شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه[۱]

اثر ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند تحت سطوح مختلف تنش خشکی بر میزان آب‌گریزی و کربن آلی خاک

زهرا غلامی[۱،*]، محمد رضا مصدقی[۲]، محمد مهدی مجیدی[۳]، محمد رضا سبزعلیان[۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۴] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

بحران کمبود آب، تغییر اقلیم و افزایش شدت و مدت دوره‌های خشک‌سالی به شدت کشاورزی را تهدید می‌کند. از این رو شناسایی و انتخاب گونه‌ها و ژنوتیپ‌های گیاهی با مقاومت زیاد، توان بازگشت پس از خشک‌سالی‌های مکرر و حفظ ساختمان خاک اهمیت زیادی دارد. سیستم ریشه‌ای گسترده و مقاومت و سازگاری زیاد در برابر تنش خشکی سبب انتخاب فسکیوی بلند به عنوان گیاهی مقاوم در برابر تنش شده است. در این پژوهش اثر ۱۷ ژنوتیپ فسکیوی بلند (به ترتیب ۵، ۷ و ۵ ژنوتیپ با دوره گل‌دهی زودرس یا E، میان‌رس یا M و دیررس یا L) در سه محیط (تنش خشکی) بر شاخص‌های کیفیت خاک بررسی شد. پس از سه سال کشت، نمونه‌برداری از خاک ریزوسفر این ژنوتیپ‌ها انجام گرفت و مقدار کربن آلی و آب‌گریزی خاک ریزوسفر و توده خاک (دور از ریشه) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد میزان کربن آلی و آب‌گریزی خاک در ریزوسفر ژنوتیپ‌های مختلف در سه محیط تنش بیش‌تر از توده خاک بود که می‌تواند ناشی از توسعه ریشه‌های فسکیوی بلند تحت تنش خشکی، پوسیدگی ریشه‌ها در برخی ژنوتیپ‌ها، افزایش ترشح موسیلاژها و مواد آب‌گریز و سازگاری این ژنوتیپ‌ها با شرایط تنش خشکی باشد. در این پژوهش ژنوتیپ‌های دیررس و میان‌رس به عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر اثر بر کیفیت خاک شناخته شدند.

کلمات کلیدی : فسکیوی بلند، جذب‌پذیری آب، جذب‌پذیری اتانول، شاخص آب‌گریزی

مقدمه

حدود یک سوم از زمین‌های زیر کشت جهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است که کشور ایران نیز در این منطقه قرار دارد (اعتمادی و فولادی، ۱۳۸۸). شناسایی ویژگی‌هایی که گیاهان را قادر به رشد در شرایط کم‌آبی می‌کند در مناطق با خاک‌های فقیر و فرسایش‌پذیر اهمیت دارد. تنش خشکی عامل محدودکننده‌ی رشد، بقا و تولید گیاهان در مناطق وسیعی از جهان است و انتظار می‌رود به دلیل بیابان‌زایی و تغییر اقلیم به صورت فزاینده‌ای افزایش یابد گونه *Festuca arundinaceae* معروف به فسکیوی بلند به نام فارسی بره نی یک نوع گیاه مرتعی و گونه‌ای هگزاپلوییید است (اعتمادی و فولادی، ۱۳۸۸). که دارای کاربرد دوگانه علوفه-چمن گندمیان است. (Hung و همکاران ۲۰۰۰) رشد وسیع ریشه، جذب و نگهداشت آب در عمق کم خاک و حفظ و فعالیت ریشه را به عنوان فاکتور-های فیزیولوژیک و مورفولوژیک فسکیوی بلند تحت تنش خشکی معرفی کردند که انتظار می‌رود این عوامل به طور مستقیم یا غیرمستقیم سبب افزایش پایداری ساختمان خاک شوند. هم‌چنین (Bonz و همکاران ۲۰۰۴) فسکیوی بلند را به علت داشتن ریشه‌های عمیق به عنوان گیاه مقاوم به خشکی معرفی کردند.

