بررسی آثار جداگانه و توأم مواد آلی و معدنی بر اندازه خاکدانه‌ها در یک خاک شور و سدیمی با بافت سیلت لوم

کوکب عنایتی، محمد جواد روستا* و آزاده وکیلی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۶)

چکیده

با توجه به تأثیر ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها بر فرسایش پذیری خاک و لزوم افزایش پایداری و مقاومت خاکدانه‌ها در برابر عوامل فرساینده‌ای مانند باد و آب، این تحقیق روی نمونه خاک سطحی (عمق۲۰-۰ سانتی‌متر) جمع‌آوری شده از اراضی زراعی حساس به فرسایش واقع در دشت چاهو (شهرستان مهر) در جنوب استان فارس انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار در ۳ تکرار اجرا شد و تیمارها عبارت بودند از شاهد (بدون افزودن ماده اصلاح‌کننده)، گچ خالص، کاه و کلش خرد شده گندم، کود دامی، کاه و کلش همراه با گچ، کود دامی همراه با گچ هر کدام به میزان ۱ درصد وزنی، سیمان در سطوح ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ درصد وزنی و گچ همراه با سیمان ۰/۹ درصد وزنی. یک، چهار و هفت ماه پس از اعمال تیمارها با برداشت نمونه‌های ۵۰ گرمی از هر تیمار، میزان خاکدانه‌های با اندازه‌های ۵۳ تا ۴۰۰۰ میکرومتر به روش الک‌تر اندازه‌گیری شد و میانگین وزنی- قطر (MWD) آنها محاسبه گردید. نتایج نشان داد که کاربرد تیمارهای کود دامی و کاه و کلش به تنهایی یا همراه با گچ، متناسب با کاهش مقدار خاکدانه‌های با اندازه <۱۰۶ µm باعث افزایش خاکدانه‌های با اندازه <۱۰۶ µm شده‌اند. هم‌چنین، تأثیر این تیمارها در افزایش میزان MWD ناشی از افزایش بیشتر خاکدانه‌های با اندازه <۱۰۰۰µm بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، می‌توان کاربرد این تیمارها را برای افزایش مقاومت خاک‌های سیلت لوم حساس در شرایط مشابه پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: کاه و کلش، کود دامی، گچ، سیمان، خاکدانه‌ها

۱. به ترتیب کارشناس ارشد، استادیار و کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rousta@farsagres.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

مقدمه

فرسایش پذیری به عنوان یک عامل، در واقع حاصل تأثیر بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آثار متقابل بین آنهاست. به طور کلی، خصوصیاتی از خاک که در فرسایش‌پذیری آن مؤثرند عبارت‌اند از: سرعت و ظرفیت نفوذ آب در خاک، بافت و ساختمان خاک، درصد شن، درصد شن ریز + سیلت و پایداری خاکدانه‌ها که خود نیز تحت تأثیر نوع و میزان مواد آلی و ترکیب‌های مختلف شیمیایی قرار می‌گیرند. بین عامل فرسایش‌پذیری خاک (K) در معادله جهانی فرسایش و درصد خاکدانه‌های پایدار (بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرومتر) هم‌بستگی قوی و منفی معنی‌داری (r^2= ۰/۹۳۶۸) وجود دارد (۲). هم‌چنین، نتایج مطالعات واعظی و همکاران (۵) نشان داد که عامل فرسایش‌پذیری خاک (K)، هم‌بستگی معنی‌داری با ماده آلی (P <۰/۰۱) و پایداری خاکدانه‌ها (P<۰/۰۵) دارد.

هولپلاس و همکاران (۱۵) دریافتند که بین مقدار ماده آلی و کاهش خاکدانه‌های با اندازه بیشتر از ۲۵۰ میکرومتر یک رابطه وجود دارد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که وجود ماده آلی خاک، بیشتر روی این اندازه از خاکدانه‌ها تأثیر دارد. بر اساس گزارش انجو و همکاران (۱۲) استفاده ترکیبی از مواد آلی با منبع گیاهی و حیوانی دارای اثر بهتر و بیشتری بر بهبود خصوصیات فیزیکی مانند، پایداری خاکدانه خاک‌های مورد مطالعه داشت. آنها هم‌چنین بین مقدار کربن آلی خاک در خاک‌های تیمار شده با این مواد و پایداری خاکدانه‌ها هم‌بستگی مثبت معنی‌داری (P≤۰/۰۱) به دست آوردند. لیو و همکاران (۱۷) گزارش کردند که مواد پلی‌ساکاریدی (مانند مواد آلی تازه) در پایدار سازی خاکدانه‌ها مؤثر و مهم هستند. چرم و رنگاسمی (۱۰) نیز با کاربرد سه درصد وزنی کود سبز مشاهده کردند که کاربرد این مقدار ماده آلی در مقایسه با گچ، میزان MWD را به مقدار بیشتری افزایش داد. برزگر و همکاران (۷) نیز نتیجه گرفتند که مواد آلی در ایجاد خاکدانه‌ها در خاک‌های سدیمی همانند خاک‌های غیر سدیمی نقش مهمی ایفا می‌کنند. باید توجه داشت که در اصلاح خاک‌های شور و سدیمی در هنگام آبشویی به دلیل انبساط رس‌ها و پراکنده شدن ذرات رس، نفوذپذیری کاهش یافته و ساختمان خاک تخریب می‌شود. این عمل، نه تنها باعث کاهش راندمان آبشویی و افزایش زمان کار و هزینه می‌گردد بلکه بعد از عملیات آبشویی نیز محیط مناسبی برای رشد ریشه گیاه فراهم نمی‌کند. از این رو، مصرف مواد اصلاح کننده آلی و معدنی در اصلاح این خاک‌ها ضرورت دارد. با توجه به نیاز روز افزون جامعه به تولیدات کشاورزی و اهمیت حفاظت خاک به عنوان یک سرمایه ملی، انجام تحقیقات همه جانبه به منظور اصلاح و بهره برداری مؤثر و هم‌چنین جلوگیری از فرسایش خاک‌ها، امری ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به این که آثار جداگانه و توأم مواد آلی و ترکیبات کلسیم دار در خاک‌های مسأله دار مانند خاک‌های شور، سدیمی و یا شور- سدیمی کمتر مطالعه شده است، از رو در این تحقیق آثار جداگانه و توام این مواد بر میزان خاکدانه‌های مختلف و میانگین وزنی- قطر آنها در یک خاک شور- سدیمی حساس به فرسایش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه (دشت چاهو) واقع در شمال روستای چاهو در ۵ کیلومتری شهرستان مهر در جنوب استان فارس قرار دارد. خندق‌های این منطقه که عموماً در اراضی زراعی دیده می‌شوند، از نوع فعال بوده و دارای متوسط عمق ۲ متر و عرض متوسط ۱/۵ متر هستند (۴). با توجه به نتایج تجزیه خاک‌های دشت چاهو، در جنوب استان فارس شور- سدیمی بوده و بسیار حساس به فرسایش خندقی هستند، خندق‌ها مناطق وسیعی از دشت را فرا گرفته‌اند (۴). نمونه‌های خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر برداشت شد و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس، کاملاً با یکدیگر مخلوط شده و یک نمونه مرکب تهیه شد. در جدول ۱ برخی از خصوصیات خاک مورد آزمایش آورده شده است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

