نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره پنجم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.12334.2691

اثر صمغ عربی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های لوم و لوم رسی

زهرا حبیبی[۱]، *مهدی رحمتی[۲]، اسماعیل کریمی[۲] و علی‌اصغر علیلو[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران، [۲]استادیارگروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران، [۳]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۳

چکیده

سابقه و هدف: گزارش‌های اندک و در عین‌حال متناقض در مورد تأثیر تشکیل بایوفیلم میکروبی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک وجود دارد. امکان مطالعه مستقیم بایوفیلم میکروبی در خاک به سبب محدویت تکنیک‌های علمی وجود ندارد؛ بنابراین از ترکیبات مشابه بایوفیلم بهره گرفته می‌شود. صمغ عربی یکی از ترکیبات مشابه با بایوفیلم می‌باشد که در مطالعات موردی، نیز مورد بحث قرار گرفته است. تاکنون گزارشی از تأثیر آن در کلاس‌های مختلف بافتی خاک ارایه نشده است، بنابراین جهت ارزیابی تأثیر صمغ عربی بر چندین ویژگی خاک در دو کلاس مختلف بافتی لوم و لوم رسی، پژوهش حاضر طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای انجام این پژوهش دو خاک با بافت مختلف شامل کلاس‌های لوم‌رسی و لوم و مقادیر مختلف صمغ عربی (صفر، ۵ و ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک) در سه تکرار به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) انجام شد، صمغ عربی با خاک مخلوط شده و پس از یک‌ماه انکوباسیون، نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده از خاک تهیه و صفاتی مانند جرم مخصوص ظاهری (D_b)، رطوبت اشباع خاک (θ_s) و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s)، پایداری خاکدانه‌ها در حالت خیس (WAS)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)، بعد فرکتال جرمی خاکدانه‌ها (D_m)، اسیدیته خاک (pH)، مقدار کربن آلی (OC) خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و تنفس میکروبی خاک (R_s) اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر صمغ عربی در مقادیر مورد بررسی، بر θ_s، D_b خاک، K_s و R_s در خاک لوم نسبت به خاک لوم‌رسی کم‌تر بود، به‌طوری‌که در خاک لوم رسی میانگین θ_s حجمی و جرمی و K_s خاک با کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک به‌ترتیب به‌میزان ۱۲، ۱۸ و ۳۱۷ درصد افزایش یافت در حالی‌که این اثرات در خاک لوم مشاهده نشد. کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک همچنین، D_b خاک لوم‌رسی را به‌میزان ۵ درصد کاهش داد در حالی‌که هیچ تغییری در D_b خاک لوم ایجاد نشد. همچنین در خاک‌های تیمار شده، هر دو سطح صمغ عربی (۵ و

* مسئول مکاتبه: mehdirmti@gmail.com

۱۰ گرم در کیلوگرم خاک) مستقل از بافت خاک باعث افزایش میزان OC خاک و WAS، MWD و D_m خاکدانه‌ها در هر دو خاک گردید. با توجه به نتایج، غلظت ۵ گرم در کیلوگرم خاک، صمغ عربی می‌تواند جهت بهبود ویژگی‌های مذکور در خاک‌های لوم رسی توصیه گردد.

نتیجه‌گیری: کاربرد صمغ عربی می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک گردد. در خاک‌های ریزبافت با رس زیاد مقادیر کم‌تری از آن مورد نیاز است در حالی‌که در خاک‌های درشت‌بافت مقادیر بیش‌تری از این پلیمر مورد نیاز است؛ به‌عبارت دیگر تأثیر تشکیل بایوفیلم میکروبی در خاک‌های ریزبافت مشهودتر است.

واژه‌های کلیدی: بعدفراکتال، بیوپلیمر، پایداری خاکدانه، هیدروکلوئید

مقدمه

بیش از ۹۹ درصد از ریزجاندارن خاک به‌صورت بایوفیلم که در واقع اجتماعی از سلول‌های میکروبی احاطه شده با ماتریک سپلیمری برون‌سلولی است زندگی می‌کنند (۱۲ و ۳۷). اگرچه وظیفه اصلی و مستقیم این پلیمرهای برون‌سلولی حفاظت و تداوم بقای میکروب‌ها در مقابل انواع شرایط نامساعد در خاک به‌ویژه کم‌آبی می باشد اما به‌طور غیرمستقیم تأثیرات شگرفی بر خصوصیات خاک‌ها خواهند داشت. این پلیمرهای برون‌سلولی که به مقدار زیادی نیز در خاک ترشح می‌شوند، عمدتاً از پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها تشکیل شده‌اند و شامل مقادیر اندکی از اسیدهای نوکلوئیک، لیپیدها یا مواد هیومیک نیز هستند (۱۵ و ۳۱). از دیدگاه ژئومیکروبیولوژی، مواد پلیمری برون‌سلولی (EPS) نقشی بسیار جامع و وسیع در تشکیل بایوفیلم داشته و بخش عمده زیست‌توده بایوفیلم را به خود اختصاص می‌دهند (۳٤). به‌طورکلی بیوپلیمرهای برون‌سلولی طیف گسترده داشته و در چهار گروه پلی‌ساکاریدها، پلی‌انیدریدهای معدنی، پلی‌استرها و پلی‌آمیدها گروه‌بندی می‌شوند (۹ و ۲۹) ولی پلی‌ساکاریدها از فراوان‌ترین آن‌ها هستند (۱۳) که حتی در ساختار دیواره سلولی باکتری‌ها در اسیدهای تیکوئیک حضور دارند. مواد پلیمری برون‌سلولی در چسبندگی سلول به سطوح زنده و غیرزنده نقش داشته (۲۵) و باعث سازگاری در برابر تغییرات زیست‌فراهمی آب و عناصر غذایی شده و تبادلات ژنتیکی و متابولیکی میکروب‌ها در داخل بایوفیلم را افزایش می‌دهد، چرا که این پلیمرها باعث نگه داشت عناصر معدنی شده و با توجه به ماهیت آب‌دوستی ظرفیت نگهداشت رطوبت در خاک را بهبود می‌بخشند (۲٦). هیدروکلوئیدها به‌عنوان مواد شبه ماتریکس بایوفیلم‌ها جهت ارزیابی تأثیر تشکیل بایوفیلم در خاک بر ویژگی‌های خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳۲). موادی که در حضور آب خاصیت ژله‌کنندگی یا امولسیون‌کنندگی ایجاد می‌کنند، هیدروکلوئید نامیده می‌شوند (۱). از هیدروکلوئیدهای معمول می‌توان به زانتان، کربوکسی متیل سلولز[1]، گوار[2]، صمغ عربی و کاراگینان[3] اشاره کرد (۱). روسن‌کراز و همکاران (۳۲) نشان دادند که برای افزایش نگهداشت آب و هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک که از وظایف تأثیرگذاری بایوفیلم‌هاست، می‌توان از زانتان به‌عنوان یک جایگزین برای EPS استفاده کرد. صمغ زانتان یک پلی‌ساکارید عمومی است که به‌عنوان یک مکمل غذایی و اصلاح‌کننده

1- Carboxyl Methyl Cellulose
2- Guar
3- Carrageenan

خاک استفاده می‌شود (۱۰). برای اهداف آزمایشگاهی و تجربی، زانتان می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین برای مواد پلیمریک برون‌سلولی (EPS) استفاده شود، زیرا ویژگی‌های فیزیکی بسیار مشابه‌ای با مواد پلیمری برون‌سلولی بایوفیلمی دارد. براساس اثرات مثبت زانتان در خاک تیمارشده، به‌نظر می‌رسد آزمایش و ارزیابی هیدروکلوئیدهای دیگر در خاک‌های مختلف به‌عنوان آنالوگ بالقوه‌ای از بایوفیلم بسیار ارزشمند باشد؛ بنابراین در پژوهش حاضر اثرات صمغ عربی بر ویژگی‌های مختلف خاک‌های لوم و لوم رسی بررسی شد.