بر اساس تعریف انجمن علوم خاک ایالات متحده (۱۹۹۷) ریزوسفر خاکی است که در اطراف ریشه گیاه واقع شده و ویژگی‌های آن با خاک غیرریزوسفری (خاک دور از ریشه) متفاوت است. مواد آلی از مهم‌ترین اصلاح کننده‌ها ساختمان خاک هستند. (Lynch و همکاران ۱۹۸۵) گزارش کردند ماده آلی تاثیر مثبتی بر پایداری خاکدانه‌ها دارد. آب‌گریزی از ویژگی‌های پویای خاک است که به مقاومت خاک در برابر مرطوب‌شدن گفته می‌شود. (Piccolo و Mbagwu ۱۹۹۹) با افزودن جداگانه ترکیبات آلی آب‌گریز و آب‌دوست، مشاهده نمودند که پس از ۴۰ روز پایداری خاکدانه‌ها در اثر افزودن ترکیبات آلی آب‌گریز افزایش یافت. پژوهش حاضر به منظور ارزیابی مقدار کربن آلی و آب‌گریزی خاک ریزوسفر ۱۷ ژنوتیپ فسکیوی بلند تحت سطوح مختلف تنش خشکی انجام گرفت تا ژنوتیپ‌های برتر از نظر اثر بر کیفیت خاک شناسایی شوند.

* ایمیل نویسنده مسئول: z.gholami@gmail.com

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه چاه اناری دانشگاه صنعتی اصفهان با اقلیم فراخشک سرد در زمینی به مساحت ۲۰۰ متر مربع انجام شد. میانگین بیشینه دمای سالانه برابر ۲۳/۴ درجه سلیسیوس و میانگین کمینه دما برابر ۹/۱ درجه سلیسیوس و میانگین بارندگی سالانه برابر ۱۲۲/۸ میلی‌متر است. بافت خاک منطقه لومی و دارای pH حدود ۸/۱ است. کاشت ۱۷ ژنوتیپ فسکیوی بلند به ترتیب شامل ۵، ۷ و ۵ ژنوتیپ با دوره گل‌دهی زودرس یا E، میان‌رس یا M و دیررس یا L (جدول ۱) در مردادماه ۱۳۹۳ انجام شد. سه سطح تنش خشکی بر گیاهان در مزرعه به مدت سه سال (از ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶) اعمال شد بدین صورت که برای تیمار تنش کم، آبیاری کامل در زمان تخلیه مجاز (MAD) برابر ۵۰ درصد انجام می‌شد و تیمارهای تنش متوسط و شدید به ترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل، آب دریافت می‌کردند. در مردادماه ۱۳۹۶، نمونه‌برداری از خاک ریزوسفر (خاک چسبیده به ریشه) به دو صورت خاکدانه و کلوخه برای تمامی ژنوتیپ‌ها در ۲ تکرار انجام شد. بنابراین در این آزمایش از ریزوسفر ۱۷ ژنوتیپ تحت سه سطح تنش خشکی در دو تکرار، و در مجموع ۱۰۲ نمونه خاک تهیه شد و برای اندازه‌گیری شاخص‌های کیفیت خاک به آزمایشگاه منتقل شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نرم-افزار SAS (نسخه ۹/۴) تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

ژنوتیپ دیررس	منشا ژنوتیپ دیررس	کد ژنوتیپ دیررس	ژنوتیپ میان-رس	منشا ژنوتیپ متوسط	کد ژنوتیپ متوسط	ژنوتیپ زودرس	منشا ژنوتیپ زودرس	کد ژنوتیپ زودرس
۳L	ایران-اصفهان-مبارکه	۱	۱M	ایران-اصفهان-یزدآباد	۱۴	۱E	ایران-اصفهان-یزدآباد	۱۶
۷L	ایران-اصفهان-فوزوه	۱۳	۳M	ایران-اصفهان-مبارکه	۴	۳E	ایران-اصفهان-مبارکه	۱۷
۱۲L	مجارستان	۲	۱۱M	مجارستان	۷	۴E	ایران-اصفهان-مبارکه	۶
۱۵L	ایران-اصفهان-یزدآباد	۱۲	۱۹M	ایران-سمنان-شاهرود	۵	۹E	ایران-اصفهان-فوزوه	۱۱
۲۰L	ایران-اصفهان-فوزوه	۳	۲۱M	ایران-اصفهان-فوزوه	۱۵	۱۶E	ایران-اصفهان-فوزوه	۱۰
			۲۳M	لهستان	۸			
			۲۵M	ایران-سمنان-شاهرود	۹			