جدول۱. برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مورد مطالعه

ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
عمق	۲۰-۰ (سانتی‌متر)	CEC	۷/۱ (me/100g)	رس	٪۱۸
ECe	۱۸/۲(dS.m^{-1})	سدیم قابل تبادل	۱/۶ (me/100g)	شن	٪۲۶
pH گل اشباع	۷/۵	کربن آلی	٪۰/۶	سیلت	٪۵۶
SAR	۱۸/۳	گچ	٪۰/۷	بافت	سیلت‌لوم
ESP	۲۲/۸	کربنات کلسیم معادل	٪۵۳/۵		

تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در این تحقیق عبارت از شاهد (بدون افزودن ماده اصلاح‌کننده) (C)، گچ خالص به میزان یک درصد وزنی (G)، کاه و کلش خرد شده گندم به میزان یک درصد وزنی (S)، کود دامی به میزان یک درصد وزنی (FYM)، کاه و کلش همراه با گچ هر کدام به میزان ۱ درصد وزنی (S+G)، کود دامی همراه با گچ هر کدام به میزان ۱ درصد وزنی (FYM+G)، سیمان به میزان ۰/۳ درصد وزنی (Ce1)، سیمان به میزان ۰/۶ درصد وزنی (Ce2)، سیمان به میزان ۰/۹ درصد وزنی (Ce3) و گچ به میزان ۱ درصد وزنی همراه با سیمان ۰/۹ درصد وزنی (G+Ce3) بودند. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد اصلاح‌کننده آلی و معدنی مورد استفاده، در جدول ۲ آورده شده است. از هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و سه کیلوگرم از خاک مورد آزمایش در گلدان‌های هر تیمار با مواد اصلاح‌کننده مربوطه کاملاً مخلوط گردیده و در گلدان‌ها ریخته شد. آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. در طول مدت آزمایش رطوبت گلدان‌ها با آبیاری آنها به وسیله آب لوله در حد ۶۰ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شد. نسبتC:N کاه وکلش با استفاده از کود اوره در حد ۵۰ تنظیم گردید.

یک، چهار و هفت ماه پس از اعمال تیمارها با برداشت نمونه‌های۵۰ گرمی از هر تیمار، میزان خاکدانه‌ها با اندازه‌های۵۳ تا ۴۰۰۰ میکرومتر به روش الک‌تر اندازه‌گیری شد. اندازه گیری پایداری خاکدانه‌ها در این تحقیق با روش الک‌تر و با روش اصلاح شده کمپر و رزنیو (۱۶) انجام شد.

سپس با استفاده از رابطه زیر، میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها (Mean Weight Diameter) (MWD) که نشان‌دهنده مقدار پایداری خاکدانه برای هر نمونه است، محاسبه گردید.

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \overline{X}_i . W_i$$

در این رابطه، $\overline{X}_i$ میانگین اندازه خاکدانه‌های باقیمانده روی الک و W_i نسبت وزن خاکدانه‌های باقیمانده روی هر الک به وزن نمونه کل نمونه و n تعداد الک‌ها می‌باشد. میانگین‌های وزنی- قطر (MWD) محاسبه شده در هر مرحله با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای MstatC تجزیه و تحلیل آماری گردید و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گردید و نمودارها به کمک نرم‌افزار رایانه‌ای Excel ترسیم گردیدند. هم‌چنین، آثار تیمارها بر میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها در طول مدت آزمایش نیز به صورت مقایسه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان خاکدانه‌های با اندازه‌های مختلف و MWD یک، چهار و هفت ماه بعد از اعمال آنها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام و نتایج به دست آمده در جدول ۳ آورده شده است.

اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان خاکدانه‌های با اندازه‌های مختلف یک ماه بعد از اعمال آنها

یک ماه پس از اعمال تیمارهای آزمایشی کلیه تیمارها (به جز تیمارهای گچ تنها و سیمان ۰/۳ در صد وزنی) در مقایسه با

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

جدول ۲. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد اصلاح‌کننده آلی و معدنی

نام ماده	خصوصیت			
کاه و کلش گندم	۳= درصد رطوبت	%O.C=۴۹/۹	%T.N=۰/۷	C:N=۷۵
کود دامی	۱۸= درصد رطوبت	%O.C=۳۹/۴	%T.N=۲/۱	C:N=۱۹/۳
سیمان	EC=۹/۸ dS.m^{-1}*	pH=۱۲/۳*	%CaO=۴۷/۳	اندازه ذرات <۱۰۶µm

*: خصوصیات مذکور در سوسپانسیون ۱:۵ اندازه‌گیری گردید.

