اثر قارچ *P.chrysospaorum* در حضور دو نوع ماده آلی بر پایداری خاکدانه

1- مرمر ثابتی زاده*، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
2- منوچهر گرجی، دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
3- مهدی شرفا، استادیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
4- احمدعلی پور بابایی، استادیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
*Email: M.Sabetizade@gmail.com

چکیده

بقایای آلی منجر به تشدید فعالیت زیستی و در نتیجه افزایش پایداری خاکدانه می شوند. قارچها نیز می توانند نقش مهمی در تشکیل و تثبیت خاکدانه‌ها ایفا کنند؛ بنابراین کاربرد همزمان منبع کربنی و قارچ، می‌تواند در دوره‌های کوتاه مدت باعث افزایش ماده آلی در خاک‌های کشاورزی و نیز بهبود ساختمان خاک گردد. در این تحقیق اثر قارچ فنروکیت در تجزیه ساقه گندم خرد شده و پودر سیب زمینی، جهت افزایش پایداری خاکدانه‌ها، در 5 بخش اندازه‌ای مختلف، طی یک آزمایش 30 روزه گلخانه‌ای بررسی شد. نتایج نشان دادند که با افزودن ماده آلی، بسته به قابلیت تجزیه‌پذیری آن، پایداری خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: **پایداری خاکدانه، تنفس زیستی، قارچ فانروکیت، ماده آلی**.

مقدمه

ساختمان خاک در حاصلخیزی و رشد گیاه حائز اهمیت است و عوامل زیستی و فیزیکی متعددی پایداری آن را تحت تاثیر قرار می دهند (Gouzou *et al*,.1993). با افزایش درصد خاکدانه های پایدار در آب ، نفوذ آب در خاک افزایش و فرسایش پذیری کاهش می یابد؛ بنابراین پایداری، ابعاد خاکدانه و توزیع اندازه خلل و فرج، سرعت نفوذ آب و فرسایش پذیری خاک را کنترل می کنند (Caesar *et al*., 2000). گروه‌های مختلف جانداران خاک در تثبیت ساختمان پایدار نقش مهمی ایفا می کنند؛ به ویژه در خاک‌هایی که از نظر تثبیت‌کننده‌های فیزیکی وشیمیایی دچار کمبود هستند (Kiem and Kandeler, 1997). اثر فعالیت های میکروبی بر پایداری خاکدانه، بالاترین تاثیر را در بهبود ساختمان خاک‌های مناطق نیمه خشک دارد.

یکی از اهداف بیوتکنولوژی خاک اداره جمعیت میکروبی خاک یا محصولات آنها، جهت افزایش پایداری خاکدانه است. در میان فاکتورهایی که فعالیت زیستی را به شدت محدود می کنند و بر ساختمان خاک تاثیر می‌گذارند، می‌توان کمبود مواد آلی و شرایط محیطی نامطلوب را نام برد.

در میان ریزموجودات خاک، قارچها می توانند نقش مهمی در تشکیل و تثبیت خاکدانه‌ها ایفا کنند. دو فرآیند زیستی موثر در بهبود پایداری خاکدانه، اثر چسبندگی تولیدات متابولیکی میکروبی، و محصور شدن ذرات خاک توسط رشته‌های قارچی است. مواد خارج سلولی تولید شده توسط قارچها به عنوان عامل سیمانی‌کننده و مسئول پایداری خاکدانه در برابر شکست (به محض خیس شدگی) شناخته شده‌اند. اگرچه شبکه میسلی نیز می‌تواند به مقدار کم در تثبیت خاکدانه‌ها نقش ایفا کند (Kohler *et al*., 2009). افزودن بقایای آلی غنی از کربوهیدرات‌های زود تجزیه شونده به خاک، منجر به افزایش میکروفلور و پایداری خاکدانه می شود (Roldan *et al*., 1994). آزمایشاتی در رابطه با جنبه‌های مختلف تاثیر میکروب‌ها بر پایداری خاکدانه، مانند نقش پلی ساکاریدها به عنوان عامل اتصال، اثر انواع مختلف مواد آلی، و نقش مشخص قارچها در فرآیند تثبیت صورت گرفته است (Kiem and Kandeler, 1997).

