‌طوریکه مقدار پارامترهای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها(GMD) و WAS آن‌ها بسیار پایین است. با توجه به میزان بسیار کم OC% در خاک لوم‌رسی در مقایسه با دو خاک دیگر کمترین مقدار WAS به این خاک اختصاص یافت.

جدول۱: برخی از خصوصیات خاک‌ها و اصلاح‌کننده‌های مورد مطالعه.

خاک و اصلاح کننده	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	$pH_{1:2}$	OC%	CCE %	*MWD(mm)	*GMD(mm)	WAS%
لوم رسی	۳۵/۳۰	۹۷/۳۶	۶۸/۳۲	۹۶/۶	۱۸/۰	۱۳	۳۰/۰	۲۲/۰	۱/۷
لوم شنی	۸۸/۱۹	۱۹/۱۸	۹۲/۶۱	۷۱/۷	۳۰/۰	۱/۱۴	۳۲/۰	۲۴/۰	۰۵/۲۳
لوم سیلتی	۹/۲۶	۶۳/۵۴	۴۶/۱۸	۴/۷	۵۴/۰	۳/۱۳	۲۹/۰	۲۳/۰	۵۰/۳۳
پومیس				۲۵/۹	۱۳۸/۰				
ورمی‌کمپوست				۴/۸	۸۶/۲۴				

*** MWD و GMDبه روش الک تر اندازه‌گیری شده‌اند.**

مطابق جدول ۲ که تجزیه واریانس مقادیر WAS% برای تیمارهای مختلف در سه خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهد، اثرات اصلی بافت خاک، اصلاح‌کننده و اثر متقابل آن‌ها بر WAS% هر کدام در سطح احتمال ۱ % معنی دار شده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک در اصلاح‌کننده بر WAS در شکل ۱ نشان داده شده است. در خاک لوم‌رسی تنها تیمار ۶% ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار WAS نسبت به تیمار شاهد گردید. هرچند این افزایش نسبت به سایر تیمارها(به جز ۳% پومیس) غیر معنی‌دار است.

در خاک لوم شنی تمامی تیمارها باعث افزایش معنی‌دار WAS نسبت به تیمار شاهد شده‌اند. بیش‌ترین افزایش مربوط به تیمار ۶% ورمی‌کمپوست است. این تیمار با سایر تیمارها نیز در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی‌دار دارد. تیمارهای ۳% ورمی‌کمپوست، ۳% پومیس و ۶% پومیس به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در خاک لوم سیلتی نیز تنها تیمار ۶% ورمی‌کمپوست WAS% را نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها افزایش معنی‌دار داد. بقیه تیمارهای باعث کاهش مقدار WAS% نسبت به تیمار شاهد شده‌اند که این کاهش برای تیمار ۳% ورمی‌کمپوست غیرمعنی‌دار و برای تیمارهای ۳% پومیس و ۶% پومیس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است.

جدول۲: خلاصه تجزیه واریانس اثر فاکتورهای بافت خاک و سطوح اصلاح‌کننده بر WAS%

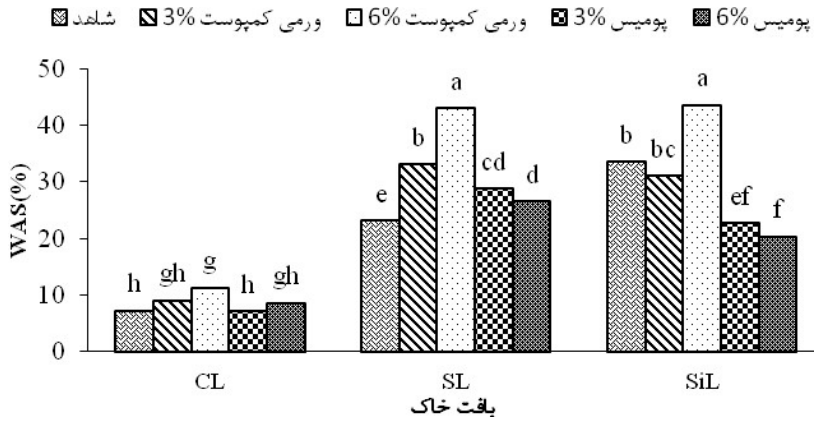
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات WAS%
خاک	۲	۵۷۶/۲۳۹۹**
اصلاح‌کننده	۴	۰۷۷/۲۹۰**
بافت خاک× اصلاح‌کننده	۸	۸۳۸/۷۵**
خطای آزمایش	۳۰	۳۳۴/۱
ضریب تغییرات		۶۵/۵۲

*** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد. ns غیر معنی‌دار**

گزارش‌های متناقض زیادی از چگونگی اثرگذاری تیمارهای مختلف بر WAS% وجود دارد. هرنارد و همکاران(۱۹۸۹) نشان دادند افزودن مقادیر ۳۰ ton/ha و ۶۰ کمپوست ضایعات شهری به یک خاک لومی سبب افزایش پایداری خاکدانه‌های ۲-۱ میلی‌متری پس از ۹۰ روز شد که این افزایش تنها در سطح دوم معنی‌دار بود. پاگلیا و همکاران(۱۹۸۱) نشان دادند مقادیر ۱۵۰ ton/ha کود دامی، لجن فاضلاب و ورمی‌کمپوست در یک خاک لوم شنی طی دو سال مصرف متوالی، پایداری خاکدانه‌ها را نسبت به شاهد به طور معنی‌دار افزایش داد. اما این افزایش در مورد تیمارهایر ۵۰ ton/ha اصلاح‌کننده‌های مورد استفاده معنی‌دار نبود. لیندزی و لوگان(به نقل از اصغری، ۱۳۸۷) افزایش WAS% را در یک خاک لوم سیلتی ۴ سال پس از بکارگیری ۳۰۰ ton/ha لجن فاضلاب گزارش کردند. مطابق یافته‌های اصغری و همکاران(۱۳۸۹) در یک خاک لوم شنی تیمار ۵/۲ g/kg ورمی‌کمپوست به دلیل درشت بافت بودن خاک مورد مطالعه و نیز مقادیر مصرف کم ورمی‌کمپوست نتوانست اثر معنی‌داری بر WAS% درطی زمان‌های انکوباسیون بگذارد.

به طور کلی مواد آلی به علت خاصیت کلوییدی و باردار بودن، ذرات ریز خاک را به هم پیوند داده و پایداری را افزایش می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش نیز تاکید بر افزایش WAS% در اثر بکارگیری ورمی‌کمپوست دارد.

بر اساس شکل ۱ تیمارهای پومیس روی WAS% در این خاک‌ها اثرات کاملا متفاوت گذاشته است. به این ترتیب که در خاک لوم‌رسی بی‌تاثیر، در خاک لوم‌شنی باعث افزایش معنی‌دار و در خاک لوم‌سیلتی باعث کاهش معنی‌دار WAS% در مقایسه با شاهد شده است. به نظر می‌رسد در مورد اثر پومیس بر پایداری خاکدانه‌ها دو مکانیسم متفاوت موثر باشد. در مورد خاک لوم‌شنی چون مقدار رس آن‌چنان بالا نیست، احتمال دارد به علت pH بالای پومیس مورد استفاده، H^+ جهت خنثی کردن OH^- اضافه شده به خاک، از لایه دوگانه خارج و کاتیون‌های دوظرفیتی مانند Ca^{2+} جایگزین آن گردند. به این ترتیب با کاهش ضخامت لایه دوگانه و افزایش انعقاد رس‌ها باعث خاکدانه‌سازی شود. از طرف دیگر چون خاک حاوی مقادیر بالایی از آهک و گچ است، Ca^{2+} موجود در محیط در طول دوره انکوباسیون با بیکربنات آب آبیاری تشکیل رسوب بیکربنات‌کلسیم داده و به طریق شیمیایی سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها شده است. اما در دو خاک لوم‌رسی و لوم‌سیلتی از آنجا که مقادیر رس تقریبا یکسان است و چون غالب ابعاد پومیس مورد استفاده در این پژوهش در محدوده ۲-۱ میلی‌متر و در اندازه شن می‌باشد، اضافه کردن پومیس به این دو خاک به طریق فیزیکی و با افزایش بخش درشت خاک نسبت به رس(پدیده رقیق سازی) باعث تعدیل اثر رس در افزایش پایداری خاکدانه‌ها گردیده است. هرچند مکانیسم اول در این دو خاک نیز می‌تواند مطرح باشد اما اثر خالص استفاده از پومیس در آن‌ها کاهش WAS% یا تقریبا بی‌اثر بودن آن شده است. به هر صورت از آنجایی که در مورد اثر پومیس به عنوان یک اصلاح‌کننده روی شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها پژوهش خاصی انجام نشده است، لذا مقایسه نتایج حاصله در این زمینه میسر نشد.