شاهد باعث کاهش معنی‌دار ذرات کوچک‌تر از ۵۳ میکرومتر شدند (جدول ۳).

از میان تیمارهای آزمایشی تنها تیمار گچ همراه با سیمان در مقایسه با شاهد باعث کاهش معنی‌دار میزان خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۶-۵۳ میکرومتر شد (جدول ۳). گچ به علت داشتن خاصیت فلاکوله کنندگی باعث هم‌آوری ذرات رس و تشکیل خاکدانه‌های کوچک می‌شود. در این رابطه تحقیقات شانموگاناتان و ادس (۲۴) نیز نشان داد که سیمان در کاهش درصد فراوانی خاکدانه‌ها با اندازه ۲۵۰-۵۰ مؤثر است.

تیمارهای گچ همراه با سیمان و سیمان ۰/۶ درصد وزنی باعث افزایش معنی‌دار خاکدانه‌های با اندازه ۲۵۰-۱۰۶ میکرومتر شدند و این افزایش‌ها در این دو تیمار در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱/۶۲ و۱/۵۶ برابر بود (جدول ۳).

یک ماه پس از اعمال تیمارها، کاربرد تیمار سیمان ۰/۶ درصد و گچ همراه با سیمان باعث افزایش معنی‌دار خاکدانه‌های با اندازه ۵۰۰-۲۵۰ میکرومتر در مقایسه با شاهد گردیدند که این افزایش‌ها در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱/۵۸ و ۳/۲۱ برابر بود (جدول ۳). شانموگاناتان و ادس (۲۴) نیز گزارش کردند که کاربرد سیمان باعث افزایش درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه۵۰۰-۲۵۰ میکرومتر شد.

از میان تیمارهای مصرفی کود دامی تنها و کود دامی همراه با گچ میزان خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرومتر را در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش دادند و این افزایش‌ها در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳/۳۲ و ۲/۶۰ برابر بود (جدول ۳). مواد آلی پوسیده مانند کود دامی به علت داشتن پلیمرهای آلی با بار منفی قادرند که با کاتیونهای مانند کلسیم کمپلکس‌های آلی- معدنی تشکیل داده و در نتیجه باعث ایجاد خاکدانه‌های درشت‌تری گردند.

یک ماه بعد از کاربرد تیمارها، تیمارهای کاه و کلش همراه با گچ، کاه و کلش تنها، گچ همراه با سیمان، کود دامی همراه با گچ و سیمان ۰/۹ درصد میزان خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر را در مقایسه با شاهد افزایش دادند که این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج گزارش شده توسط شانموگاناتان و ادس (۲۴) در ارتباط با تأثیر سیمان در افزایش درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر با نتایج این بررسی مطابقت دارد. روستا (۳) نیز به نتایج مشابهی دست یافت.

یک، چهار و هفت ماه بعد از اعمال تیمارها، تنها تیمارهای کاه و کلش همراه با گچ و کاه و کلش تنها در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها توانستند میزان خاکدانه‌های با اندازه ۴۰۰۰-۲۰۰۰ میکرومتر را به طور قابل توجهی افزایش دهند که این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بنابراین، کاربرد کاه و کلش به تنهایی یا به صورت ترکیبی با گچ متناسب با کاهش مقدار خاکدانه‌های با اندازه کوچک‌تر از ۱۰۶ میکرومتر باعث افزایش خاکدانه‌های با اندازه بزرگ‌تر از ۱۰۶ میکرومتر شده‌اند، یعنی از طریق اتصال خاکدانه‌های کوچک‌تر باعث تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر گردیدند. این نتایج با تحقیقات روستا (۳) و منیر و ادس (۲۰) در ارتباط با کاربرد کاه و کلش به تنهایی یا همراه با گچ مطابقت دارد. هم‌چنین با نتایج بالدوک و همکاران (۶) در ارتباط با تأثیر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خاکدانه‌های با اندازه‌های مختلف و MWD