با توجه به اثرات مطلوب ریزجانداران (قارچها و باکتری‌ها) بر خاکدانه‌سازی و تثبیت ساختمان خاک، به ویژه در حضور مواد آلی قابل تجزیه، ضرورت بررسی عملکرد این موجودات جهت بهبود ساختمان خاک احساس می شود. نظر به نیاز مبرم افزایش ماده آلی در خاک‌های کشاورزی ایران و نیز بهبود ساختمان خاک، کاربرد هم‌زمان مواد آلی و ریزموجودات می‌تواند راهکاری مناسب در تحقق این اهداف باشد. در این مطالعه اثرات کوتاه مدت تلقیح قارچ فنروکیت بر پایداری خاکدانه ها در حضور مواد آلی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

از خاک سطحی(20-0 سانتیمتر) مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج، با بافت متوسط، نمونه تهیه شد و پس از هوا خشک شدن از الک 4 میلی‌متری عبور داده شد.

ساقه گندم(W) به عنوان یک منبع کربن آلی در اندازه های 2-1 میلی متر خرد شده و در دو سطح 0/5 و 1 درصد وزنی به خاک افزوده شد. در مورد پودر سیب زمینی، به منظور یکسان نمودن مقدار کربن در تیمارها، بر اساس مقدار کربن موجود در ساقه گندم، مقدار معادل پودر سیب زمینی(S) نیز در دو سطح به نمونه ها افزوده شد. با توجه به مقدار نیتروژن موجود در مواد آلی به کار رفته، نسبت C/N در نمونه ها با افزودن نیترات آمونیوم به 30 رسید.

جهت تهیه مایه تلقیح، قارچ ***P.chrysospaorum*** در محیط کشت عصاره مالت- آگار، رشد داده شد و از آن سوسپانسیون اسپوری تهیه گردید و به ارلن مایرهای حاوی 50 میلی لیتر عصاره مالت افزوده شد. تعداد نهایی اسپورها در مایه تلقیح $10^3 \times 9$ بود. مایه تلقیح‌های تهیه شده به مدت 2 روز در دمای 25 درجه، بر روی شیکر با 140دور در دقیقه قرار گرفتند. مایه تلقیح‌های حاوی اجزای قارچی به مقدار 5% حجمی- وزنی (0/05 میلی‌لیتر در هر گرم خاک) به طور جداگانه با خاک هر گلدان مخلوط و به گلدان‌های یک کیلوگرمی انتقال داده شدند. میزان رطوبت گلدان‌ها طی دوره آزمایش، بین 70-50% ظرفیت زراعی نگه داشته شد.

میزان تنفس نمونه‌ها در روزهای اول، سوم، هفتم، پانزدهم، و سی‌ام پس از تلقیح با روش اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن متصاعد شده از خاک به صورت در جا، با روش تیتراسیون اندرسون (1982) اندازه‌گیری شد.

پس از 35 روز، پایداری خاکدانه‌ها در 5 بخش (0/5-0/25، 0/5-1، 1-2، 2-4، و بزرگتر از 4 میلی‌متر) با الک تر، به روش کمپر و روسنو (1986) اندازه‌گیری شد.

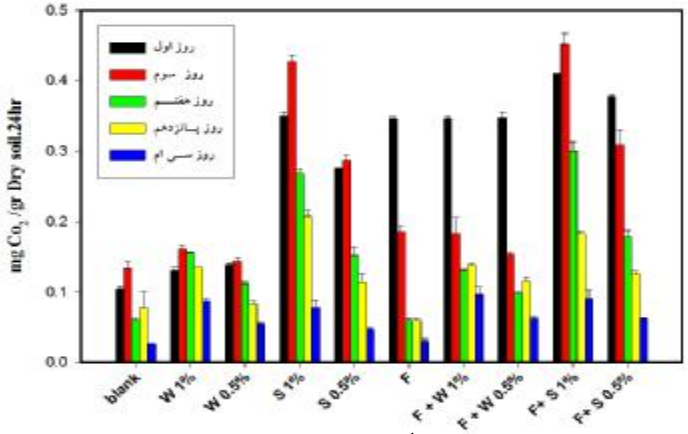
نتایج و بحث

در جدول شماره 1 خصوصیات اولیه خاک مورد آزمایش نشان داده شده است.