شکل ۷: مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک و اصلاح‌کننده بر% WAS.
حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

منابع

اصغری، ش. ۱۳۸۷. اثر چهار ماده اصلاح‌کننده آلی بر توزیع اندازه منافذ، پایداری خاکدانه‌ها، ضرایب هیدرولیکی و انتقال برومایـد در یک خاک لوم شنی. پایان‌نامه دکتری،گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

اصـغری، ش.، نیشـابوری، م. ر.، عباسـی، ف.، علی‌اصـغرزاده، ن. و اوسـتان، ش. ۱۳۸۹. تـاثیر پلـی آکریـل آمیـد، کـود دامـی، ورمی‌کمپوست و لجن بیولوژیکی بر پایداری خاکدانه‌ها، مقاومت فروروی و آب قابل استفاده در یک خاك لوم شـنی. مجلـه دانـش آب و خاک، جلد ۱۵ شماره‌ی ۳، صفحه ۲۰تا ۲۹.

حق‌نیا، غ. ح. و کوچکی، ع. ۱۳۷۶. مدیریت پایدار خاک.(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Aluko O.B. ۱۹۹۹. The effect of tillage on the soil crusting. Soil science ,۹۳: ۲۵۴-۳۰۱.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welch C and Metzger J.D. ۲۰۰۴. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Biores Technology, ۹۳: ۱۳۹-۱۴۳.

Dexter A.R., Horn R. and Kemper W.D. ۱۹۸۸. ۲ mechanisms for age-hardening of soil. Soil Soil Science Society of American Journal, ۳۹: ۱۶۳-۱۷۵.

Hernand S., Lobo M.C. and Polo A. ۱۹۸۹. effect of the application of municipal refused compost on the physical and chemical properties of a soil. The Science of the total Environt, ۸۱: ۵۸۹-۵۹۶.

Kemper A. and Rosenau R.C. ۱۹۸۶. Aggregate stability and size distribution. Pp ۴۲۵. In: Klute A (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part ۱, Physical and Mineralogical Methods. ۲nd. ed. Agron. Monogr. ۹. ASA-SSSA, Madison, WI.

Klute A.۱۹۸۶. Methods of Soil Analysis. Par ۱. Physical and Mineralogical Methods. ۲nd. ed Agron. Monogr. ۹. ASA-SSSA, Madison, WI.

Page A.L(ed). ۱۹۸۵. Methods of Soil Analysis. Par ۲. Chemical and Microbiological Methods. Agronomy No. ۹. American Society of agronomy, Madison, WI.

Pagliai M., Guidi G., Marca M.L., Giachetti M. and Lucamante G. ۱۹۸۱. Effects of sewage-sludges and composts on soil porosity and aggregation. J Journal of Environtal Quality ۱۰: ۵۵۶-۵۶۱.

Perfect E. and Kay B. D. ۱۹۹۱. Fractal theory applied to soil aggregation. Soil Soil Science Society of American Journal, ۵۵ (۶): ۱۵۵۲-۱۵۵۸.

Sahin U. and Anapali O. ۲۰۰۶. Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. Agriculturae Conspectus Scientificus,۷۱(۲): ۵۹-۶۴.

Sahin U. Ors S., Ercisli S., Anapali O. and Esitken A. ۲۰۰۵. Effect of pumice amendment on physical soil properties and strawberry plant growth. Journal of Central European Agriculture, ۶(۳): ۳۶۱-۳۶۶.

Abstract

With due attention to the importance of soil structure stability indicators, this study was to investigate the effect of vermicompost and pumice on % WAS in three sandy loam, clay loam and silt loam soils. An experiment was conducted as factorial arrangement based on completely randomized design with ۳ replications. Disturbed soil samples were collected from ۰-۲۰cm depth soil layre, mixed with vermicompost and pumice with rates of ۰, ۳ and ۶% by weight. The samples were incubated at ۰.۵FC- FC moisture content and at temperature of ۲۰-۲۵ C for ۴ months. Results indicated that ۶% vermicompost treatments caused highest WAS% compared control in all three soils. Pumice, in sandy loam soil, significantly increased %WAS, while in silty loam soil significantly decreased % WAS compared to control.