جدول ۱- وضعیت گل‌دهی و منشا ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند مورد بررسی در این پژوهش

درصد کربن آلی خاک با استفاده از روش سوزاندن تر تعیین شد. برای اندازه‌گیری آب‌گریزی خاک از دستگاه ریز-نفوذسنج آزمایشگاهی و روش جذب‌پذیری ذاتی استفاده شد (Hallett و همکاران ۱۹۹۹). اساس اندازه‌گیری آب‌گریزی خاک توسط این دستگاه، تفاوت در جذب‌پذیری (نفوذ) آب و اتانول توسط خاک در ابتدای فرایند نفوذ است؛ بنابراین نمونه‌های خاک به‌صورت کاملاً دست‌نخورده، ابتدا در آون با دمای ۳۰ تا ۴۰ درجه سلسیوس خشک شده و سپس جذب‌پذیری آب نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و دوباره نمونه‌ها خشک شده و سپس جذب‌پذیری اتانول اندازه‌گیری شد. در بازه زمانی ابتدایی فرایند نفوذ (۰ تا ۱۸۰ ثانیه که هر ۵ ثانیه کاهش وزن یا جذب آب و اتانول توسط خاک یادداشت شد) جریان بیشتر تحت تأثیر گرادیان ماتریک صورت می‌پذیرد و اثر ثقل اهمیت کمی دارد. پارامتر مؤثر در مقدار نفوذ ابتدایی، جذب‌پذیری خاک (S) است که از طریق دبی جریان ماندگار مایع (آب یا اتانول) در مدت‌زمان کوتاه نفوذ با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$S = \sqrt{\frac{Qf}{4br}} \qquad (۱)$$

که در آن Q، دبی جریان ماندگار مایع، b برابر ۰/۵۵، r، شعاع انتهای لوله نفوذسنج در تماس با خاک (cm) و f تخلخل پر از هوای خاک (برابر تخلخل کل در شرایط خشک) است. جذب‌پذیری و هدایت هیدرولیکی خاک توسط شکل، فراوانی و اعوجاج منافذ خاک کنترل می-شوند. به‌طورکلی خاکی با منافذ درشت دارای هدایت هیدرولیکی بیشتر اما جذب‌پذیری کمتری نسبت به یک خاک با منافذ ریز است. Tillman و همکاران (۱۹۸۹) شاخص RI (شاخص آب‌گریزی) را برای ارزیابی آب‌گریزی خاک پیشنهاد کردند. این شاخص، از طریق اندازه‌گیری جذب‌پذیری آب (S_W) و اتانول (S_E) و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RI = 1.95 \frac{S_E}{S_W} \quad (۲)$$

ثابت ۱/۹۵ در معادله فوق به دلیل تفاوت کشش سطحی و گران‌روی بین آب و اتانول در دمای ۲۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است. اتانول به دلیل کشش سطحی کم و غیرقطبی‌بودن، مستقل از آب‌گریزی خاک، در تمامی خاک‌ها نفوذ می‌کند. ازاین‌رو جذب‌پذیری اتانول از تخلخل و توزیع اندازه و اعوجاج منافذ خاک تأثیر می‌پذیرد. در خاک‌های کاملاً آب‌دوست، RI برابر واحد است. با افزایش آب‌گریزی خاک، به دلیل کاهش جذب‌پذیری آب نسبت به اتانول، شاخص آب‌گریزی افزایش می‌یابد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد ریزوسفر ژنوتیپ‌های مختلف فسکیوی بلند از لحاظ مقدار SOC با خاک شاهد (توده خاک) اختلاف معنی‌داری داشتند. بیش‌ترین مقدار کربن آلی خاک در محیط‌های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب مربوط به ریزوسفر ژنوتیپ‌های ۱۲L، ۱۵Lو ۲۱M، و ۴E است (جدول ۲). قابل ذکر است که کم‌ترین مقدار SOC در هر سه محیط تنش مربوط به ریزوسفر ژنوتیپ ۳E و خاک شاهد (توده خاک) است. یافته‌های (حسینی ۱۳۹۵) نیز نشان داد که اکثر ژنوتیپ‌های گیاه جو از لحاظ مقدار کربن آلی، شرایط خاک ریزوسفر را از خاک غیرریزوسفری متمایز کردند. اگرچه میزان کربن آلی خاک ریزوسفر در تمامی محیط‌های تنش نسبت به توده خاک افزایش یافت. به نظر می‌رسد تفاوت در مقدار ترشحات ریشه‌ای ژنوتیپ‌های مختلف فسکیوی بلند عامل تفاوت در میزان کربن آلی خاک است. بسیاری از پژوهش‌گران بیان داشتند بقایای پوسیده ریشه‌ها در خاک از عوامل اثرگذار بر میزان کربن آلی خاک است. هم‌چنین لومبانی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند ژنوتیپ‌های مختلف جو با تأثیر بر مواد مترشحه ریشه‌ای، بر میزان کربن آلی خاک اثر می‌گذارند. آنها بیان کردند که ژنوتیپ‌های مختلف جو از نظر کربن آلی با همدیگر متفاوت عمل کردند