جدول 1-برخی از ویژگی‌های خاک مورد آزمایش

رس	سیلت	شن	pHe	ECe	ماده آلی
%				mSm^{-1}	%
34/14	41/46	24/39	8	2/33	1

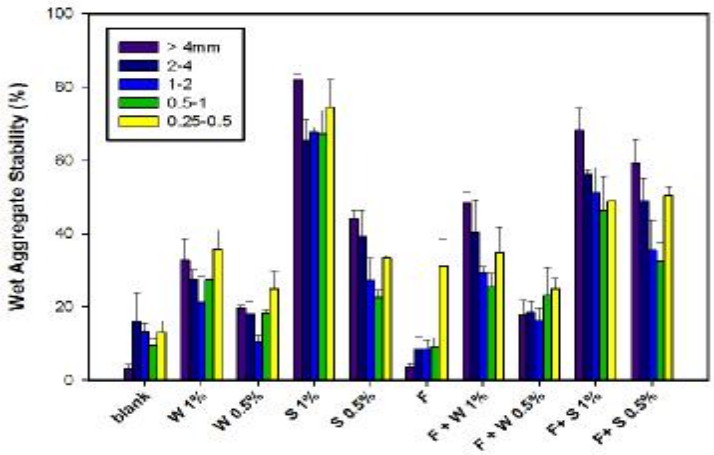
بر طبق شکل شماره 1، مقدار Co_2 آزاد شده با افزودن ماده آلی افزایش یافته است و حداکثر افزایش را می‌توان در نمونه های دارای پودر سیب زمینی، 24 ساعت سوم پس از تلقیح مشاهده نمود.
در تمام نمونه های بدون قارچ، حداکثر تنفس میکروبی در روز سوم صورت گرفته است و پس از آن کاهش با روند نسبتا یکسانی تا روز سی‌ام ادامه داشته است. این روند کاهشی احتمالا به دلیل کاهش دسترسی ریزجانداران خاک به ماده آلی است.



شکل شماره 1: تنفس میکروبی نمونه ها

(سطح 1% گندم : W 1%، سطح 0/5% گندم : W 0.5%، سطح 1% پودر سیب زمینی : S 1%، سطح 0/5% پودر سیب زمینی : S 0.5%، سطح 1% گندم و قارچ فانروکیت : F+W 1%، سطح 0/5% گندم و قارچ فانروکیت : F+W 0.5%، سطح 1% پودر سیب زمینی و قارچ فانروکیت : F+S 1%، سطح 0/5% پودر سیب زمینی و قارچ فانروکیت : F+S 0.5%)

در نمونه های همراه با قارچ به جز تیمار حاوی پودر سیب زمینی1%، حداکثر Co_2 آزاد شده در 24 ساعت اول مشاهده می‌شود؛ که به احتمال زیاد ناشی از افزوده شدن بقایای محیط کشت قارچی، هنگام تلقیح است.
در نمونه‌ی قارچی همراه با پودر سیب زمینی1%، تنفس در روز سوم بیشتر از روز اول است، این افزایش نشان دهنده دستیابی ریزجانداران خاک و قارچ به منبع کربن سهل الوصول در این بازه زمانی است.



شکل شماره 2 : درصد پایداری خاکدانه تر در 5 اندازه خاکدانه

همانطور که در شکل شماره 2 دیده میشود، افزودن منبع کربن پایداری خاکدانه را 78/81% -% 0/53درمقایسه با خاک شاهد، افزایش داده است؛ زیرا افزودن کربن آلی، فعالیت میکروبی و تولید عوامل اتصال دهنده را در خاک افزایش می-دهد. به طور کلی این افزایش در نمونه های دارای پودر سیب زمینی بیشتر از نمونه های دارای ساقه گندم است، این مطلب احتمالا به دلیل دسترسی بیشتر ریزجانداران به کربن موجود در پودر سیب زمینی است.

