اثر هم‌زیستی قارچ اندوفیت-گیاه فسکیوی بلند بر کربن آلی، نیتروژن کل و رس قابل پراکنش خاک ریزوسفر

لیلا زارعان*، محمد رضا مصدقی، محمد رضا سبزعلیان

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه علوم خاک، و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*نویسنده مسئول: l.zarean@ag.iut.ac.ir

چکیده

این پژوهش برای بررسی اثر حضور قارچ اندوفیت (*Epichloë coenophaila*) در گیاه فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) و نوع ژنوتیپ آن بر مقدار رس قابل پراکنش، کربن آلی و نیتروژن کل خاک ریزوسفر انجام گرفت. نمونه‌های خاک ریزوسفر گیاه فسکیوی بلند (دو ژنوتیپ 75B و 75C) با قارچ اندوفیت (F+) و بدون قارچ اندوفیت (F−) پس از گذشت دو سال از کشت آن و هم‌چنین خاک شاهد (توده‌ی خاک بدون ریشه‌ی گیاه) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار نیتروژن کل با تفاوت معنی‌دار در تیمار F+ > تیمار F− > خاک شاهد بود اما اثر نوع ژنوتیپ و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر نیتروژن کل خاک معنی‌دار نشد. اثر اندوفیت و نوع ژنوتیپ بر میزان کربن آلی خاک ریزوسفر معنی‌دار شد اما اثر برهم‌کنش آن‌ها بر این ویژگی معنی‌دار نشد. ریزوسفر گیاهان F+ کربن آلی بیش‌تر و رس قابل پراکنش کم‌تری نسبت به خاک شاهد و ریزوسفر گیاهان F− دارد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان کربن آلی مربوط به ژنوتیپ 75B و خاک شاهد بود که با نتایج میزان رس قابل پراکنش (کم‌ترین در ژنوتیپ 75B و بیش‌ترین در نمونه شاهد) هم‌خوانی داشت. کاهش معنی‌دار رس قابل پراکنش در ژنوتیپ 75B نسبت به ژنوتیپ 75C و نمونه شاهد را می‌توان به افزایش معنی‌دار کربن آلی در ریزوسفر این ژنوتیپ ارتباط داد.

واژه های کلیدی: قارچ اندوفیت، فسکیوی بلند، خاک ریزوسفر

مقدمه

خاک، یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی تولید مواد غذایی در جهان است (Gerard, 2000). ساختمان خاک نقش موثری در کیفیت فیزیکی خاک و هم‌چنین در ارتباط با زندگی جانداران داشته و متعادل‌کننده محیط زیست است. ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیک خاک بر کیفیت آن موثرند. ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله نگه‌داشت آب، هدایت هیدرولیکی، تهویه، بافت، نفوذپذیری، و دمای خاک هستند که از ساختمان خاک تاثیر می‌پذیرند. اهمیت ساختمان خاک بیش از ۱۵۰ سال پیش توسط پژوهش‌گران مختلف شناخته و بررسی شده است (Harris et al., 1966).

بافت، مواد آلی و دما از جمله ویژگی‌های ذاتی خاک بوده که بر ساختمان و پایداری آن موثرند (Dexter, 1988). هم‌چنین ساختمان خاک با تأثیر بر مقاومت مکانیکی خاک و انتشار عناصر غذایی، بر رشد گیاه و تولید محصول اثر می‌گذارد. پایداری ساختمان خاک به توانایی خاک برای حفظ آرایش منافذ و ذرات جامد در برابر اعمال نیروهای خارجی گفته می‌شود که در پیش‌گیری از تخریب فیزیکی آن یک فاکتور اصلی به شمار می‌رود (Roldan et al., 2006). خاکی با ساختمان پایدار، به استقرار بهتر پوشش گیاهی کمک کرده و در نتیجه از حساسیت آن به فرسایش خاک به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کاسته می‌شود (Albaladjo et al.,1996). از سوی دیگر، پایداری خاکدانه‌های خاک در برابر تنش‌های محیطی موجب بهبود نفوذ آب و جذب‌پذیری آبی خاک شده که همین عامل بر کیفیت خاک مؤثر است. ریشه گیاه نقش مهمی در خاکدانه‌سازی و پایداری ساختمان خاک دارد.