نتایج تجزیه واریانس در هر سه محیط نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های مختلف فسکیوی بلند تأثیر متفاوتی بر شاخص آب‌گریزی خاک (RI) و پارامترهای وابسته به آن دارند. به‌طوری‌که در محیط بدون تنش، ژنوتیپ‌ها از نظر جذب‌پذیری آب (S_W)، و RI اختلاف معنی‌داری نشان دادند. در محیط ۲ (تنش متوسط) تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر RI و پارامترهای وابسته به آن معنی‌دار بود و در محیط ۳ (تنش شدید) ژنوتیپ‌ها از نظر RI نسبت به هم تفاوت معنی‌داری داشتند. در هر سه محیط بین ژنوتیپ‌ها و خاک شاهد تفاوت معنی-داری مشاهده شد. مقادیر میانگین RI نشان می‌دهند که ریزوسفر تمام ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه سطح تنش بر اساس طبقه‌بندی ارائه‌شده توسط (Tillman و همکاران ۱۹۸۹) و (Lipiec و همکاران ۲۰۰۹) در دسته خاک‌های آب‌گریز زیر-بحرانی قرار می‌گیرند. از مزایای آب‌گریزی زیر-بحرانی در خاک می‌توان به افزایش پایداری خاکدانه‌ها در برابر تنش‌های ناشی از جذب سریع آب اشاره کرد.. مقایسه میانگین شاخص آب‌گریزی نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار این شاخص در محیط ۱ مربوط به ریزوسفر ژنوتیپ‌های (۱۹M و ۲۰L) در محیط ۲ (۲۳M و ۲۵M) و در محیط ۳ (۳L و خاک شاهد) است. ژنوتیپ‌های میان‌رس و دیررس به عنوان اثرگذارترین زنوتیپ‌ها بر آب‌گریزی بودند. هم‌چنین مشاهده شد با افزایش تنش خشکی بیش‌ترین مقدار آب‌گریزی در ریزوسفر ژنوتیپ ۳L و کم‌ترین آن در خاک شاهد (توده خاک) به دست آمد که این یافته می‌تواند به علت ترشح موسیلاژها، اسیدهای آلی و سایر مواد مترشحه آب‌گریز از ریشه‌های فسکیوی بلند باشد. (Young و همکاران ۱۹۹۵) گزارش کرد موسیلاژهای هیدراته مترشحه از ریشه گیاهان با مسدودکردن منافذ سبب کاهش جذب آب و افزایش آب‌گریزی خاک ریزوسفری نسبت به توده خاک دور از ریشه می‌شود.