به نظر می‌رسد در تیمارهای بدون قارچ دارای پودر سیب زمینی، با افزودن ماده آلی جمعیت میکروبی بومی خاک فعال‌تر شده و موجب افزایش پایداری شده‌اند. اگرچه افزایش درصد پایداری در نمونه قارچی همراه با ساقه گندم 1%، نسبت به نمونه مشابه بدون قارچ، می‌تواند بیانگر توانایی بیشتر قارچ ***P.chrysospaorum*** نسبت به ریزجانداران بومی خاک در تجزیه لیگنین باشد.

آزمایشات کیسر و همکاران(2000) نشان دادند که خاکدانه‌های دارای قارچ و یک منبع کربنی مانند ساقه ارزن یا ساقه عدس؛ نسبت به خاکدانه‌های دارای قارچ بدون مکمل، مدت بیشتری یکپارچگی خود را در آب حفظ می‌کنند. افزودن ساقه گندم و قارچ نیز در این آزمایش نتایج مشابهی را به دنبال داشت. علاوه بر آن، ساقه عدس و ارزن، هر دو طی دوره خوابانیدن پایداری خاکدانه را افزایش دادند، اما مقدار خاکدانه‌های بزرگتر از 2 میلی‌متر اصلاح شده با قارچ و ساقه ارزن، بیشتر از نمونه‌های دارای قارچ و ساقه عدس بود. به همین ترتیب در خاکدانه‌های بدون قارچ دارای ساقه ارزن و یا ساقه عدس، نتایج مشابه نمونه‌های قارچی بود؛ این مطلب نشان می‌دهد که تولید عوامل اتصال میکروبی، احتمالا به دلیل دسترسی بیشتر کربن از ساقه ارزن نسبت به ساقه عدس است. در این تحقیق نیز نحوه افزایش پایداری خاکدانه‌ها پس از افزودن ساقه گندم و پودر سیب زمینی، به ویژه در خاکدانه‌های بزرگتر از 4 میلی‌متر با یافته‌های کیسر و همکاران مطابقت داشت.

یافته های سایر محققین نیز در این زمینه به شرح زیر می باشند :

در نمونه‌های تیمار شده با نشاسته، پس از اولین دوره تنفس فعال، تعداد خاکدانه‌های درشت به حداکثر می‌رسند (Guggenberger, *et al*., 1998).

افزودن ساقه گندم خرد شده و گلوکز موجب افزایش قابل توجهی در پایداری خاکدانه در سه خاک با بافت متفاوت شد (Kiem and Kandeler, 1997).

منابع مورد استفاده :

Caesar, T., Cochran, V.L, 2000. Soil aggregate stabilization by a saprophytic lignin-decomposing basidiomycete fungus. Biology Fertil Soils 32: 371-380

Gouzou, L., Burtin, G., Philippy, R., Bartoli, F. and Heulin, T, 1993. Effect of inoculation with *Bacillus polymyxa* on soil aggregation in the wheat rhizosphere: preliminary examination. Geoderma, 56: 479-491

Guggenberger, G et al., 1998. Microbial contributions to the aggregation of a cultivated grassland soil amended with starch. Soil biology and biochemistry 31 (1991) 407-419

Kiem, R., Kandeler, E, 1997. Stabilization of aggregates by the microbial biomass as affected by soil textureand type. Applied Soil Ecology : 221-230

Kohler, J., Caravaca, F., Mar Alguacil, M., Roldan, A, 2009. Elevated CO2 increases the effect of an arbuscular mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizobacterium on structural stability of a semiarid agricultural soil under drought conditions. Soil biology, 41: 1710-1716

Roldan, A., Garcia, F., Lax, A, 1994. An incubation experiment to determine factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. Soil biology and biochemistry, Vol 26, No 12: 1699-1707