حجم کوچکی از خاک اطراف ریشه گیاهان که دارای تنوع زیستی بسیار بالایی بوده و یکی از مهم‌ترین مناطق در تولید غذای بشریت است، ریزوسفر[1] نامیده می‌شود (Hinsinger et al., 2005). ریزوسفر دارای جمعیت زیادی از ریزجانداران است که در تولید کربن آلی خاک و هم‌چنین خاکدانه‌سازی نقش مهمی دارند. فعالیت میکروبی نیز عامل مهمی در پیدایش و ثبات خاکدانه‌ها است. در واقع فعالیت میکروبی به فعالیت تعداد بی‌شماری ریزجانداران (شامل پروتوزواها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و...) اشاره دارد که شدیداً با زمان متغیّرند. یکی از ریزجاندارانی که نقش آنها در افزایش رشد و مقاومت گیاه نسبت به تنش‌های زنده و غیرزنده محیطی به اثبات رسیده است، قارچ اندوفیت است. این قارچ که در اندام هوایی گیاه قرار دارد، با گیاه رابطه هم‌زیستی برقرار کرده و با افزایش زیست‌توده و ترشحات گیاه میزبان سبب بهبود ساختمان خاک می‌شود. بنابراین، این هم-زیستی نقش کلیدی در پایداری ساختمان خاک و کیفیت فیزیکی خاک دارد. تاکنون دانسته‌های اندکی در ارتباط با اثر حضور قارچ اندوفیت در اندام هوایی گیاهان، بر پایداری ساختمان خاک ریزوسفر گزارش شده است (Mbagqu, 2004).

از آنجایی که کشور ایران تنوع وسیعی از گیاهان چمنی و قارچ‌های اندوفیت هم‌زیست با آن‌ها را داراست و از سوی دیگر این قارچ تاثیر زیادی بر محیط زیست و اقتصاد مرتع و چمن می‌تواند داشته باشد، بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر حضور اندوفیت در گیاه فسکیوی بلند بر مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و رس قابل پراکنش ریزوسفر به عنوان شاخصی از پایداری خاکدانه و کیفیت فیزیکی خاک است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از گیاه فسکیوی بلند (*F. arundinacea*) که در سال ۱۳۹۲ در مزرعه چاه اناری دانشگاه صنعتی اصفهان در خاکی با بافت لوم سیلت کشت شده بود، استفاده شد. چهار توده فسکیوی بلند شامل ۲ مورد دارای قارچ اندوفیت (*E. coenophaila*)، (F+) و دو مورد دیگر بدون قارچ اندوفیت (F−) بود. در اسفندماه ۱۳۹۴، نمونه‌های خاک ریزوسفر مربوط به گیاهان F+ و F− برداشت شد. برای برداشت خاک ریزوسفر، ریشه گیاه همراه با خاک همراه آن به آرامی و با دقت خارج شده و خاک چسبیده به ریشه به عنوان "خاک ریزوسفر" جدا شد. هم‌چنین نمونه‌ای از خاک دور از ریشه که متأثر از حضور ریشه و ترشحات آن نبود، به عنوان "توده خاک" برداشت شد.

برای اندازه‌گیری میزان رس قابل پراکنش خاک از روش ارائه‌شده توسط Burt و همکاران (۱۹۹۳) استفاده شد. رس قابل پراکنش خاک شاخصی از ناپایداری ساختمان خاک است. افزایش رس قابل پراکنش باعث انسداد منافذ ریز و درشت خاک و متلاشی‌شدن ساختمان خاک شده و بنابراین حرکت هوا و آب در خاک را کاهش می‌دهد. بخشی از خاک ریزوسفر بدون کوبیدن (با حداقل تخریب ساختمانی) از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد. سپس نمونه‌های خاک در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک گردید و ۴ گرم از آن به لوله‌های فالکون ۵۰ میلی‌متری انتقال یافته و ۳۰ میلی‌متر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۹۰ دور در دقیقه تکان داده شدند و سپس میزان رس پراکنده‌شده بر اساس قانون استوکز و با استفاده از پیپت ریز اندازه‌گیری شد و مقدار رس قابل پراکنش بر اساس رس کل خاک بیان گردید. درصد کربن آلی خاک نیز با استفاده از روش سوزاندن تر و مقدار نیتروژن کل خاک به روش کلدال تعیین شد (Page et al., 1986).