ضرایب هم‌بستگی بین شاخص‌های آب‌گریزی و پارامترهای آن و کربن آلی خاک (جدول ۳) نشان داد در محیط بدون تنش هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین کربن آلی و شاخص آب‌گریزی خاک برقرار است. در حالی‌که هم‌بستگی بین جذب‌پذیری آب با شاخص آب‌گریزی، منفی و معنی‌دار است. به عبارت دیگر با افزایش جذب‌پذیری آب، زاویه تماس آب-خاک کاهش یافته و در نتیجه سبب کاهش آب‌گریزی شده است. حضور ترکیبات آلی می‌تواند سبب تشدید آب‌گریزی خاک شود ولی در برخی پژوهش‌ها هم‌بستگی منفی و یا عدم وجود رابطه معنی‌دار بین مقدار ماده آلی و شاخص آب‌گریزی خاک گزارش شده است. در محیط‌های تنش متوسط و تنش شدید، هم-بستگی منفی (ولی غیرمعنی‌دار) بین شاخص آب‌گریزی و کربن آلی برقرار است. (Piccolo و Mbagwu ۱۹۹۹) گزارش کردند حضور مواد آلی سبب افزایش زاویه تماس آب-خاک و در نتیجه افزایش آب‌گریزی خاک می‌شوند. اما (Vogelmann و همکاران ۲۰۱۳) هم-بستگی منفی و معنی‌دار بین مقدار ماده آلی و شاخص آب‌گریزی را گزارش کردند. این یافته‌ها نشان می‌دهد مقدار ماده آلی تنها عامل مؤثر بر آب‌گریزی نبوده و عوامل دیگری همچون کیفیت ماده آلی نیز بر آب‌گریزی خاک اثرگذار هستند.

نتیجه‌گیری

کشت گیاه فسکیوی بلند شرایط ساختمانی خاک ریزوسفر را تحت تأثیر قرار داد به‌گونه‌ای که محیط ریزوسفر این گیاه متمایز از توده خاک (شاهد) شد. آب‌گریزی و مقدار کربن آلی خاک تنوع گسترده‌ای در ریزوسفر ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند داشت. به طور کلی

در هر سه محیط ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص آب‌گریزی و کربن آلی خاک به دلیل ترشحات ریشه‌ای و پوسیدن ریشه‌های مرده، بیش‌تر از توده خاک بود. در صورتی‌که مقادیر جذب‌پذیری آب در ریزوسفر گیاه در هر سه محیط (تنش) نسبت به توده خاک تفاوت معنی‌دار نداشتند. به طور کلی ژنوتیپ‌های ۱۲L، ۱۵L، ۲۱M و ۴E ژنوتیپ‌هایی با بیش‌ترین میزان تأثیر بر کربن آلی خاک و ژنوتیپ‌های ۱۹M، ۲۳M و ۳L ژنوتیپ‌های شاخص از نظر آب‌گریزی خاک شناخته شدند.

جدول ۲- مقایسه میانگین داده‌های کربن آلی (SOC، گرم بر کیلوگرم خاک)، جذب‌پذیری آب (S_W، سانتی‌متر بر جذر ثانیه) و اتانول (S_E، سانتی‌متر بر جذر ثانیه)، و شاخص آب‌گریزی خاک (RI) بین ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند در سه محیط (بدون تنش، تنش متوسط و تنش شدید) و خاک شاهد.