صمغ عربی، پلی‌ساکاریدی طبیعی با وزن مولکولی زیاد است که به‌صورت طبیعی از قسمت‌های هوایی برخی از درختان ترشح می‌شود (۲). این صمغ ممکن است خنثی بوده یا کمی اسیدی با pH برابر ۵/۵–۴/۵ باشد (۵) و شامل ۴۲٪–۳۹٪ گالاکتوز، ۲۷٪–۲۴٪ آرابینوز، ۱۶٪–۱۲٪ رامنوز، ۱۶٪–۱۵٪ اسیدگلوکورونیک، ۲/۶٪–۱/۵٪ پروتئین، ۰/۳۹٪–۰/۲۲٪ نیتروژن و ۱۶٪–۱۲/۵٪ رطوبت است. این صمغ به‌صورت پودری یا گرانول‌هایی به قطر ۵۰–۱۰ میلی‌متر در محدوده رنگی بی‌رنگ تا قهوه‌ای دیده می‌شود و بدون بو، طعم و مزه است. به‌دلیل حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ و خاصیت آب‌دوستی آن، در حضور آب به حالت ژله‌ای در می‌آید (۳۸). طبق یافته‌های کلمن و همکاران (۲۰) و الجک (۱۴) ظرفیت نگهداشت آب در خاک‌های تیمار شده با صمغ عربی به‌طور قابل‌توجهی بیش‌تر از خاک‌های دیگر است که این افزایش در نگهداشت آب ممکن است به‌دلیل اثر صمغ در اصلاح ساختمان خاک و پیامد آن جذب بیش‌تر آب است. گزارش شده است که کاربر صمغ عربی می‌تواند به‌عنوان یک عامل اتصال در حضور آنیون‌های خاص پایداری خاکدانه‌ها را افزایش دهد (۱۴ و ۲۲). نتایج پژوهش الجک (۱۴) نشان داد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با کاربرد صمغ عربی به‌دلیل کاهش درصد تخلخل (کاهش اندازه و تعداد منافذ خاک) و سیمانی کردن ذرات شن کاهش می‌یابد.

گزارشی از مقایسه تأثیر صمغ عربی در بافت‌های مختلف خاک وجود ندارد و گزارش‌های متناقضی نیز از اثرات بایوپلیمرهای متفاوت به‌عنوان آنالوگی از ماتریکس بایوفیلم وجود دارد (۴، ۷، ۸، ۱۴، ۱۷ و ۱۸). فرض شده است که کلاس بافت خاک‌ها، به‌عنوان ویژگی ذاتی آن‌ها، ممکن است اثرات اصلاح‌کننده‌ها یا تهویه‌کننده‌های مختلف را تحت‌تأثیر قرار دهد؛ بنابراین در پژوهش حاضر تأثیر صمغ عربی به‌عنوان جایگزینی از بایوفیلم (پلی‌ساکاریدهای برون‌سلولی) بر چندین ویژگی خاک در خاک‌هایی با بافت لوم و لوم رسی ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری خاک و قالب آماری طرح: این پژوهش با دو خاک مختلف شامل کلاس‌های بافت لوم‌رسی و لوم در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی (CRD) با دو فاکتور شامل نوع خاک و مقادیر مختلف صمغ عربی و سه تکرار و دو مشاهده، در سال ۱۳۹۶ در آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه مراغه، انجام شد.

فاکتور اول شامل دو سطح مختلف از کلاس‌های بافت لوم‌رسی و لوم و فاکتور دوم مقادیر مختلف صمغ عربی شامل صفر، ۵ و ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک، با سه تکرار بود. در ادامه آزمایش، سه تیمار صمغ عربی با سه تکرار بر روی خاک‌های فوق اعمال‌شده و خاک‌های تیمار شده در گلدان‌ها در حدود ۳ کیلوگرم خاک پر شدند. قابل‌ذکر است که صمغ عربی (تهیه شده از شرکت نوین شیمیار، تهران با مبلغ ۵۰ هزار تومان به‌ازای واحد ۱۰۰ گرمی) قبل

از اضافه شدن به خاک، با درصدهای مشخص‌شده در آب گرم به‌وسیله مگنت مغناطیسی حل شد. خاک‌های تیمار شده به‌مدت یک ماه خوابانیده شدند و رطوبت خاک‌ها در حدود FC یعنی رطوبت مزرعه نگهداری شد. در پژوهش‌های مختلف زمان خواباندن برای اثرگذاری بیوپلیمرها از چند ساعت تا چند هفته گزارش شده است (۳۳). بنابراین در این پژوهش به‌طور متوسط یک زمان خواباندن در حدود چهار هفته‌ای برای اثرگذاری تیمارها در نظر گرفته شد. در ادامه چندین ویژگی خاک، در خاک‌های مورد بررسی، ارزیابی و محاسبه شدند.

تجزیه‌های آزمایشگاهی: پس از اتمام مرحله خواباندن خاک‌های تیمارشده، نمونه‌های خاک از گلدان‌ها تهیه شده و به آزمایشگاه منتقل شده و ویژگی‌های زیر اندازه‌گیری شدند: جرم مخصوص ظاهری خاک در نمونه‌های دست‌نخورده با روش گروسمن و رینش (۱۶)، رطوبت اشباع خاک با هر دو روش حجمی (در نمونه دست‌نخورده) و وزنی (۱۱) و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک[1] (K_s) براساس روش کلوت و دیرکسن (۱۹)، پایداری خاکدانه‌های ۱ تا ۲ میلی‌متر با استفاده از غربال تر[2] (WAS) با روش نیممو و پرکینس (۲۴)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها[3] (MWD) بر اساس روش یودر (۴۰) با روش الک تر و با استفاده از سری الک‌های ۴/۷۵، ۲، ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر با نوسان ۳۰ دور در دقیقه و بعد فرکتال جرمی خاکدانه‌ها با روش تیلر و ویتکرافت (۳۶) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه بعد فرکتالی نیز از رابطه $M(x<X)/M_t=(x/X_L)^{3-D_m}$ استفاده شد که $M(x<X)$ جرم تجمعی خاکدانه‌ها بر روی غربال‌ها با اندازه‌های کوچک‌تر از X (گرم)، M_t جرم کل خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی تمام غربال‌ها (گرم)، X_L بالاترین اندازه روزنه غربال که برابر با ۸ میلی‌متر است، X اندازه بزرگ‌ترین خاکدانه در هر کلاس و x میانگین قطر خاکدانه‌ها در هر کلاس (میلی‌متر) می‌باشد. اسیدیته خاک (pH) با روش روآدز (۳۰) در گل اشباع خاک، مقدار کربن آلی خاک با روش نلسون و سامرس (۲۳) و بر اساس اکسایش مواد آلی با استفاده از دی‌کرومات پتاسیم و تیتراسیون توسط آمونیوم فروس سولفات، ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از جانشینی استات سدیم با آمونیوم با روش باور و همکاران (۶) و تنفس میکروبی خاک به‌مدت یک ماه با فواصل زمانی مختلف، با اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن متصاعد شده از نمونه خاک با روش آندرسون (۳) در نمونه خاک‌های دست‌خورده اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های خاک مورد آزمایش، در جدول‌های ۱ تا ۳ گزارش شده است.

