شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثر گونه های اهلی و وحشی گلرنگ بر برخی ویژگی‌های خاک تحت تنش خشکی

مریم زارع[1*]، محمدرضا مصدقی[2]، آقافخر میرلوحی[3]

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

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

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

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر گونه‌های اهلی و وحشی گلرنگ و نتاج حاصل از آن‌ها بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (رس قابل پراکنش، کربن آلی، کربوهیدرات محلول در آب داغ، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، تنفس میکروبی پایه و نیتروژن کل) تحت تیمارهای تنش خشکی در ستون‌های خاک و در فضای آزاد انجام شد. تیمارهای تنش خشکی بر اساس بیشینه تخلیه مجاز (MAD) شامل تنش خفیف (MAD برابر ۵۰ درصد)، تنش متوسط (MAD برابر ۷۰ درصد) و تنش شدید (MAD برابر ۹۰ درصد) اعمال شدند. در این پژوهش نه ژنوتیپ گلرنگ از سه گروه شامل یک ژنوتیپ اهلی، دو ژنوتیپ وحشی و شش ژنوتیپ از نتاج حاصل از تلاقی آنها، مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با سه تکرار با کشت درون هیدروفلوم انجام شد. پس از گذشت هشت ماه، گیاهان برداشت شده و ریشه گیاه و خاک داخل ستون‌ها نیز برای اندازه‌گیری‌ها خارج شدند. مقادیر کربن آلی خاک تحت سطوح تنش خشکی نشان می‌دهد که ریشه گیاه گلرنگ در سطح تنش متوسط میزان ترشح ترکیبات آلی بیش‌تری در خاک آزاد کرده و ریزوسفر بیش‌ترین میزان کربن آلی خاک را داشت. بیش‌ترین مقدار تنفس میکروبی پایه خاک در سطح تنش متوسط اندازه‌گیری شد. اعمال تنش خشکی موجب افزایش میزان کربوهیدرات‌ها در خاک شد به طوری که در تنش‌های متوسط و شدید نسبت به تنش خفیف افزایش معنی‌داری یافت. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های والدینی گلرنگ (*C. tinctorius*، *C. oxyacanthus* و *C. palestinus*) تأثیر مثبت بیشتری بر کیفیت فیزیکی خاک داشتند.

کلمات کلیدی: پایداری ساختمان خاک، تنش خشکی، گلرنگ اهلی و وحشی، کربن آلی خاک

مقدمه

خاک به لایه روی زمین که حمایت‌کننده‌ی زندگی گیاهان است گفته می‌شود. خاک‌ها بزرگ‌ترین انبارهای زیستی در کره زمین هستند که مهم‌ترین زیستگاه برای پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها به حساب می‌آیند. تنوع پروکاریوت‌ها در خاک سه برابر بیش‌تر از دیگر خزانه های زیستی در اکوسیستم‌های زمینی است (Curtis و همکاران، ۲۰۰۲). در خاک، ذرات اولیه به ندرت به طور منفرد یافت می‌شوند. رس‌ها، کربنات‌ها، اکسیدهای آهن، آلومینیوم و مواد آلی و ترشحات دستگاه گوارش خاک‌زیان و ریشه گیاهان، ذرات اولیه را به هم پیوند داده و طی فرآیندی پیچیده و تحت تأثیر عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک ذرات ثانویه شکل می‌گیرد که ساختمان خاک نامیده می‌شود. ساختمان خاک بیان‌گر آرایش فضایی ذرات جامد و منافذ در خاک است. در حالی که پایداری ساختمان خاک به توانایی آن در نگهداری آرایش منافذ در هنگام مواجهه با تنش‌های مختلف محیطی مربوط می‌شود (Dexter، ۱۹۸۸؛ Angers و Carter، ۱۹۹۶). خاکی با ساختمان پایدار، به استقرار بهتر پوشش گیاهی کمک کرده، سبب افزایش نفوذپذیری خاک شده و از حساسیت آن به فرسایش خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه-خشک می‌کاهد (Albaladjo و همکاران، ۱۹۹۶). ریشه گیاه نقش مهمی در خاکدانه‌سازی و پایداری ساختمان خاک دارد.