محیط	بدون تنش				تنش متوسط				تنش شدید			
ژنوتیپ‌ها	SOC	S_W	S_E	RI	SOC	S_W	S_E	RI	SOC	S_W	S_E	RI
۱۲L	۱۲/۷^{a}	۰/۰۴۸۸۵^{cd}	۰/۰۸۰۷۷^{ab}	۴/۰۹۱۷۵^{abc}	۱۰/۸^{abc}	۰/۰۴۷۳۷^{cde}	۰/۰۷۹۸$^{e/f}$	۳/۳۰۰^{bcd}	۱۱/۴^{ab}	۰/۰۵۵۶۲^{a}	۰/۰۱۱۱^{a}	۴/۰۷۶^{def}
۱۶E	۱۱/۹^{ab}	۰/۰۶۰۸۷^{abc}	۰/۰۶۷۶۷^{ab}	۲/۸۶۸۵$^{d/h}$	۹/۴^{bcd}	۰/۰۵۱۴۲^{cde}	۰/۰۶۷۴$^{e/f}$	۳/۳۸۳^{bcd}	۱۱/۰^{ab}	۰/۰۴۶۲^{abc}	۰/۰۸۵۳$^{a/d}$	۳/۶۶۶^{efg}
۱۹M	۱۱/۹^{ab}	۰/۰۲۹۷۷^{f}	۰/۰۸^{ab}	۴/۹۸۱۷۵^{a}	۸/۸^{cd}	۰/۰۴۳۶۵^{de}	۰/۰۶۰۸^{f}	۲/۷۷^{def}	۹/۰^{bcd}	۰/۰۳۶۰۷^{bc}	۰/۰۹۳$^{a/d}$	۳/۹۰۵^{def}
۱E	۱۱/۷^{ab}	۰/۰۳۲۲۵۷^{ef}	۰/۰۶۹۶۲^{ab}	۳/۱۳۷۷۵$^{f/i}$	۹/۵^{bcd}	۰/۰۴۴۱۲۵^{de}	۰/۰۵۷۴^{f}	۲/۷۰۲^{def}	۱۱/۹^{ab}	۰/۰۳۶^{bc}	۰/۰۹۷^{abc}	۵/۲۷۶^{abc}
۱۵L	۱۱/۶^{ab}	۰/۰۴۳۸۵^{ed}	۰/۰۸۲۰۷^{ab}	۳/۶۹۸۷۵^{bcd}	۱۳/۳^{a}	۰/۰۴۸۷۵^{cde}	۰/۰۷۱۱^{def}	۲/۹۵۷^{def}	۱۰/۰^{abc}	۰/۰۵۰۴^{ab}	۰/۰۸۵۶$^{a/d}$	۳/۵۷۴^{fg}
۴E	۱۱/۴^{ab}	./۰۵۳۰۷۵^{cd}	۰/۰۵۷۸^{b}	۲/۳۶۲۲۵$^{f/i}$	۱۱/۹^{abc}	۰/۰۵۷۸۵^{bcd}	۰/۰۸۴۴$^{b/e}$	۲/۹۵۷^{def}	۱۳/۰^{a}	۰/۰۳۸۵^{abc}	۰./۰۷۳۳^{bcd}	۳/۷۴۶$^{d/g}$
۲۳M	۱۱/۲^{ab}	۰/۰۵۱۶۲۵^{cd}	۰/۰۷۶۳۷^{ab}	۲/۸۹۷۵$^{d/h}$	۱۰/۹^{abc}	۰/۰۵۵۱۷^{cde}	۰/۱۰۳^{ab}	۴/۷۳۳^{a}	۱۰/۳^{abc}	۰/۰۴۴۸^{abc}	۰/۰۹۵۵^{abc}	۴/۶۰۵$^{b/e}$
۹E	۱۱/۰^{abc}	۰/۰۴۷۹۷۵^{cd}	۰/۰۶۷۲۲^{ab}	۲/۹۴۳۷۵$^{d/h}$	۱۰/۴^{abc}	۰/۰۵۲۴۵^{cde}	۰/۰۶۱۸^{ef}	۲/۳۸۵^{def}	۹/۳^{bcd}	۰/۰۳۸۲^{abc}	۰/۱۰۴۲^{ab}	۵/۳۶۳^{ab}
۱۱M	۱۰/۹^{bcd}	۰/۰۵۱۰۵^{cd}	۰/۰۸۴۹۷^{ab}	۳/۳۶۰۲۵^{cde}	۱۰/۵^{abc}	۰/۰۴۱۱^{e}	۰/۰۹۷۱^{abc}	۴/۴۷۴^{ab}	۱۰/۷^{ab}	۰/۰۴۷۵^{abc}	۰/۰۸۱۷$^{a/d}$	۳/۶۰^{efg}