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثرات متقابل صمغ عربی و نوع خاک برای جرم مخصوص ظاهری خاک، رطوبت اشباع وزنی و حجمی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک معنی‌دار بود به‌طوری‌که کاربرد ۵ و ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک، مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک لوم رسی را به‌طور معنی‌داری (۵ درصد) کاهش داده (به‌ترتیب با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۶ و ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب خاک در مقایسه با تیمار شاهد با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب) ولی بر میزان آن در خاک لوم (با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب در هر سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ گرم صمغ بر کیلوگرم

1- Saturated hydraulic conductivity
2- Wet aggregate stability
3- Mean weight diameter

خاک) تأثیر معنی‌داری نداشت (شکل ۱). درصد رطوبت اشباع حجمی (٤٦ درصد در هر دو تیمار ۵ و ۱۰ گرم صمغ بر کیلوگرم خاک در مقابل ٤١ درصد در تیمار شاهد) و درصد رطوبت اشباع جرمی (٣٤ درصد در هر دو تیمار ۵ و ۱۰ گرم صمغ بر کیلوگرم خاک در مقابل ۲۹ درصد در تیمار شاهد) را در خاک لوم رسی افزایش داد، در حالی‌که تأثیر معنی‌داری بر این پارامترها در خاک لوم (با رطوبت اشباع حجمی ٤٠ درصد در هر دو تیمار ۵ و ۱۰ گرم بر کیلوگرم خاک در مقابل ٤٢ درصد در تیمار شاهد، رطوبت اشباع وزنی ۲۹ درصد در هر دو تیمار ۵ و ۱۰ گرم بر کیلوگرم خاک در مقابل ۳۱ درصد در تیمار شاهد) نداشت (شکل ۱). با کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک، هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک لوم رسی به‌میزان سه برابر (۰/۰۸ در مقابل ۰/۰۲ سانتی‌متر بر دقیقه) افزایش یافت ولی بر میزان این صفت در خاک لوم معنی‌دار نبود (۰/۰۵ در مقابل ۰/۰۳ سانتی‌متر بر دقیقه). تنفس خاک در هر دو خاک لوم رسی و لوم، با کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک افزایش یافت ولی میزان افزایش تنفس خاک در خاک لوم رسی (۱۰٦ تا ۱۰٦۰ در مقابل ۱۹ تا ۹۷ میلی‌گرم دی‌اکسیدکربن بر کیلوگرم خاک در روز) بسیار بیش‌تر از خاک لومی بود (۱۰۵ تا ۷۲۳ در مقابل ۹ تا ۷۵ میلی‌گرم دی‌اکسیدکربن بر کیلوگرم خاک در روز) (شکل ۲). در مجموع با توجه به شکل‌های ۱، ۲ و ۳ و با در نظر گرفتن این نکته که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۵ و ۱۰ گرم صمغ عربی بر کیلوگرم خاک در خاک لوم رسی وجود نداشت، به‌نظر می‌رسد که نرخ کاربرد ۵ گرم در کیلوگرم صمغ عربی برای خاک‌های لوم رسی اقتصادی‌تر و مناسب‌تر باشد در حالی‌که به‌نظر می‌رسد برای خاک‌های لوم میزان بیش‌تری از ۱۰ گرم صمغ در کیلوگرم خاک مورد نیاز است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر نوع خاک، صمغ عربی و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های خاکی مورد مطالعه.

Table 1. Analysis of variance of effects of soil type, Arabic gum and their interaction on the examined soil characteristics.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square				
		کربن آلی Organic Carbon (%)	CEC ($cmole^{+}.kg^{-1}$)	pH	رطوبت اشباع وزنی ($\% \theta_m$)	رطوبت اشباع حجمی ($\% \theta_V$)
نوع خاک Soil type	1	0.7700**	113.1**	0.046^{ns}	75.02*	133.69**
صمغ عربی Arabic Gum	2	0.0246**	0.176^{ns}	0.041^{ns}	15.78^{ns}	8.19^{ns}
اثرات متقابل Soil × Gum	2	0.0007^{ns}	0.695^{ns}	0.012^{ns}	58.61*	66.62*
خطای آزمایش Experiment Error	12	0.00045	0.505	0.021	8.49	11.43
خطای نمونه Sampling Error	18					

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ns غیرمعنی‌دار.

** and * significant at probability levels of 1 and 5%, respectively; ns insignificant.

ادامه جدول ۱-

Continue Table 1.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square				
		جرم مخصوص ظاهری D_b (g cm^{-3})	میانگین وزنی قطر خاکدانه MWD (mm)	بعد فراکتال جرمی D_m	شاخص پایداری ٪WAS	هدایت هیدرولیکی K_s (cm h^{-1})
نوع خاک Soil type	1	0.0003^{ns}	0.188^{ns}	0.012^{ns}	663^{ns}	0.000^{ns}
صمغ عربی Arabic Gum	2	0.0064*	8.887**	0.112**	4222**	0.005*
اثرات متقابل Soil × Gum	2	0.0056*	0.095^{ns}	0.003^{ns}	400^{ns}	0.002**
خطای آزمایش Experiment Error	12	0.0011	0.192	0.003	335	0.0003
خطای نمونه Sampling Error	18					

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

** and * significant at probability levels of 1 and 5%, respectively; ^{ns} insignificant.

جدول ۲- تجزیه واریانس تنفس خاک در خاک‌های مورد بررسی در زمان‌های مختلف.

Table 2. Analysis of variance of soil respiration at different times after treatment.