زمان	ویژگی	مقایسه میانگین‌های وزن خاکدانه‌های با قطرهای مختلف(گرم)							
		< ۵۳ میکرومتر	۵۳–۱۰۶ میکرومتر	۱۰۶–۲۵۰ میکرومتر	۲۵۰–۵۰۰ میکرومتر	۵۰۰–۱۰۰۰ میکرومتر	۱۰۰۰–۲۰۰۰ میکرومتر	۲۰۰۰–۴۰۰۰ میکرومتر	MWD
	تیمار								
سه ماه	C	۲۲/۸۹^{a}	۵/۷۳^{ab}	۳/۸۳^{b}	۱/۵۸^{c}	۱/۱۴^{c}	۱/۲۹^{e}	۰/۱۷۳^{c}	۰/۱۱۷^{c}
	G	۲۰/۸۹^{ab}	۵/۴۷^{ab}	۵/۹۷^{ab}	۲/۳۸^{bc}	۲/۳۳^{bc}	۱/۵۳^{de}	۰/۳۴۰^{c}	۰/۱۶۶^{bc}
	S	۱۵/۵۷^{cde}	۵/۱۹^{ab}	۶/۳۰^{ab}	۳/۰۳^{bc}	۲/۴۲^{bc}	۲/۸۴^{ab}	۳/۱۴^{b}	۰/۳۷۴^{a}
	FYM	۱۵/۷۸^{bcde}	۵/۴۱^{ab}	۷/۷۴^{ab}	۳/۳۵^{bc}	۴/۹۱^{a}	۲/۰۷^{bcde}	۰/۵۷۰^{c}	۰/۲۴۱^{b}
	S+G	۱۳/۷۳^{de}	۴/۱۵^{bc}	۶/۷۵^{ab}	۲/۳۱^{bc}	۲/۷۱^{bc}	۳/۱۰^{a}	۴/۲۲^{a}	۰/۴۵۰^{a}
	FYM+ G	۱۶/۹۹^{bcd}	۴/۲۹^{bc}	۶/۸۴^{ab}	۱/۸۹^{bc}	۴/۰۹^{ab}	۲/۵۰^{abc}	۰/۷۷۰^{c}	۰/۲۴۰^{b}
	Ce1	۱۹/۷۷^{abc}	۶/۱۴^{a}	۵/۲۳^{b}	۱/۶۷^{c}	۱/۶۴^{c}	۱/۸۶^{cde}	۰/۴۴۰^{c}	۰/۱۶۰^{bc}
	Ce2	۱۵/۸۸^{bcde}	۴/۳۵^{bc}	۹/۸۲^{a}	۴/۰۷^{b}	۱/۹۴^{c}	۲/۱۸^{bcde}	۰/۴۴۳^{c}	۰/۲۰۴^{b}
	Ce3	۱۵/۴۹^{cde}	۴/۶۹^{abc}	۷/۲۹^{ab}	۳/۵۵^{bc}	۱/۹۶^{c}	۲/۳۱^{abcd}	۰/۵۲۷^{c}	۰/۱۹۹^{bc}
	G+Ce3	۱۱/۶۲^{e}	۳/۱۶^{c}	۱۰/۰۲^{a}	۶/۶۵^{a}	۲/۴۵^{bc}	۲/۷۲^{abc}	۰/۳۸۰^{c}	۰/۲۳۳^{b}
چهار ماه	C	۱۸/۶۴^{ab}	۹/۸۵^{a}	۴/۶۸^{d}	۱/۷۸^{a}	۱/۶۲^{b}	۱/۳۴^{de}	۰/۳۸۰^{b}	۰/۱۵۳^{e}
	G	۱۸/۳۱^{ab}	۹/۴۹^{ab}	۴/۴۲^{d}	۱/۷۱^{a}	۲/۱۹^{b}	۲/۰۹^{cd}	۰/۳۲۷ ^{b}	۰/۱۸۶^{de}
	S	۱۱/۹۸^{e}	۵/۹۴^{abc}	۸/۴۸^{bcd}	۲/۳۳^{a}	۲/۸۹^{b}	۳/۱۴^{a}	۴/۳۴^{a}	۰/۸۲۵^{a}
	FYM	۱۴/۲۴^{cde}	۶/۵۹^{abc}	۱۱/۰۹^{ab}	۲/۳۴^{a}	۲/۷۸^{b}	۲/۳۶^{bc}	۰/۴۵۷^{b}	۰/۲۹۷^{cd}
	S+G	۱۳/۴۲^{de}	۵/۰۵^{bc}	۹/۲۶^{abc}	۲/۳۸^{a}	۲/۱۸^{b}	۳/۳۹^{a}	۴/۰۵^{a}	۰/۶۹۰^{b}
	FYM+ G	۱۵/۶۸^{bcd}	۴/۸۷^{c}	۹/۶۲^{abc}	۲/۵۸^{a}	۵/۵۲^{a}	۲/۹۹^{ab}	۰/۶۶۷^{b}	۰/۳۲۸^{c}
	Ce1	۲۰/۵۸^{a}	۶/۸۱^{abc}	۵/۸۹^{cd}	۱/۷۷^{a}	۱/۶۹^{b}	۱/۴۶^{de}	۰/۳۲۷^{b}	۰/۱۷۵^{e}
	Ce2	۱۷/۷۰^{abc}	۷/۱۹^{abc}	۷/۹۴^{bcd}	۱/۸۷^{a}	۲/۱۷^{b}	۱/۷۱^{cde}	۰/۳۸۷^{b}	۰/۲۰۹^{de}
	Ce3	۱۶/۲۶^{bcd}	۶/۹۳^{abc}	۱۱/۴۱^{ab}	۲/۲۹^{a}	۱/۸۳^{b}	۱/۱۷^{e}	۰/۴۲۰^{b}	۰/۲۰۶^{de}
	G+Ce3	۱۴/۵۷^{cde}	۷/۱۸^{abc}	۱۳/۳۱^{a}	۲/۷۷^{a}	۲/۲۴^{b}	۲/۰۳^{cd}	۰/۳۴۳^{b}	۰/۲۱۷^{cde}
هفت ماه	C	۲۴/۲۶^{a}	۶/۳۴^{abc}	۳/۶۲^{d}	۱/۴۴^{c}	۱/۵۷^{b}	۱/۲۴^{d}	۰/۳۹۷^{bc}	۰/۱۵۴^{c}
	G	۱۹/۹۲^{ab}	۶/۰۵^{abc}	۷/۴۰^{abcd}	۱/۶۲^{bc}	۲/۲۰^{b}	۲/۱۱^{bc}	۰/۴۵۰^{bc}	۰/۲۱۲^{c}
	S	۱۲/۶۳^{cd}	۵/۶۲^{abc}	۵/۳۹^{cd}	۲/۳۶^{abc}	۳/۹۹^{a}	۳/۲۸^{a}	۳/۲۵^{a}	۰/۵۶۷^{a}
	FYM	۱۶/۷۶^{bc}	۵/۳۸^{abc}	۵/۸۶^{bcd}	۳/۰۸^{ab}	۲/۵۳^{ab}	۲/۲۶^{bc}	۰/۷۷۳^{bc}	۰/۲۷۳^{bc}
	S+G	۱۳/۳۶^{cd}	۴/۵۵^{bc}	۶/۴۶^{bcd}	۲/۴۶^{abc}	۲/۶۶^{ab}	۲/۸۱^{ab}	۳/۵۲^{a}	۰/۶۹۶^{a}
	FYM+ G	۱۱/۴۷^{d}	۴/۱۴^{c}	۱۱/۲۲^{a}	۳/۳۲^{a}	۳/۸۷^{a}	۳/۱۹^{a}	۱/۱۰^{b}	۰/۳۷۲^{b}
	Ce1	۱۹/۷۷^{ab}	۹/۳۶^{abc}	۷/۲۴^{abcd}	۱/۶۶^{bc}	۱/۹۲^{b}	۱/۷۷^{cd}	۰/۴۳۳^{bc}	۰/۱۹۸^{c}
	Ce2	۱۶/۹۴^{bc}	۹/۷۹^{ab}	۹/۲۳^{abc}	۲/۸۳^{abc}	۲/۶۲^{ab}	۱/۶۶^{cd}	۰/۳۰۳^{c}	۰/۲۰۱^{c}
	Ce3	۱۶/۶۰^{bcd}	۸/۹۹^{abc}	۱۰/۳۱^{ab}	۲/۴۷^{abc}	۱/۸۸^{b}	۱/۷۳^{cd}	۰/۳۲۳^{c}	۰/۲۰۲^{c}
	G+Ce3	۱۴/۳۲^{cd}	۹/۸۹^{a}	۱۱/۸۲^{a}	۲/۲۲^{abc}	۲/۱۱^{b}	۱/۹۷^{cd}	۰/۳۸۳^{bc}	۰/۲۱۵^{c}