۲۱M	۱۰/۸^{bcd}	۰/۰۵۱۳۲۵^{cd}	۰/۰۸۳۳۵^{ab}	۳/۱۱۸$^{c/g}$	۱۳/۰^{a}	۰/۰۷۳۶۲۵^{a}	۰/۰۷۵۰$^{c/f}$	۱/۹۴۲^{f}	۱۰/۵^{ab}	۰/۰۳۸۳^{abc}	۰/۰۸۷۶$^{a/d}$	۴/۵$^{b/f}$
۱M	۱۰/۸^{bcd}	۰/۰۴۳۶۲۵^{ed}	۰/۰۹۶۷۷^{a}	۴/۴۵۶۲۵^{ab}	۱۰/۴^{abc}	۰/۰۵۶۷^{bcd}	۰/۱۱۳۳^{a}	۴/۱۷۰^{abc}	۹/۲^{bcd}	۰/۰۴۴^{abc}	۰/۰۶۵^{cd}	۲/۸۷۷^{gh}
۲۵M	۱۰/۷^{bcd}	۰/۰۵۹۸^{cd}	۰/۰۵۶۴۷^{b}	۱/۸۸۸^{i}	۱۱/۹^{abc}	۰/۰۵۹۸۵^{abc}	۰/۰۵۹۲^{f}	۱/۹۵۱^{f}	۹/۲^{bcd}	۰/۰۴۵^{abc}	۰/۰۹۴۷^{abc}	۴/۴۰۷$^{b/f}$
۳M	۱۰/۴^{bcd}	۰/۰۴۹۳۲۵^{cd}	۰/۰۵۵۴^{b}	۲/۹۸۰۷۵$^{d/h}$	۱۲/۷^{ab}	۰/۵۱۷۲^{cde}	۰/۰۷۵۴$^{c/f}$	۲/۸۸۷^{def}	۹/۳^{bcd}	۰/۰۴۳۷^{abc}	۰/۰۹۶^{abc}	۴/۳۶۵$^{b/f}$
۳L	۹/۵^{cde}	۰/۰۷۲۲۷۵^{ab}	۰/۰۷۴۰۷^{ab}	۲/۱۵۴$^{g/i}$	۸/۵^{cd}	۰/۰۴۵۲۵^{cde}	۰/۰۷۷۶$^{c/f}$	۳/۴۵۶^{bcd}	۷/۲^{cd}	۰/۰۴۷^{abc}	۰/۱۱۱^{a}	۴/۷۳۴^{a}
۲۰L	۹/۳^{de}	۰/۰۷۴۰۲۵^{a}	۰/۰۷۲^{ab}	۱/۸۹۸۲۵^{i}	۱۰/۶^{abc}	۰/۰۴۷۵^{cde}	۰/۰۷۸۰$^{c/f}$	۳/۱۳۳^{cde}	۱۰/۳^{abc}	۰/۰۳۱۶^{c}	۰/۰۹۱۴$^{a/d}$	۵/۷۱۸$^{a/d}$
۷L	۸/۳^{ef}	۰/۰۵۶۶۷۵^{cd}	۰/۰۷۱۸۲^{ab}	۲/۴۹۵۵$^{e/i}$	۹/۸$^{a/d}$	۰/۰۷۰۰۲^{ab}	۰/۰۹۳۴$^{a/d}$	۲/۵۹۴^{def}	۹/۶^{bcd}	۰/۰۳۹۷^{abc}	۰/۰۸۳۸$^{a/d}$	۴/۲۷۷$^{c/f}$
۳E	۶/۷^{f}	۰/۰۶۰۷۵^{abc}	۰/۰۸۰۲۵^{ab}	۲/۶۱۸۲۵$^{c/f}$	۶/۷^{d}	۰/۰۴۷۵۲^{cde}	۰/۰۶۸۴^{ef}	۲/۸۴۴^{def}	۶/۹^{d}	۰/۰۳۸۷^{abc}	۰/۰۸$^{a/d}$	۳/۹۹۶^{def}
شاهد	۶/۷^{f}	۰/۰۵۶۰۵^{cd}	۰/۰۵۹^{b}	۲/۰۶۱۵$^{h/i}$	۶/۷^{d}	۰/۰۵۶۰۵^{bcd}	۰/۰۵۹^{f}	۲/۰۶۱^{ef}	۶/۷^{d}	۰/۰۵۶^{a}	۰/۰۵۹^{d}	۲/۰۶۱^{h}