در میان دانه‌های روغنی، گلرنگ به علت دارابودن اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری در روغن، از جمله اسید لینولئیک، سازگاری وسیع به اقلیم‌های مختلف و تحمل زیاد آن به شرایط نامناسب از جمله خشکی، از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو ضروری است که پژوهش‌های به‌نژادی و به‌زراعی گسترده‌ای روی آن انجام گیرد و برای گسترش آن تلاش زیادی به عمل آید (زینلی، ۱۳۸۰). این موضوع با توجه به کاهش بارش‌ها در سال‌های اخیر و مواجه‌شدن اغلب مناطق کشور با خشکی دارای اهمیت دو چندانی است. در حال حاضر اهمیت تولید گلرنگ به طور عمده در تولید روغن خوراکی و سپس به‌عنوان دانه برای تغذیه پرندگان و مقدار کمی نیز برای استفاده در صنایع رنگ‌رزی و دارویی است (خواجه‌پور، ۱۳۸۴). ریشه گلرنگ قوی، مستقیم، توسعه‌یافته و دارای ریشه‌های جانبی زیاد است. ریشه‌های گلرنگ می‌توانند تا عمق نزدیک به سه متر در خاک‌های عمیق و با نفوذپذیری خوب نیز رشد کنند و آب و مواد غذایی را از اعماق جذب نمایند. در گلرنگ تنها یک ریشه اصلی

* ایمیل نویسنده مسئول: m.mzare2629@gmail.com

دیده می‌شود اما گاهی ریشه‌های فرعی زیادی تا عمق ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر توسعه پیدا می‌کند. سیستم عمیق ریشه‌ای گلرنگ دلیل سازگاری آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که می‌تواند آب را از اعماق خاک جذب نماید (زینلی، ۱۳۸۰).

حجم کوچکی از خاک احاطه‌شده‌ی اطراف ریشه، ریزوسفر نامیده می‌شود که حیات به کمک آن ادامه می‌یابد. امروزه دامنه‌ی تعریف ریزوسفر به دلیل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن که به واسطه برداشت آب و مواد غذایی از این ناحیه ایجاد می‌شود، بسیار گسترده است و این مسأله باعث شده است که آن را به طور کامل از توده‌ی خاک جدا سازد (Meek، ۱۹۹۰). ضخامت منطقه ریزوسفر بسیار متغیر است که به عوامل مختلف مانند نوع و گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه، وضعیت متابولیکی گیاه، نوع و شرایط خاک و شرایط محیطی بستگی دارد. اکثر بررسی‌ها نشان می‌دهند که تعداد و فعالیت ریزجانداران در ناحیه‌ی ریزوسفر هنگامی که رشد و توسعه رویشی گیاه بیشینه است، زیاد خواهد بود. در خاک‌های فقیر ضخامت ناحیه ریزوسفر بیشتر است (Meek، ۱۹۹۰). با توّجه به پیامدهای مهمی که کشت گیاهان مختلف بر پایداری ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک دارند، این پژوهش با هدف بررسی اثر گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف گیاه گلرنگ بر شاخص‌های پایداری ساختمان و کیفیت خاک ریزوسفر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در مزرعه چاه اناری در دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. کاشت گیاه در لوله‌های هیدروفلوم (ابتدا در فضای آزاد و سه ماه آخر در گلخانه) انجام شد. در این پژوهش نه ژنوتیپ گلرنگ از سه گروه شامل یک ژنوتیپ اهلی C.t (*Carthamus tinctorius*، C111) ، دو ژنوتیپ وحشی C.o (*C. oxyacanthus*) و C.p (*C. palestins*) و پنج ژنوتیپ از نتاج حاصل از تلاقی و یک رقم صفه (Check) مورد استفاده قرار گرفتند (جدول۲). تیمارهای تنش خشکی بر اساس بیشینه تخلیه مجاز (MAD) شامل تنش خفیف (MAD برابر ۵۰ درصد)، تنش متوسط (MAD برابر ۷۰ درصد) و تنش شدید (MAD برابر ۹۰ درصد) اعمال شدند. در اواخر تیرماه سال ۱۳۹۶، پس از عبوردادن خاک با بافت لوم از الک ۸ میلی‌متری، خاک درون هیدروفلوم‌هایی (تعداد کل هیدروفلوم‌ها برابر با ۸۴ تا بود) با ارتفاع ۷۰ cm و قطر ۲۰ cm تا ارتفاع مشخصی (۶۰ cm) ریخته شد. پس از آماده‌سازی، درون هر هیدروفلوم سه بذر از ژنوتیپ‌های مورد نظر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار کشت شد (که در ادامه به یک بوته کاهش یافت). در بهمن ماه سال ۱۳۹۶برای 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 و ویژگی‌های آن‌ها اندازه‌گیری شد. در جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی ذکر شده است.