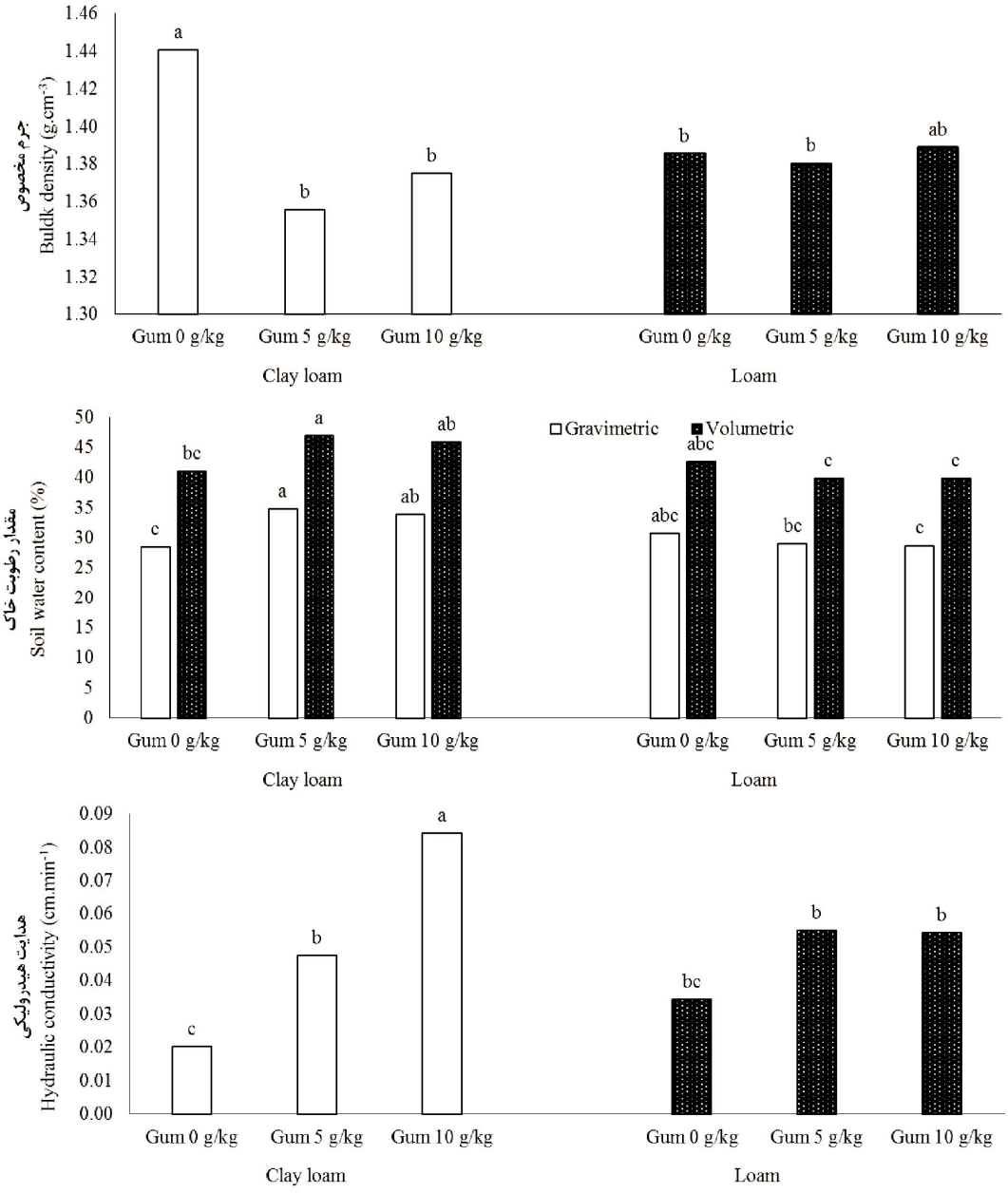
منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square				
		روز دوم	روز چهارم	روز هفتم	روز سیزدهم	روز بیست و هفتم
نوع خاک Soil type	1	39204**	386262**	52517**	2996**	33.20^{ns}
صمغ عربی Arabic Gum	2	784519**	1562785**	309746**	39808**	24001**
اثرات متقابل Soil × Gum	2	19302**	232935**	10845**	87.7*	157**
خطای آزمایش Experiment Error	12	1438	21444	371	19.56	20
خطای نمونه Sampling Error	18					

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

** and * significant at probability levels of 1 and 5%, respectively; ^{ns} insignificant.

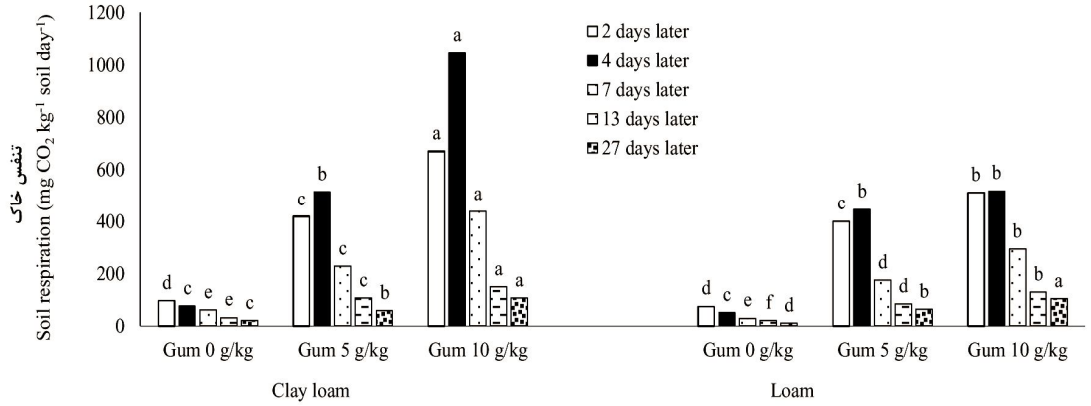
اگرچه در منابع علمی گزارشی مبنی بر بررسی اثرات صمغ عربی در بافت‌های مختلف خاکی وجود ندارد، با این وجود اثرات بایوپلیمرهای مختلف در بافت‌های متفاوت خاک، به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است. برای مثال، الجک (١٤) به‌طور مستقل اثر صمغ عربی بر ویژگی‌های متفاوت سه نوع خاک مختلف با مقدار رس کم، متوسط و زیاد در قالب آزمایش‌های مستقل ارزیابی کرد. نتایج مطالعه این پژوهشگر نشان داد که کاربرد صمغ عربی در تمامی خاک‌ها با مقدار رس کم، متوسط و زیاد افزایش غیرمعنی‌داری در نگهداشت آب خاک داشته است. همچنین آن‌ها گزارش کردند که صمغ عربی بر خلاف نتایج ما، به‌طور غیرمعنی‌داری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک‌های با مقدار رس کم و زیاد را کاهش داد. در حالی‌که در خاک با مقدار رس متوسط، مقدار کم و زیادی صمغ عربی به‌ترتیب کاهش و افزایش غیرمعنی‌داری را در هدایت هیدرولیکی اشباع نشان داد. در توضیح نتایج فوق، الجک (١٤) هیچ‌گونه آنالیز مقایسه‌ای انجام نداده است و هیچ دلیلی هم برای این نتایج گزارش نکرده است. مگچیچه و همکاران (٢١)، اثرات ترکیبات مختلف پلی‌آکریلامید و سلولز بر میزان نگهداشت رطوبت خاک در خاک‌های رسی و شنی را ارزیابی کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داده است که هر دو خاک، با اضافه کردن ٠/٠٣ تا ١ درصد از پلیمر و بایوپلیمرها، آب بیش‌تری را در خود حفظ می‌کنند. با این‌حال، آن‌ها گزارش کرده‌اند که خاک رس واکنش بیش‌تری را به ترکیب پلیمر و بایوپلیمر نشان داده است. پاتیل و همکاران (٢٠١١) بایوپلیمرهای مختلفی را به خاک لوم شنی، برای بررسی اثربخشی آن‌ها در افزایش حداکثر ظرفیت نگهداشت آب و نقطه پژمردگی دائمی (PWP) اعمال کردند (٢٧). نتایج آن‌ها نشان داده که تمام بایوپلیمرها از جمله آگار، سلولز، آلژینات، صمغ آگار پلسیوم و پلی‌ساکاریدهای برون‌سلولی باکتریایی (EPS)، به‌طور معنی‌داری حداکثر ظرفیت نگهداشت آب، مواد آلی و نقطه پژمردگی دائمی را نسبت به شاهد افزایش دادند. اگرچه بررسی مقایسه‌ای واضحی از اثرات بیوپلیمرها بر کلاس‌های بافت مختلف خاک وجود ندارد، بسیار واضح است که مقدار بیش‌تر بایوپلیمرها (همانند دیگر بقایای مواد آلی) برای اثرگذاری بر ویژگی‌های خاک‌های درشت‌بافت در مقایسه با خاک ریزبافت لازم است. در این باره راولز و همکاران (٢٨) نشان دادند که کارایی کربن آلی بر ویژگی‌های نگهداشت آب خاک به ترکیبات بافت بستگی دارد. بوسچر و همکاران (٧ و ٨)، همچنین نشان دادند که استفاده از زغال زیستی در خاک‌های درشت بافت، تراکم و توده خاک را تغییر نمی‌دهد. گان و همکاران (١٧) همچنین نشان دادند که کاربرد زغال زیستی به آرامی پیرولیزه شده و تولید شده در دمای زیاد (بیش از ٦٠٠ درجه سانتی‌گراد) موجب خاکدانه‌سازی کم، بایومس میکروبی کم‌تر و فعالیت آنزیم کم‌تر در خاک‌های درشت‌بافت شد. آن‌ها باور دارند که کارایی کم زغال زیستی در خاک‌های درشت‌بافت ممکن است به‌دلیل مقدار رس و ماده آلی کم خاک‌ها باشد. در این راستا چندین پژوهشگر پیشنهاد استفاده از زغال زیستی به همراه بقایای آلی را در خاک‌های درشت‌بافت ارائه کردند (٤، ٧، ٨ و ١٨). مشابه با نتایج فوق، استفاده هم‌زمان صمغ عربی با دیگر مواد آلی می‌تواند راهکار ناسبی برای افزایش راندمان کاربرد صمغ عربی در خاک لومی مورد آزمایش در پژوهش ما نیز باشد؛ زیرا نتایج مقایسه میانگین بین دو نوع خاک آزمایش شده در پژوهش حاضر (شکل ٣) نشان داد که خاک لومی به‌طور ذاتی دارای مقدار کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی کم‌تری (با کربن آلی برابر ٠/٣٨ درصد و