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

کاربرد کاه و کلش بر افزایش درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰μm< مطابقت دارد ولی در رابطه با عدم تأثیر کاه و کلش توأم با گچ بر افزایش این گروه از خاکدانه‌ها تناقض دارد. نتایج تحقیقات رضایی و اسدی (۱) نیز نشان داد که استفاده از بقایای گیاهی تازه (کاه جو) در مقایسه با سایر تیمارها بر مقدار خاکدانه‌های با اندازه ۴۰۰۰-۲۰۰۰ میکرومتر مؤثرتر بوده‌اند.

اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان خاکدانه‌های با اندازه‌های مختلف چهار ماه بعد از اعمال آنها

چهار ماه پس از اعمال تیمارها، تیمارهای کاه و کلش تنها، کود دامی تنها، کاه و کلش همراه با گچ و گچ همراه با سیمان در مقایسه با شاهد باعث کاهش معنی‌دار ذرات کوچک‌تر از ۵۳ میکرومتر شدند و این کاهش ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

از میان تیمارهای مصرفی تنها تیمارهای کاه و کلش همراه با گچ و کود دامی همراه با گچ توانستند میزان خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۶-۵۳ میکرومتر را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش دهند. می‌توان دلیل مؤثر بودن این دو تیمار را، افزایش هم‌آوری این گروه از خاکدانه‌ها به وسیله مواد آلی در حضور کاتیون کلسیم و در نتیجه تشکیل و پایداری ذرات بزرگ‌تر دانست، زیرا مواد پیوند دهنده آلی و معدنی در خاکدانه‌های ۲۵۰< میکرومتر نقش مهمی دارند و نقش کلسیم به عنوان یک پل کاتیونی بین ذرات رس و ماده آلی توسط بسیاری از محققان مورد تأکید قرار گرفته است ۱۱، ۱۴ و ۲۶.

از میان تیمارهای مورد استفاده به ترتیب تیمارهای گچ همراه با سیمان، سیمان ۰/۹ درصد، کود دامی تنها، کود دامی همراه با گچ و کاه و کلش همراه با گچ در مقایسه با شاهد، بیشترین افزایش را در میزان خاکدانه‌های با اندازه ۲۵۰-۱۰۶ میکرومتر باعث شدند و این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند.

بعد از گذشت چهار ماه از کاربرد تیمارها، کلیه تیمارها (به جز تیمار گچ تنها و سیمان ۰/۳ درصد وزنی) میزان خاکدانه‌های با اندازه ۵۰۰-۲۵۰ میکرومتر را در مقایسه با شاهد افزایش دادند ولی این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نگردید (جدول ۳). نتایج به دست آمده از این بررسی در ارتباط با عدم تأثیر گچ بر افزایش این گروه از خاکدانه‌ها با نتایج تحقیقات شانموگاناتان و ادس (۲۴) مطابقت دارد.

از میان تیمارهای آزمایشی فقط تیمار کود دامی همراه با گچ توانست میزان خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرومتر را در مقایسه با شاهد ۲/۴۲ برابر افزایش دهد که این افزایش از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود.

چهار ماه بعد از اعمال تیمارها، تیمارهای کاه و کلش همراه با گچ، کاه و کلش تنها، کود دامی همراه با گچ و کود دامی تنها در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) میزان خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر گردیدند.

اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان خاکدانه‌های با اندازه‌های مختلف هفت ماه بعد از اعمال آنها

هفت ماه پس از اعمال تیمارهای آزمایشی کلیه تیمارها (به جز تیمارهای گچ تنها و سیمان ۰/۳ در صد وزنی) در مقایسه با شاهد باعث کاهش معنی‌دار ذرات کوچک‌تر از ۵۳ میکرومتر شدند (جدول ۳). کم بودن تأثیر سیمان ۰/۳ درصد وزنی و گچ شاید مربوط به تأثیر اندک این مقدار از این مواد بر خصوصیات شیمیایی خاک از جمله عدم کاهش قابل توجه SAR و ESP، عدم افزایش EC می‌باشد در نتیجه این تیمار تأثیر قابل توجهی بر هم‌آوری این گروه از ذرات و کاهش آنها نداشته است (۳). هم‌چنین، افزایش pH خاک در اثر مصرف سیمان می‌تواند یکی دیگر از دلایل کم اثر بودن این ماده بر کاهش این گروه از ذرات و هم‌آوری آنها باشد. زیرا به عقیده نلسون و همکاران (۲۱) نوع کاتیون‌های تبادلی، غلظت الکترولیت تولید شده و pH خاک از عوامل مؤثر بر انتشار ذرات به شمار می‌روند. مشخص شده که الکترولیت تولید شده به وسیله گچ، عامل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

مهمی در هم‌آوری رس‌ها بوده و علاوه بر کاهش ESP باید مورد توجه قرار گیرد (۲۴). هم‌چنین، برای هم‌آوری رس‌ها حد معینی از غلظت الکترولیت لازم است که این حد بستگی به میزان ESP دارد (۲۲).