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی استفاده شد. تیمارهای این پژوهش شامل دو ژنوتیپ فسکیوی بلند (B75 و C75) در دو حالت دارای اندوفیت (F+) و بدون اندوفیت (F−) و با ۴ تکرار بود و هم‌چنین نمونه‌ای از خاک دور از ریشه و بدون قارچ اندوفیت به عنوان "توده خاک" برای شاهد (Ctrl) برداشت شد و مقایسه بین (F+) و (F−) و (Ctrl) انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین به روش آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

[1] Rhizosphere

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های کربن آلی، رس قابل پراکنش و نیتروژن کل خاک در جدول ۱ ارائه شده است. اثر حضور اندوفیت بر هر سه ویژگی مورد بررسی معنی‌دار شد و اثر نوع ژنوتیپ بر کربن آلی و رس قابل پراکنش خاک معنی‌دار شد. ولی اثر برهم‌کنش تیمارها بر هیچ کدام از ویژگی‌ها معنی‌دار نشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر کربن آلی، رس قابل پراکنش و نیتروژن کل خاک

منبع تغییرات	میانگین مربعات		
	کربن آلی	رس قابل پراکنش	نیتروژن کل
حضور اندوفیت	۷/۱۹۵۳***	۵۶۲۵***	۰/۰۵۸۳۵***
نوع ژنوتیپ	۸/۴۳۵۹***	۱۹۰۵***	۰/۰۰۶۹۵۹
اثر برهم‌کنش حضور اندوفیت و نوع ژنوتیپ	۰/۶۱۷۶۶	۲۵۶	۰/۰۰۱۳۵۶

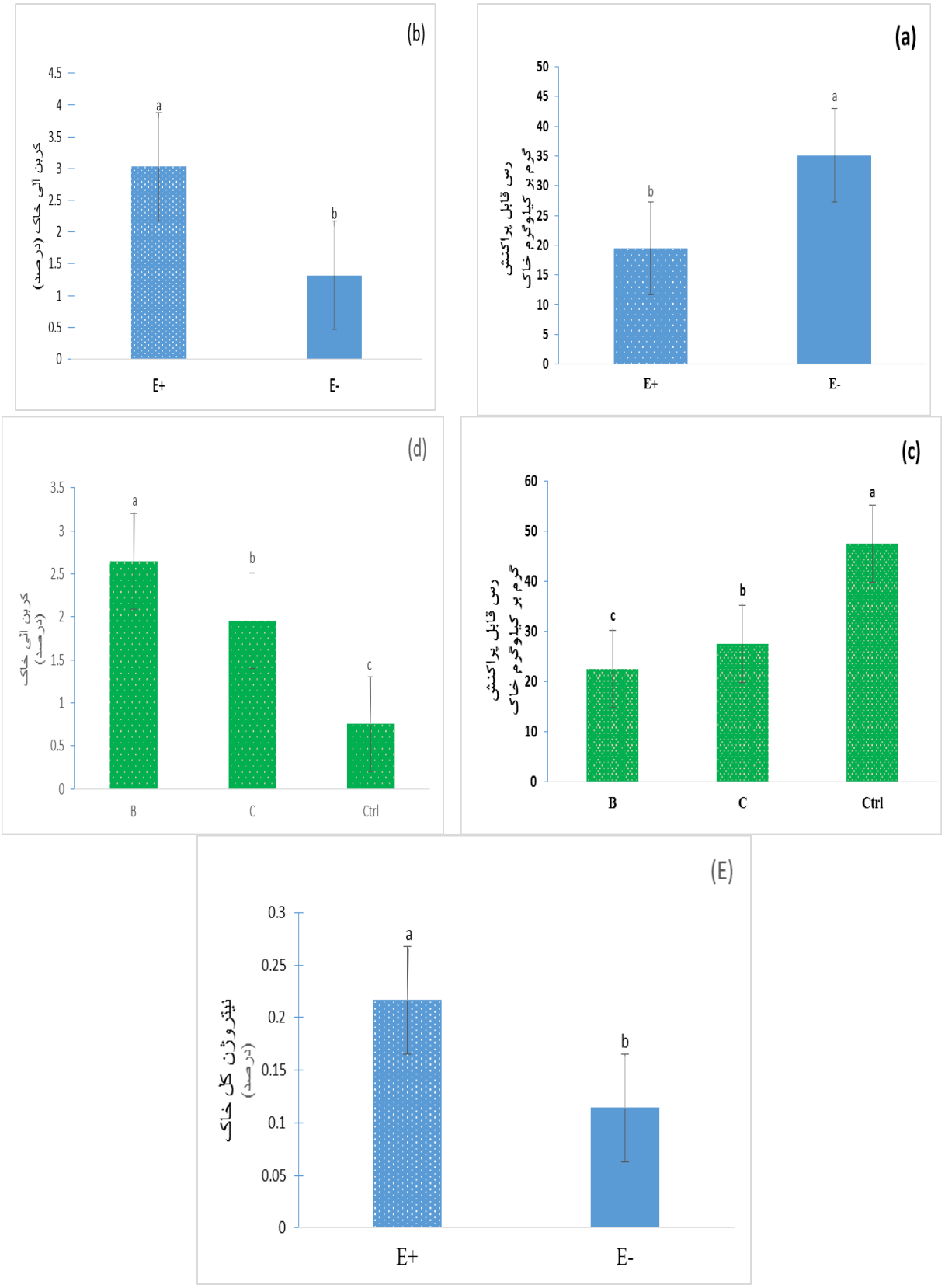
*** بیان‌گر اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۰۱ است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اندوفیت و نوع ژنوتیپ بر میزان رس قابل پراکنش معنی‌دار شد ($p<۰/۰۰۱$)، اما اثر برهم‌کنش آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). شکل ۱(a) نشان می‌دهد که حضور اندوفیت سبب کاهش معنی‌دار رس قابل پراکنش خاک ریزوسفر شده است. نتایج حسینی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که مواد آلی جذب‌شده روی سطح کلوئیدهای خاک به وسیله‌ی نیروهای الکترواستاتیک می‌توانند باعث پایداری ذرات کلوئیدی معلق در فاز مایع خاک شوند که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. اثر نوع ژنوتیپ بر میزان رس قابل پراکنش خاک در شکل ۱(c) نشان داده شده است. کم‌ترین میزان رس قابل پراکنش در ژنوتیپ B گیاه فسکیوی بلند و بیش‌ترین میزان رس قابل پراکنش مربوط به نمونه شاهد است. کاهش معنی‌دار رس قابل پراکنش در ریزوسفر ژنوتیپ B نسبت به ژنوتیپ C و نمونه شاهد را می‌توان به افزایش معنی‌دار کربن آلی در ریزوسفر این ژنوتیپ ارتباط داد.