ظرفیت تبادل کاتیونی برابر ۱۱ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم) نسبت به خاک لوم رسی (با کربن آلی برابر ۰/۶۷ درصد و ظرفیت تبادل کاتیونی برابر ۱۵ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم) بود؛ بنابراین، برای دستیابی به نتیجه بهتر در این خاک‌ها ممکن است به کاربرد مقدار بیش‌تری از صمغ عربی یا کاربرد هم‌زمان آن با بقایای آلی دیگری نیاز باشد.



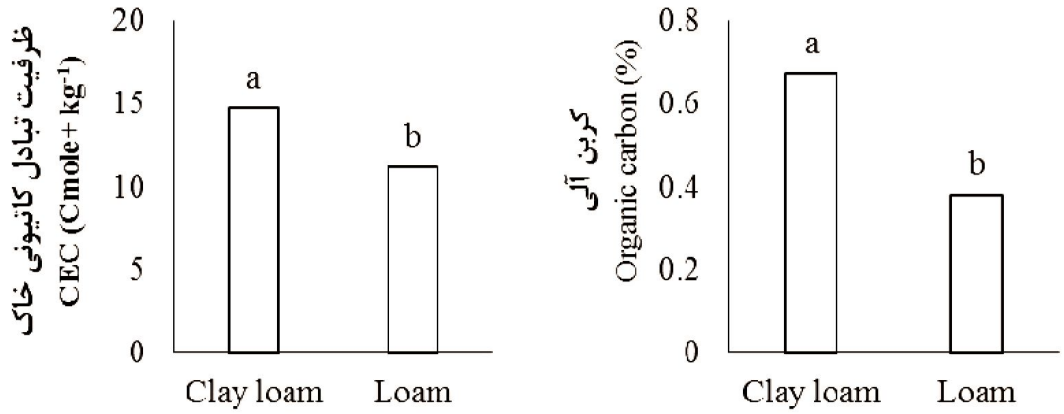
شکل ۱- اثرات متقابل نوع خاک (کلاس‌های بافت لوم و لوم رسی) و صمغ عربی بر جرم مخصوص گلدان‌ها، مقدار رطوبت اشباع جرمی و حجمی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک.

Figure 1. The interactions of soil type (clay loam and loam texture classes) and gum Arabic on pots D_b, gravimetric and volumetric water contents and K_s.



شکل ۲- اثرات متقابل نوع خاک (کلاس‌های بافت لوم و لوم رسی) و صمغ عربی بر میزان تنفس خاک در زمان‌های مختلف پس از تیمار خاک.

Figure 2. The interaction effects of soil type (clay loam and loam texture classes) and gum Arabic on soil respiration rate at different times after soil treatment.



شکل ۳- مقایسه میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و کربن آلی بین کلاس‌های بافت خاک لوم و لوم رسی.

Figure 3. Mean comparison of soil CEC and organic carbon between clay loam and loam soil texture classes.

نتایج همچنین نشان داد که صمغ عربی مستقل از نوع خاک، کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه، بعد فراکتال جرمی و پایداری خاکدانه‌ها را تحت‌تأثیر قرار داده است. شکل ٤ نشان می‌دهد که هر دو خاک پاسخ مثبتی به صمغ عربی داده‌اند. به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار کربن آلی خاک (۰/۵۸ در مقابل ۰/٤۹ درصد) در خاک‌هایی به‌دست آمده که ۱۰ گرم صمغ عربی بر کیلوگرم خاک به‌کار برده شده بود که به‌طور معنی‌داری از دیگر تیمارها بیش‌تر بود. افزایش در مقدار کربن آلی خاک‌ها به‌دلیل ماهیت طبیعی و آلی صمغ عربی، قابل پیش‌بینی بود. از آن‌جایی‌که صمغ عربی به‌عنوان ماده غذایی میکروبی قابل استفاده می‌باشد بنابراین باعث شد تا میزان تنفس میکروبی در اثر افزودن صمغ افزایش یابد. در خاک لوم رسی میزان تنفس بیش‌تر از خاک لوم بود، دلیل این امر را می‌تواند محتوای رطوبتی بالا در خاک لوم رسی

دانست که باعث تشدید فعالیت‌های میکروبی در مقایسه با خاک لوم شده است. شکل ٤ همچنین نشان می‌دهد که کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک بعد فراکتال جرمی خاکدانه‌ها (۲/۳٤ در مقابل ۲/٤۱) را کاهش داد ولی باعث افزایش قابل‌توجهی در میانگین وزنی قطر خاکدانه (۲/۲٤ در مقابل ۰/۵۸ میلی‌متر) شد. از طرف دیگر کابرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک، پایداری خاکدانه را تا ۲/۵ برابر افزایش داد (٦۱ در مقابل ۲۵ درصد). به‌نظر می‌رسد اگرچه صمغ عربی موجب ایجاد خاکدانه‌های درشت‌تر و پایدارتر می‌شود، ولی پیچیدگی خاکدانه‌ها را کاهش می‌دهد. نتایج این مطالعه، یافته‌های الجک (۱٤) را در خصوص افزایش پایداری خاکدانه‌ها با افزودن صمغ عربی تأیید می‌کند. ماهیت چسبانندگی و ژله‌ای صمغ عربی می‌تواند نقش مؤثری در چسباندن ذرات خاک به یکدیگر و ایجاد ساختمانی پایدارتر در خاک داشته باشد (۳۸ و ۳۹). چسبانندگی مطلوب‌تر ذرات خاک در اثر کاربرد صمغ عربی و همچنین افزایش بیش‌تر ماده آلی (شکل ۳) در خاک لوم رسی در قیاس با خاک لوم می‌تواند دلیلی بر کاهش بیش‌تر جرم مخصوص ظاهری خاک در آن باشد که پیامد آن افزایش نفوذپذیری و افزایش ذخیره نگهداشت رطوبتی را در پی داشته است.