از میان تیمارهای مصرفی اگر چه تیمارهای کود دامی همراه با گچ، کاه و کلش همراه با گچ و کود دامی تنها میزان خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۶-۵۳ میکرومتر را در مقایسه با شاهد کاهش دادند، ولی این کاهش‌ها ار نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات روستا (۳) متناقض است.

هفت ماه پس از مصرف تیمارهای آزمایشی، به ترتیب تیمارهای گچ همراه با سیمان، کود دامی همراه با گچ، سیمان ۰/۹ درصد و سیمان ۰/۶ درصد وزنی در مقایسه با شاهد بیشترین افزایش در میزان خاکدانه‌های با اندازه ۲۵۰-۱۰۶ میکرومتر را باعث شدند و این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳). گچ با تغییر و بهبود خصوصیات شیمیایی خاک و سیمان به صورت فیزیکی از طریق تولید ژل سیلیکات کلسیم باعث هم‌آوری و اتصال ذرات کوچک‌تر از ۵۳ میکرومتر و افزایش میزان خاکدانه‌های با اندازه ۲۵۰-۱۰۶ میکرومتر گردیدند. در این رابطه شانموگاناتان و ادس (۲۴) و منیر و ادس (۱۹ و ۲۰) نیز گزارش کردند که کاربرد گچ باعث افزایش معنی‌دار درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه ۲۵۰-۵۰ میکرومتر شد. بررسی‌های چینی و سویفت (۹) نشان داد که تأثیر اتصالات هوموسی در خاکدانه‌سازی بیشتر از تأثیر زودگذر پلی ساکاریدهاست. هم‌چنین، تشکیل خاکدانه‌های کوچک، بیشتر از طریق تغییر خصوصیات شیمیایی خاک صورت می‌گیرد (۶). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این تیمارها از طریق اصلاح خصوصیات شیمیایی خاک باعث افزایش تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرومتر شدند و این افزایش‌ها متناسب با کاهش میزان ذرات کوچک‌تر از ۵۳ میکرومتر بود.

تیمارهای کود دامی همراه با گچ و کود دامی تنها از میان تیمارهای آزمایشی توانستند میزان خاکدانه‌های با اندازه ۵۰۰-۲۵۰ میکرومتر را در مقایسه با شاهد افزایش دادند و این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). تأثیر مواد آلی در افزایش میزان خاکدانه‌های با اندازه ۵۰۰-۲۵۰ میکرومتر را می‌توان به افزایش فعالیت میکروبی به خصوص قارچ‌ها نسبت داد. هیف‌های قارچ‌ها باعث نگهداری خاکدانه‌های کوچک‌تر در کنار هم و در نتیجه افزایش میزان خاکدانه‌های بزرگ‌تر از جمله ۵۰۰-۲۵۰ میکرومتر شده است (۱۸ و ۲۵).

از میان تیمارهای مصرفی تنها تیمارهای کود دامی همراه با گچ و کاه و کلش تنها میزان خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرومتر را در مقایسه با شاهد افزایش دادند که این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کودهای دامی همراه با گچ در افزایش میزان خاکدانه‌های پایدار در برابر آب مؤثرتر از کاربرد این مواد به صورت جداگانه است در حالی که تیمارهای کاه و کلش همراه با گچ در مقایسه با تیمار کاه و کلش تنها چنین اثری را نداشتند. بالدوک و همکاران (۶) گزارش کردند گچ به تنهایی یا توأم با کاه و کلش تأثیری در افزایش درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرومتر نداشت و از طرف دیگر، مصرف کاه و کلش درصد فراوانی این خاکدانه‌ها را به طور معنی‌داری افزایش داد که این یافته‌ها با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد. شانموگاناتان و ادس (۲۴) نیز مشاهده کردند که درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرومتر در اثر کاربرد سیمان افزایش پیدا کرد که این یافته‌ها با نتایج به دست آمده از این بررسی متناقض است.

تیمارهای کاه و کلش تنها، کود دامی همراه با گچ، کاه و کلش همراه با گچ، کود دامی تنها و گچ تنها در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) میزان خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر شدند (جدول ۳). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که آثار توأم کاربرد مواد آلی (کاه و کلش و کود

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

دامی) و گچ به مراتب بیشتر از آثار کاربرد جداگانه این مواد است. منیر و ادس (۲۰) گزارش کردند که کاربرد توأم کاه و کلش و گچ باعث افزایش درصد فراوانی خاکدانه‌های ۱۰۰۰µm< شد. نتایج بالدوک و همکاران (۶) و شانموگاناتان و ادس (۲۴) در ارتباط با عدم تأثیر کاربرد گچ بر افزایش خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر با نتایج حاصل از این تحقیق متناقض است و با یافته‌های روستا (۳) مطابقت دارد. نتایج حاصل از این بررسی با نتایج گزارش شده توسط شانموگاناتان و ادس (۲۴) در ارتباط با تأثیر سیمان در افزایش درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر متناقض است.