حروف مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داراست (LSD، P<۰/۰۵).

جدول۳- ضرایب هم‌بستگی پیرسون بین جذب‌پذیری آب (S_W، سانتی‌متر بر جذر ثانیه) و اتانول (S_E، سانتی‌متر بر جذر ثانیه)، شاخص آب‌گریزی خاک (RI)، درجه) و کربن آلی (SOC، گرم بر کیلوگرم خاک) در سه محیط تنش.

	S_W	S_E	RI	SOC
بدون تنش				
S_W	۱			
S_E	-۰/۲۳ns	۱		
RI	-۰/۷۸**	۰/۶۲**	۱	
SOC	-۰/۵۵*	-۰/۰۱ns	۰/۵۰*	۱
تنش متوسط				
S_W	۱			
S_E	۰/۲۲ns	۱		
RI	-۰/۴۰ns	۰/۷۵**	۱	
SOC	۰/۴۰ns	۰/۰۹۸ns	-۰/۱۶ns	۱
تنش شدید				
S_W	۱			
S_E	۰/۲۴ns	۱		
RI	-۰/۵۸**	۰/۶۲**	۱	
SOC	-۰/۰۷ns	-۰/۱۴ns	-۰/۰۰۹۴ns	۱

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد است. ns بیانگر عدم وجود معنی داری است

منابع

اعتمادی، ن. و فولادی، ح. ۱۳۸۸. مدیریت چمن در مناطق معتدله. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

حسینی، ب. ۱۳۹۵. اثر ژنوتیپ‌های اهلی و وحشی جو بر شاخص‌های پایداری ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک ریزوسفر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Cullen, B. R., Johnson, I, R., Eckard, R. J., Lodge, G. M., Walker, R. G., Rawnsley, R. P., McCaskill, M. R. 2009. Climate change effects on pasture systems in South-Eastern Australia. Crop Pasture Sci. 60, 933–942.

Hallett, P. D., Gordon, D. C. and Bengough, A. G. 2002. Plant influence on rhizosphere hydraulic properties: direct measurements using a miniaturized infiltrometer. New Phytol. 157, 597–603.

Lipiec, J., Wojciga, A. and Horn, R. 2009. Hydraulic properties of soil aggregates as influenced by compaction. Soil Till. Res. 103, 170–177.

Letey, J., Carrillo, M. and Pang, X. 2000. Approaches to characterize the degree of water repellency. J. Hydrol. 231, 61–65.

Lynch, J. P. and Bragg, E. 1985. Microorganisms and soil aggregate stability. Adv. Soil Sci. 2, 133–171.

Piccolo, A. and Mbagwu, J. S. C. 1999. Role of hydrophobic components of soil organic matter in soil aggregate stability. Soil Sci. Soc. Am. J. 63, 1801–1810.

Soil Science Society of America. 1997. Glossary of Soil Science Terms. Soil Science Society of America: Madison, Wisconsin.

Tillman, R.W., Scotter, D. R., Wallis, M. G. and Clothier, B. E. 1989. Water-repellency and its measurement by using intrinsic sorptivity. Aust. J. Soil Res. 27, 637–644.

Vogelmann, E. S., Reichert, J. M., Prevedello, J., Awe, G. O. and Mataix-Solera, J. 2013. Can occurrence of soil hydrophobicity promote the increase of aggregates stability. Catena 110, 24–31.

Topic for submission: soil physics and plant growth

Effect of tall fescue genotypes under different drought stress levels on soil water repellency and organic carbon content

Gholami[*1], Z., Mosaddeghi[2], M.R., Majidi[3], M.M. Sabzalian[4], M.R.

[1] M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[2] Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[3] Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[4]Assoc. Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

Water scarcity, climate change and frequent and severe drought periods pose a major threat to agriculture. Therefore, it is critical to identify and select crop species and genotypes with enhanced recovery and persistence in drought periods, which could maintain good soil structure as well. Tall fescue with extensive root system and high resistance and adaption to drought stress is usually considered as a drought-resistant plant. In this study, the effects of 17 genotypes of tall fescue [including 5, 7 and 5 early- (E), mid- (M) and late-season (L) flowering genotypes, respectively] and three environments (i.e., no, moderate and severe drought stress treatments) on quality indicators of the rhizosphere soil were studied in a complete randomized block design. After three years of plant cultivation and application of the treatments, soil quality indicators including organic carbon content and water repellency were measured in the rhizosphere and bulk soil without plant root (i.e., control). The results showed that the soil organic carbon content and water repellency in the rhizosphere of different genotypes in the three stress environments were increased as compared to the control soil. This finding might be related to extensive root system of tall fescue under drought stress, decomposition of roots of some genotypes, excretion of root mucilage and hydrophobic materials, and adaptation of genotypes to drought stress conditions. The M and L genotypes were superior in terms of effects on soil quality indicators.

Keywords: Tall fescue, Water sorptivity, Ethanol sorptivity, Water repellency index