نتیجه‌گیری کلی

با استناد به نتایج پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد که پلیمرهای برون‌سلولی باکتریایی با ساختاری شبیه به صمغ عربی می‌توانند خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه در این پژوهش شامل جرم مخصوص ظاهری، ظرفیت نگهداشت رطوبت در خاک، هدایت هیدرولیکی، تنفس میکروبی، کربن آلی و خاکدانه‌بندی و پایداری آن را بهبود ببخشند. بهبود این ویژگی‌ها می‌تواند بیانگر این نکته باشد که اولاً باکتری‌ها با قابلیت تولید بایوفیلم با ماتریکس بایوفیلمی شبیه صمغ عربی در بهبود خصوصیت فیزیکی خاک نقش خوبی ایفا می‌کنند. ثانیاً می‌توان زمینه بهره‌گیری از پلیمرهای صنعتی با ساختاری شبیه به صمغ عربی را تحت عنوان اصلاح‌کننده‌های فیزیکی خاک را توسعه داد. ثالثاً این اصلاح‌کننده‌های پلیمری در برخی موارد منحصر به کلاس بافتی خاک خاصی بوده و باید به‌عنوان یک معیار در این گونه تکنولوژی‌ها مورد توجه قرار گیرد.

همچنین نتیجه این مطالعه بر نقش ترشحات باکتری و پیامد آن به‌عنوان نقش باکتری‌های بایوفیلمی در روند دستیابی به کشاورزی پایدار در نتیجه بهبود ویژگی‌های فیزیکی تاکید نموده و نویسندگان مقاله پیشنهاد می‌کنند که اصلاح‌کننده‌های بیولوژیکی با تاکید بر توانایی پلیمرهای برون‌سلولی به‌عنوان روشی سازگار با محیط‌زیست در مطالعات مختلف از جنبه‌های مهم در مقیاس‌های کاربردی مورد آزمون قرار گیرند. جنبه‌های اقتصادی و سیاستگذاری‌های مورد نیاز در این بخش مورد مهم دیگری است که می‌تواند برای اندیشمندان در این خصوص به‌عنوان موضوع پژوهش جذاب باشد.

به‌نظر می‌رسد کلاس بافت خاک به‌عنوان یکی از ویژگی‌های مهم در روند پاسخ‌دهی اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن محسوب می‌شود. گزارش‌های متناقضی از تغییرات ویژگی‌های خاک در اثر کاربرد پلیمرها و بایوپلیمرهای مختلف در خاک‌هایی با کلاس‌های بافتی مختلف وجود دارد (٤، ۷، ۸، ۱٤، ۱۷ و ۱۸). صمغ عربی یکی از هیدروکلوئیدهای تقریباً معروف (۱) است که پتانسیل

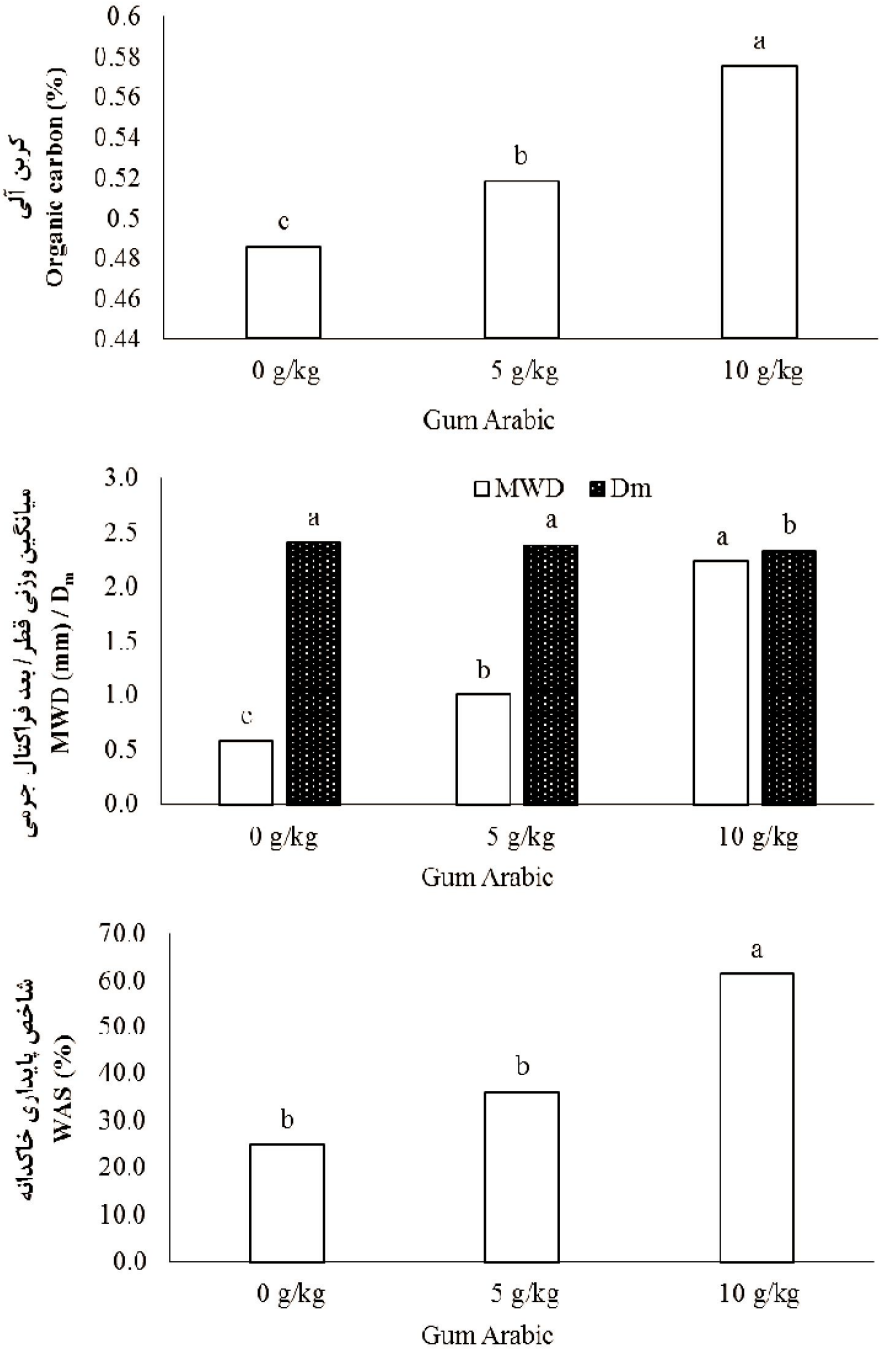
کاربردی بالایی را به‌عنوان اصلاح‌کننده دارد؛ بنابراین جهت ارزیابی کارایی آن در دو خاک متفاوت، پژوهش حاضر با افزایش مقادیر متفاوتی از صمغ عربی (۰، ۵ و ۱۰ گرم بر کیلوگرم) در خاک‌های لوم و لوم رسی انجام شد. تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت خاک‌ها و پاسخ بیولوژیکی آن‌ها در پایان آزمایش ارزیابی شده و نتیجه نهایی زیر از نتایج به‌دست آمده حاصل شد:

- اثرات صمغ عربی بر مقدار رطوبت اشباع، جرم مخصوص، هدایت هیدرولیکی اشباع و فعالیت میکروبی در خاک‌های لوم و لوم رسی متفاوت بود. خاک لومی که ذاتاً کربن آلی و مقدار رس کم‌تری دارد در مقایسه با خاک لوم رسی کم‌تر تحت‌تأثیر صمغ عربی قرار گرفته بود.
- مقادیر رطوبت اشباع حجمی و وزنی خاک لوم رسی، به‌دلیل کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک به‌ترتیب در حدود ۱۲ و ۱۸ درصد افزایش یافته بود. در حالی‌که در خاک لومی در حدود ۷ درصد باعث کاهش رطوبت اشباع خاک شده بود.
- جرم مخصوص خاک‌های لوم رسی با کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک، حدود ٤ درصد کاهش داشته است در حالی‌که استفاده از صمغ عربی در خاک‌های لومی هیچ تأثیری بر جرم مخصوص خاک نداشت.
- کاربرد ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک همچنین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک لوم رسی را بیش از ۳۱۷ درصد افزایش داده بود، در حالی‌که افزایش میزان هدایت هیدرولیکی خاک لومی حدود ۵۷ درصد بود.
- همچنین پس از کاربرد ۵ و ۱۰ گرم صمغ عربی در کیلوگرم خاک به‌صورت مستقل از نوع خاک، تغییر معنی‌داری در کربن آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها و بعد فراکتال جرمی خاکدانه‌ها مشاهده شد.

بر اساس نتایج، نتیجه‌گیری می‌شود که اگرچه پژوهش حاضر نیاز به ارزیابی شدت اثر صمغ عربی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و پاسخ‌های میکروبی در کلاس‌های بافت مختلف خاک دارد، به‌نظر می‌رسد برای دستیابی به اثرات قابل‌توجه نیاز به کاربرد مقدار بیش‌تر صمغ عربی در خاک درشت‌بافت‌تر در مقایسه با خاک ریزبافت‌تر است. استفاده هم‌زمان صمغ عربی و دیگر بقایای آلی می‌تواند استراتژی دیگری برای دستیابی به پاسخ مناسب‌تر در خاک‌های درشت‌بافت باشد که توسط پژوهشگران برای بایوپلیمرهای دیگر پیشنهاد شده است (٤، ۷، ۸ و ۱۸).

سپاسگزاری

نویسندگان از آقای دکتر بلیر مکنزی (Dr. Blair McKenzie) و سرکار خانم دکتر سارا ملاعلی عباسیان به‌خاطر مشاوره‌های بی‌شائبه آن‌ها در انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی سپاسگزاری می‌نمائیم.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف صمغ عربی بر کربن آلی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه، بعد فراکتال جرمی و پایداری خاکدانه‌ها.

Figure 4. Mean comparison of soil organic carbon, MWD, D_m and WAS between different levels of applied gum Arabic.

منابع

1. Alam, F., Siddiqui, A., Lutfi, Z., and Hasnain, A. 2009. Effect of different hydrocolloids on gelatinization behaviour of hard wheat flour. Trakia J. Sci. 7: 1-6.
2. Ali, B.H., Ziada, A., and Blunden, G. 2009. Biological effects of gum arabic: a review of some recent research. Food and Chemical Toxicology, 47: 1-8.
3. Anderson, D.C., Harper, K.T., and Holmgren, R.C. 1982. Factors influencing development of cryptogamic soil crusts in Utah deserts. J. Range Manage. Archive. 35: 180-185.
4. Awad, Y., Blagodatskaya, E., Ok, Y., and Kuzyakov, Y. 2013. Effects of polyacrylamide, biopolymer and biochar on the decomposition of ^{14}C labelled maize residues and on their stabilization in soil aggregates. Europ. J. Soil Sci. 64: 488-499.
5. Badreldin, A., Ziada, A., and Blunden, G. 2009. Biological effects of gum arabic: A review of some recent research. Food and Chemical Toxicology, 47: 1-8.
6. Bower, C.A., Reitemeier, R., and Fireman, M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science, 73: 251-262.
7. Busscher, W.J., Novak, J.M., and Ahmedna, M. 2011. Physical effects of organic matter amendment of a southeastern US coastal loamy sand. Soil Science, 176: 661-667.
8. Busscher, W.J., Novak, J.M., Evans, D.E., Watts, D.W., Niandou, M., and Ahmedna, M. 2010. Influence of pecan biochar on physical properties of a Norfolk loamy sand. Soil Science, 175: 10-14.
9. Cerning, J. 1995. Production of exopolysaccharides by lactic acid bacteria and dairy propionibacteria. Le lait, 75: 463-472.
10. Chang, I., Im, J., Prasidhi, A.K., and Cho, G.C. 2015. Effects of Xanthan gum biopolymer on soil strengthening. Construction and Building Materials, 74: 65-72.
11. Dane, J.H., and Hopmans, J.H. 2002. Water retention and storage. P 671-717. In: J.H. Dane and G.C. Topp (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 4 Physical Methods. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.
12. Denkhaus, E., Meisen. S., Telgheder, U., and Wingender, J. 2007. Chemical and physical methods for characterization of biofilms. Microchimica Acta. 158: 1-27.
13. Dogsa, I., Kriechbaum, M., Stopar, D., and Laggner, P. 2005. Structure of bacterial extracellular polymeric substances at different pH values as determined by SAXS. Biophysic. J. 89: 2711-2720.
14. El-Jack, E.M.M.S. 2003. Effect of Gum Arabic on Some Soil Physical Properties and Growth of Sorghum Grown on Three Soil Types. Ph.D. thesis. Department of Soil Science. University of Khartoum, Khartoum, Pp: 1-135.
15. Flemming, H.C., and Wingender, J. 2001. Relevance of microbial extracellular polymeric substances (EPSs)-Part I: Structural and ecological aspects. Water Science and Technology, 43: 1-8.
16. Grossman, R., and Reinsch, T. 2002. 2.1 Bulk density and linear extensibility. P 201-228. In: J.H. Dane and G.C. Topp (ed.) *Methods of Soil Analysis:* Part 4 Physical Methods. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.
17. Gul, S., Whalen, J.K., Thomas, B.W., Sachdeva, V., and Deng, H. 2015. Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: mechanisms and future directions. Agriculture, Ecosystems and Environment, 206: 46-59.
18. Khademalrasoul, A., Naveed, M., Heckrath, G., Kumari, K., de Jonge, L.W., Elsgaard, L., Vogel, H.J., and Iversen, B.V. 2014. Biochar effects on soil aggregate properties under no-till maize. Soil Science, 179: 273-283.
19. Klute, A., and Dirksen, C. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. P 687-734. *Methods of Soil Analysis*: Part 1 Physical and Mineralogical Methods, SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.