اثر تیمارهای مختلف بر میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها (MWD)

با توجه به جدول ۳ یک ماه بعد از اعمال تیمارهای آزمایشی کلیه تیمارها باعث افزایش میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها شدند ولی این افزایش‌ها تنها در تیمارهای کاه و کلش همراه با گچ، کاه و کلش تنها، کود دامی تنها، کود دامی همراه با گچ، گچ همراه با سیمان و سیمان ۰/۶ درصد وزنی باعث افزایش معنی‌دار MWD در مقایسه با شاهد شدند. چهار ماه بعد از اعمال تیمارها نیز فقط تیمارهای کاه و کلش تنها، کاه و کلش همراه با گچ، کود دامی همراه با گچ و کود دامی تنها باعث افزایش معنی‌دار MWD در مقایسه با شاهد گردیدند و در این میان تیمارهای کاه و کلش تنها و کاه و کلش همراه با گچ تأثیر بیشتر در افزایش MWD داشتند که این افزایش‌ها به ترتیب ۴/۳۹ و ۳/۵۱ برابر بودند. بعد از گذشت هفت ماه فقط تیمارهای آزمایشی کاه و کلش تنها، کاه و کلش همراه با گچ و کود دامی همراه با گچ باعث افزایش معنی‌دار میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها (MWD) در مقایسه با شاهد شدند و این افزایش‌ها از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. میزان افزایشMWD در این تیمارها به ترتیب ۲/۷، ۳/۵ و ۱/۴ برابر در مقایسه با شاهد بود. تیمارهای کاه و کلش تنها و یا به صورت ترکیبی با گچ بیشترین تأثیر را در افزایش MWD نشان دادند. چرم و رنگاسمی (۱۰) نیز دریافتند که مصرف کود سبز و گچ مقدار MWD را به طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج آنها مطابقت دارد. سادانا و باجوا (۲۳) نیز نتیجه گرفتند که کاربرد توأم ترکیبات کلسیم دار و مواد آلی مؤثرتر از کابرد جداگانه این مواد در اصلاح خاک‌های سدیمی است. منیر و ادس (۲۰) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

با تجزیه بقایای تازه گیاهی مانند کاه و کلش، جمعیت میکروبی و به دنبال آن فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه متابولیت‌های تولید شده به وسیله آنها از جمله پلی‌ساکاریدها و هم‌چنین میسیلیوم‌های قارچی افزایش یافته و باعث اتصال ذرات خاک به یکدیگر و تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر می‌گردند. علاوه بر این، افزایش فعالیت میکروبی باعث افزایش فشار جزیی CO_2 در هوای خاک شده و از طریق کاهش pH خاک سبب انحلال کربنات کلسیم موجود در خاک شده و با تأمین کلسیم محلول نیز باعث جایگزینی کلسیم به جای سدیم تبادلی شده و نهایتاً ذرات رس را منعقد می‌کند (۳). تأثیر تیمارهای کاه و کلش به تنهایی و یا به صورت ترکیبی با گچ در افزایش میزان MWD ناشی از افزایش بیشتر خاکدانه‌های با اندازه بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ میکرومتر بوده است. گاجیک و همکاران (۱۳) نیز دریافتند که کاهش MWD به مقدار زیادی ناشی از کاهش مقدار خاکدانه‌های با اندازه (۱۰۰۰µm>) است. واگنر و همکاران (۲۷) با بررسی آثار مواد آلی تازه (کاه جو) بر پایداری خاکدانه‌ها، دلیل بالا بودن مقدار MWD در خاک‌های تیمار شده با بقایای آلی تازه را به افزایش مقدار خاکدانه‌های با اندازه ۱۰۰۰µm< نسبت دادند که با گذشت زمان و با متصل شدن ذرات کوچک رس و سیلت و تشکیل خاکدانه‌های با اندازه ۲۰۰۰µm< مقدار MWD هم افزایش می‌یابد و هم‌چنین، پایین بودن مقدار MWD را به علت وجود بیشتر خاکدانه‌های ۵۳> میکرومتر دانستند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

کاراواکا و همکاران (۸) گزارش کردند که ضایعات آلی تازه شهری (C:N=۱۸:۱) در مقایسه با ترکیبات آلی پوسیده شده شهری (C:N=۱۲:۱) پایداری خاکدانه در آب را به طور معنی‌داری افزایش دادند. آنها دلیل این امر را وجود مقدار بیشتر ترکیبات پلی‌ساکاریدی در این مواد که دارای قدرت پیوند شدن با ذرات خاک را داشته و هم‌چنین، دارای پتانسیل بیشتری در افزایش جمعیت میکروبی خاک هستند، دانستند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش در خاک‌های شور و سدیمی، می‌توان نتیجه گرفت که بقایای آلی ارزان قیمت و در دسترس مانند کاه و کلش و کود دامی، هم‌چنین، مواد معدنی ارزان قیمت چون گچ برای افزایش پایداری خاکدانه‌ها در برابر عوامل فرساینده مانند آب و در نتیجه کاهش میزان فرسایش خاک مناسب است. کاربرد کود دامی و کاه و کلش به تنهایی یا به صورت ترکیبی با گچ متناسب با کاهش مقدار خاکدانه‌های با اندازه کوچک‌تر از ۱۰۶ میکرومتر باعث افزایش خاکدانه‌های با اندازه بزرگ‌تر از ۱۰۶ میکرومتر گردیده‌اند، یعنی کاربرد مواد آلی به صورت جداگانه یا توأم با گچ از طریق اتصال خاکدانه‌های کوچک‌تر باعث تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر شدند. بنابراین، مشخص می‌شود که برای تشکیل خاکدانه‌های کوچک مواد اصلاحی کلسیم‌دار نقش دارند و برای ایجاد خاکدانه‌های بزرگ وجود مواد آلی، ضروری است که این امر با کاربرد توأم مواد آلی و ترکیبات کلسیم دار امکان پذیر است. بر اساس نتایج این تحقیق، تأثیر تیمارهای گچ همراه با کاه و کلش، کاه و کلش تنها و کود دامی همراه با گچ در افزایش میزان MWD ناشی از افزایش بیشتر خاکدانه‌های با اندازه بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ میکرومتر بوده است. بنابراین، می‌توان کاربرد کاه و کلش همراه با گچ، کاه و کلش تنها و کود دامی همراه با گچ را برای افزایش پایداری خاکدانه‌ها در شرایط مشابه با خاک مورد مطالعه پیشنهاد نمود. البته، قبل از اعمال این تیمارها، انجام یک تحقیق مزرعه‌ای با استفاده از باران ساز مصنوعی به منظور تعیین مناسب‌ترین تیمار از میان تیمارهای پیشنهادی توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. رضایی، م. د. و ا. اسدی. ۱۳۸۲. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر پایداری خاکدانه‌ها. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت.