مقایسه میانگین نیتروژن کل نمونه خاک ریزوسفر گیاهان فسکیوی بلند دارای اندوفیت (F+) و بدون اندوفیت (F−) در شکل ۱(e) آمده است. بیش‌ترین مقدار نیتروژن کل با تفاوت معنی‌دار در ریزوسفر گیاه فسکیوی بلند حاوی قارچ اندوفیت (F+) دیده شد. هم‌چنین کم‌ترین مقدار نیتروژن کل خاک در نمونه ریزوسفری گیاه فسکیوی بلند بدون قارچ اندوفیت (F−) بود. اما اثر نوع ژنوتیپ و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر نیتروژن کل خاک معنی‌دار نشد.

اثر اندوفیت و نوع ژنوتیپ بر میزان کربن آلی خاک معنی‌دار شد ($p<۰/۰۰۱$) اما اثر برهم‌کنش آن‌ها بر این ویژگی معنی-دار نشد. شکل ۱(b) نشان می‌دهد که حضور اندوفیت سبب افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک ریزوسفر شده است. نتایج این پژوهش با نتایج فرانزلوئبرز و استودمن (۲۰۰۵) هم‌خوانی دارد. نتایج این محققین نشان داد مراتع زیر کشت گیاه فسکیوی بلند حاوی قارچ اندوفیت نسبت به مناطق زیر کشت این گیاه اما بدون قارچ اندوفیت دارای کربن آلی بیش‌تری هستند. Handayani و همکاران (۲۰۱۱) نیز دریافتند که کاهش فعالیت میکروبی خاک و افزایش ترشحات ریشه در حضور اندوفیت در گیاه سبب افزایش کربن آلی در محیط ریزوسفر خاک می‌شود.