20. Kullmann, A., Lehfeldt, J., and Benkenstein, H. 1986. The effect of an organic gel on the physical and physical-chemical properties of a sandy soil. Agrokemia es Talajtan (Hungary), 35: 39-48.
21. Maghchiche, A., Haouam, A., and Immirzi, B. 2010. Use of polymers and biopolymers for water retaining and soil stabilization in arid and semiarid regions. J. Taibah Univ. Sci. 4: 9-16.
22. Mohamed, B. 1999. Effect of natural amendments on aggregate stability and water flow in different soils. M.Sc. Thesis, University of Khartoum, Faculty of Agriculture, Shambat, Sudan.
23. Nelson, D., and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. P 539-579. *Methods of soil analysis.* Part 2. Chemical and microbiological properties.
24. Nimmo, J.R., and Perkins, K.S. 2002. 2.6 Aggregate Stability and Size Distribution. P 317-328 In: J.H. Dane and G.C. Topp (ed.) *Methods of Soil Analysis:* Part 4 Physical Methods. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.
25. Omoike, A., Chorover, J., Kwon, K.D., and Kubicki, J.D. 2004. Adhesion of bacterial exopolymers to α-FeOOH: Inner-sphere complexation of phosphodiester groups. Langmuir, 20: 11108-11114.
26. Or, D., Phutane, S., and Dechesne, A. 2007. Extracellular polymeric substances affecting pore-scale hydrologic conditions for bacterial activity in unsaturated soils. Vadose Zone J. 6: 298-305.
27. Patil, S.V., Salunke, B., Patil, C., and Salunkhe, R. 2011. Studies on amendment of different biopolymers in sandy loam and their effect on germination, seedling growth of *Gossypium herbaceum* L. Applied Biochemistry and Biotechnology, 163: 780-791.
28. Rawls, W., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J., Sobecki, T., and Bloodworth, H. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. Geoderma, 116: 61-76.
29. Rehm, B.H. 2010. Bacterial polymers: biosynthesis, modifications and applications. Nature Reviews Microbiology, 8: 578-592.
30. Rhoades, J., Manteghi, N., Shouse, P., and Alves, W. 1989. Soil electrical conductivity and soil salinity: New formulations and calibrations. Soil Sci. Soc. Amer. J. 53: 433-439.
31. Romero, D., Aguilar, C., Losick, R., and Kolter, R. 2010. Amyloid fibers provide structural integrity to Bacillus subtilis biofilms. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107: 2230-2234.
32. Rosenkranz, H., Iden, S.C., and Durner, W. 2012. Effect of biofilm on soil hydraulic properties: Laboratory studies using xanthan as surrogate. P 9306. In: EGU General Assembly Conference Abstracts.
33. Smitha, S., and Sachan, A. 2016. Use of agar biopolymer to improve the shear strength behavior of sabarmati sand. Inter. J. Geotechnic. Engin. 10: 387-400.
34. Templeton, A.S., Trainor, T.P., Spormann, A.M., and Brown, G.E. 2003. Selenium speciation and partitioning within Burkholderia cepacia biofilms formed on α-Al_2O_3 surfaces. Geochimica et Cosmochimica Acta, 67: 3547-3557.
35. Tripathi, S., Champagne, D., and Tufenkji, N. 2012. Transport behavior of selected nanoparticles with different surface coatings in granular porous media coated with Pseudomonas aeruginosa biofilm. Environmental Science and Technology, 46, 6942-6949.
36. Tyler, S.W., and Wheatcraft, S.W. 1992. Fractal scaling of soil particle-size distributions: analysis and limitations. Soil Sci. Soc. Amer. J. 56: 362-369.
37. Vu, B., Chen, M., Crawford, R.J., and Ivanova, E.P. 2009. Bacterial extracellular polysaccharides involved in biofilm formation. Molecules, 14: 2535-2554.
38. Whistler, R. 2012. Industrial gums: polysaccharides and their derivatives, Elsevier.
39. Whistler, R.L., and Hymowitz, T. 1979. Guar: agronomy, production, industrial use and nutrition, Purdue University Press.
40. Yoder, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. Agron. J. 28: 337-351.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(5), 2019
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.12334.2691

The effects of Arabic gum on some physical and chemical properties of loam and clay loam soils

Z. Habibi[1], *M. Rahmati[2], E. Karimi[2] and A.A. Alilou[3]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science and Engineering, University of Maragheh, Maragheh, Iran,
[2]Assistant Prof, Dept. of Soil Science and Engineering, University of Maragheh, Maragheh, Iran,
[3]Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Maragheh, Maragheh, Iran
Received: 02.26.2018; Accepted: 08.25.2018

Abstract

Background and Objectives: There are rare and contrary reports about the effects of microbial biofilms formation on the physical, chemical and biological properties of soil. There is no possibility of direct study of microbial biofilms in the soil due to limited scientific techniques; therefore, other similar materials are used as analogue for biofilm. Arabic gum is one of the analogues of biofilm, which is also discussed in some case studies. However, so far no report on its effect on different soil texture classes has been presented. Therefore, in order to evaluate the effects of Arabic gum on several soil characteristics of two different soil texture classes, the present study was designed and conducted.

Materials and Methods: To do this study, two different soil types including clay loam and loam texture classes and different amounts of Arabic gum (0, 5 and 10 g per kg of soil) with three replications were investigated in a factorial experiment in a completely randomized design (CRD). Arabic gum was mixed with soil and after one-month incubation time, the disturbed and undisturbed samples were taken from the soils and different soil characteristics including bulk density (D_b), soil moisture content (θ_s), saturated hydraulic conductivity (K_s), saturated water content, soil aggregate stability (WAS), mean weight diameter of aggregate (MWD), mass fractal (D_m) of aggregates, soil acidity (pH), organic carbon (OC) content, cation exchange capacity (CEC) and microbial respiration (R_s) were measured.

Results: The results showed that the effect of applied amounts of Arabic gum on θ_s, soil D_b, K_s and R_s in loam soil was lower than that of clay loam, whereas the application of 10 g Arabic gum per kg soil in clay loam soil caused an increase by approximately 12, 18 and 317 percent, respectively, in the volumetric and gravimetric θ_s and the K_s; while these effects were not seen in loam soils. Usage of 10 g Arabic gum per kg soil also reduced the D_b of clay loam soil up to 5%, while no changes were found in the D_b of loam soils. Also, in treated soils, both applied amounts of Arabic gum (5 and 10 g per kg soil) showed positive changes in soil OC and the WAS, MWD and D_m of aggregates, being independent from soil type. According to the results, the amount of 5 g Arabic gum per kg soil can be recommended to improve the characteristics of the clay loam soils.

Conclusion: The use of Arabic gum can improve the physical, chemical and biological properties of soil. In fine-textures soils with higher contents of clay, much less amount of it is needed, while in coarse-textured soils, more amount of this polymer are needed; in the other words, the effect of microbial biofilm formation is more pronounced in fine-textured soils.

Keywords: Aggregates stability, Biopolymer, Fractal dimension, Hydrocolloid

* Corresponding Author; Email: mehdirmti@gmail.com