۲. روحی‌پور، ح.، ه. فرزانه و ح. اسدی. ۱۳۸۳. بررسی رابطه برخی از شاخص‌های پایداری خاکدانه با عامل فرسایش پذیری خاک با استفاده از شبیه سازی باران. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ص۲۳۵-۲۵۴.

۳. روستا، م. ج.، ا. گلچین و ح. سیادت. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر مواد آلی و ترکیبات معدنی کلسیم دار بر توزیع اندازه ای خاکدانه ها و میزان رس قابل پراکنش در یک خاک سدیمی. مجله علوم خاک و آب ۱۵(۲):۲۴۲-۲۶۰.

۴. کریمی، ح. ۱۳۸۳. بررسی ماده آلی در پایداری خاکدانه ها در مناطق دارای فرسایش آبکندی استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۵. واعظی، ع. ر.، ح. ع. بهرامی، ح. ر. صادقی و م. ح. مهدیان. ۱۳۸۶. تعیین عامل فرسایش‌پذیری معادله جهانی فرسایش خاک در خاک‌های آهکی. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، ص ۱۱۷۳-۱۱۷۲.

6. Baldock, J. A., M. Aoyama, J. M. Oades, Susanto and C. D. Grant. 1994. Structural amelioration of a South Australian red-brown earth using calcium and organic amendments. Aust. J. Soil Res. 32: 571-594.
7. Barzegar, A. R., P. N. Nelson. J. M. Oades. and P. Rengasamy. 1997. Organic matter, sodicity, and clay type influence on soil aggregation. Soil Sci. Soc. Amer. J. 61: 1131-1137.
8. Caravaca, F., A. Lax. and J. Albaladej. 2001. Soil aggregate stability and organic matter in clay and fine silt fraction

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]

in urban refuse-amended semiarid soils. Soil Sci. Soc. Amer. J. 65: 1235-1238.
9. Chaney, K. and R. Swift. 1986. Studies on aggregate stability. II: The effects of humic substances on the stability of re-formed aggregates. Soil Sci. J. 37: 337-343.
10. Chorom, M. and P. Rengasamy. 1997. Carbonate chemistry, pH, and physical properties of an alkaline sodic soil as affected by various amendments. Aust. J. Soil Res. 35: 149-161.
11. Edwards, A. P. and J. M. Bremner. 1967. Microaggregate in soil. Soil Sci. J. 18:64-73.
12. Eneje, R. C., P. C. Oguike. and S. Osuaku. 2007. Temporal variations in organic carbon, soil reactivity and aggregate stability in soils of contrasting cropping history. Afr. J. Biotechnol. 6(4): 369-374.
13. Gajic, B., G. Dugalic. and N. Djurovic. 2006. Comparison of soil organic matter content, aggregate composition and water stabiliy of gleyic fluvisol from adjacent foest and cultivated areas. Agron. Res. 4(2): 499-508.
14. Hamblin, A. P. and D. B. Davies. 1977. Influence of organic matter on the physical properties of ewst anglian soils of high silt content. Soil Sci. 28: 11-22.
15. Holeplass, H., B. R. Singh. and R. Lal. 2004. Carbon sequestration in soil aggregates under diffeent crop rotation and nitrogen fertilization in an inceptisol in Southestern Norway Nutr. Cycle Agroecosys T.V. 167-177
16. Kemper, W. D. and R. C. Rosenau. 1986. Aggregate Stability Distribution in Methods of Soil Analysis. Part I PP. 425-442. *In*: a klate, ed. 2nd ed., American Society of agronomy, Madison, WI.
17. Liu, A., B. L. Ma. and A. A. Bomke. 2005. Effects of cover crops on soil aggregate stability, Total organic carbon and polycacharides Soil Sci. Soc. Amer. J. 69: 2041-2048.
18. Martin, J. P. 1971. Decomposition and binding action of polysacchrides in soil. Soil Biochem. 3:33-41.
19. Muneer, M. and J. M. Oades. 1989a. The role of Ca-Organic interactions in soil aggregate stability. I. Field studies with 14c-glucose, CaCo3 and CaSo4.2H2o. Aust. J. Soil Res. 27: 389-399.
20. Muneer, M. and J. M. Oades. 1989b. The role of Ca-Organic interactions in soil aggregate stability. II. Field studies with 14c-labelled straw, CaCo3 and CaSo4.2H2o. Aust. J. Soil Res. 27: 401-419.
21. Nelson, P. N., J. A. Baldock, P. Clarke, J. M. oades and G. J. Charchman. 1999. Dispered clay and organic matter in soil: their nature and association. Aust. J. Soil Res. 37: 289-315.
22. Qurik, J. P. and R. K.Schofiels. 1955. The effect of electerolyte concentration on soil permeability. The J. Soil Sci. 6(2): 163-178
23. Sadana, U. S. and M. S. Bajwa. 1985. Manganese equilibrium in submerged sodic soils as in fluenced by application of gypsum and green manuring. J. Agric. Sci. Cambridge. 104: 257-261.
24. Shanmuganathan, R. T. and J. M. Oades. 1983. Modification of soil physical properties by addition of calcium compounds. Aust. J. Soil Res. 21: 285-300.
25. Swincer, G. D., J. M. Oades and D.J. Greenland. 1969. The extraction, characterization and significance of Soil polysaccharides. Adv. Agron. 21:195-235.
26. Turchenek, L. W. and J. M. Oades., 1978, Organic-mineral particles in soils. PP. 137-440. *In*: W. W. Emerson. R. D. Bond and A. R. Dexter(Eds.), Modification of Soil Structure. John Wiley, New York.
27. Wagner, S., S. R. Cattle. and T. Scholten. 2007. Soil-aggregate formation as influencedby clay content and organic matter amendment. J. Plant Nutr. Soil Sci. 170: 173-180.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.13.3]