اثر نوع ژنوتیپ بر میزان کربن آلی خاک ریزوسفر در شکل ۱(d) نشان داده شده است. بیش‌ترین میزان کربن آلی مربوط به ژنوتیپ B و کم‌ترین میزان کربن آلی خاک مربوط به خاک شاهد است. در توجیه این یافته می‌توان بیان کرد که وجود ریشه‌های پرحجم‌تر ژنوتیپ B نسبت به ژنوتیپ C باعث افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک ریزوسفری در ژنوتیپ B نسبت به ژنوتیپ C شده است. هم‌چنین ریزوسفر این دو ژنوتیپ به دلیل وجود ریشه‌های پرحجم و هم‌چنین اثر اندوفیت بر ترشحات ریشه‌ای، به طور معنی‌دار دارای میزان کربن آلی بیش‌تری نسبت به خاک شاهد هستند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر حضور اندوفیت بر (a) رس قابل پراکنش و (b) کربن آلی خاک و (e) نیتروژن کل خاک؛ و اثر نوع ژنوتیپ بر (c) رس قابل پراکنش خاک و (d) کربن آلی خاک. حروف متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (LSD, p<۰/۰۵).

منابع

حسینی، ف. ۱۳۹۳. اثر همزیستی قارچ اندوفیت-گیاه فسکیوی بلند بر کربن آلی و رس قابل پراکنش خاک‌های مختلف. ص. ۱-۵، کنگره ملی خاک و محیط زیست ایران، دانشگاه ارومیه، ارومیه.

Albaladjo, J., Castillo, V., and Roldano, A. 1996. Rehabilitation of degraded soil by water erosion in semiarid environments. Appl. Environ. Microbiol. 82: 265–278.

Burt, R., Reinsch, T.G., and Miller, W.P. 1993. A micro-pipette method for water dispersible clay. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24: 2531–2544.

Dexter, A.R. 1988. Advances in characterization of soil structure. Soil Tillage Res. 11: 199–238.

Gerard, J. 2000. Fundamental of Soil. Routledge Fundamentals of Physical Geography, London and New York. PP: 177–200.

Handayani, I.P., Coyne, M.S., and Phillips, T.D. 2011. Soil organic carbon fractions differ in two contrasting tall fescue systems. Plant Soil 338: 43–50.

Harris, R.F., Chesters, G., and Allen, O.N. 1966. Dynamics of soil aggregation. Adv. Agron. 18: 108–169.Hinsinger, P., Gobran, G.R., Gregory, P.J., and Wenzel, W.W. 2005. Rhizosphere geometry and cheek speeling arising from root-mediated physical and chemical processes. New Phytol. 168: 293–303.

Mbagqu, J.S. 2004. Aggregate stability and soil degradation in the tropic. J. Am. Sci. 7: 19–28.

Page, A., et al. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical Methods. 2nd Edition. Soil Sci. Soc. Am. Inc. 1188 pp.

Roldan, A., Carrasco, L., and Caravaca, F. 2006. Stability of desiccated rhizosphere soil aggregates of Mycorrhizal *Juniperus oxycedrus* grown in a desertified soil amended with a composted organic residue. Soil Biol. Biochem. 38: 2722–2730.

The effect of tall fescue-endophyte symbiosis on organic carbon, total nitrogen and dispersible clay of rhizosphere soil

L. Zarean*, M. R. Mosaddeghi, M. R. Sabzalian

MSc Student and Professor, Department of Soil Science, and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

*Corresponding Author: l.zarean@ag.iut.ac.ir

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of presence of endophytic fungus *Epichloë coenophilea* in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and its genotype on the dispersible clay, organic carbon and total nitrogen of rhizosphere soil. Soil samples were collected from the rhizosphere of tall fescue plants (two genotypes 75B and 75C) infected with endophytic fungus (F+) and endophyte-free one (F−) as well as from the control soil (soil free of root) two years after plant cultivation. The results showed that total nitrogen was in the order F+ > F− > control (significant difference) but the effects of genotype and interaction were not significant. The effects of endophyte and genotype on organic carbon of rhizosphere soil were significant but the interactive effect was not significant. The rhizosphere of F+ tall fescue had higher organic carbon and lower dispersible clay content than the control soil and rhizosphere of F− plants. The highest and lowest organic carbon contents were obtained in genotype 75B and control soil, respectively which were comparable with dispersible clay results (i.e., lowest and highest values in genotype 75B and control soil, respectively). Significantly lower dispersible clay content for genotype 75B compared with genotype 75C and control soil might be attributed to greater organic carbon in the rhizosphere of this genotype.

Keywords: Endophytic fungus, Tall fescue, Rhizosphere soil.