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی

بافت خاک	شن	سیلت	رس	چگالی‌ظاهری	کربن آلی	pH	$\theta_{v\,PWP}$	$\theta\ v_{FC}$
	.....	.....	..... $kg\,100kg^{-1}$		$Mg\ m^{-3}$	$g\ kg^{-1}$	... $m^3\ m^{-3}$ ...	
لوم	۳۱	۴۶/۶	۲۲/۴	۱/۵۲	۰/۵	۷/۸	۰/۲۱	۰/۲۷

جدول ۲- مشخصات ۹ ژنوتیپ اهلی و وحشی و نتاج حاصل از آنها مورد استفاده در این پژوهش

کد تیماراول	ژنوتیپ	والدین	نتاج	کد تیماردوم	تنش
G1	C111	Parent1	_	S1	تنش خفیف
G2	Pa	Parent2	_	S2	تنش متوسط
G3	Ox	Parent3	_	S3	تنش شدید
G4	F2cp	F2	C.t × C.p	-	-
G5	F3cp	F3	C.t × C.p	-	-
G6	F3co	F3	C.t × C.o	-	-
G7	F4cp	F4	C.t × C.p	-	-
G8	F4co	F4	C.t × C.o	-	-
G9	*Check*	*Check*	-	-	-

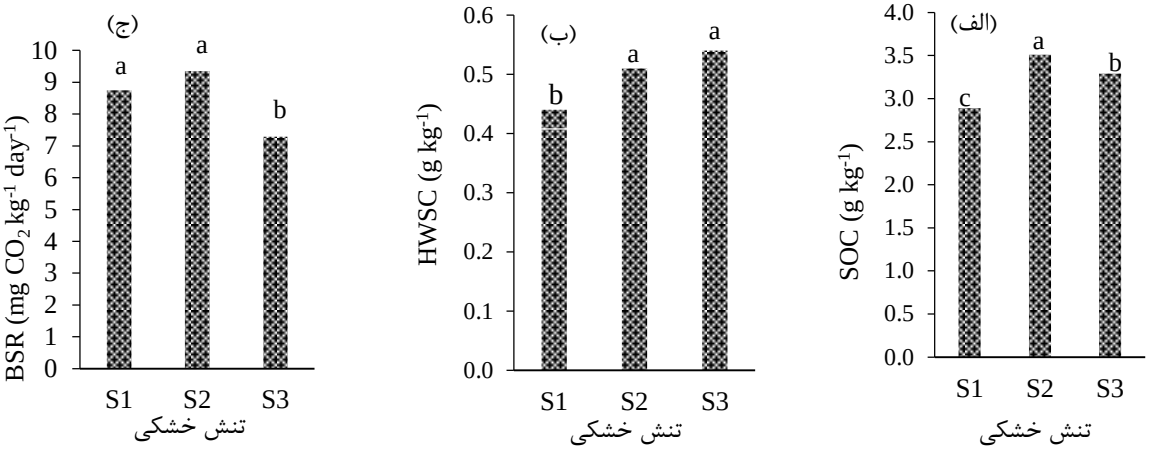
غلظت HWSC به روش فنول-اسید سولفوریک اندازه‌گیری شد (Curtis و همکاران، ۲۰۰۲). درصد کربن آلی خاک (SOC) با استفاده از روش سوزاندن تر، تنفس میکروبی خاک (BSR) با استفاده از روش نانی پیری و همکاران (۱۹۹۰) و مقدار نیتروژن کل خاک (TN) به روش کجلدال تعیین شد (Page و همکاران، ۱۹۸۶). همچنین رس قابل پراکنش در آب (WDC) به عنوان شاخصی از ناپایداری ساختمان خاک و درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA) به عنوان شاخصی از پایداری ساختمان خاک اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری WDC از توده خاک کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر و روش میکرو-پیپت (Burt و همکاران، ۱۹۹۳) استفاده شد. برای اندازه‌گیری WSA از خاکدانه‌های ۱-۰/۵ میلی‌متر و روش تک–الکی (Mbagwu و همکاران، ۱۹۹۸) استفاده شد.

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تجزیه واریانس در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel، تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ بر SOC، HWSC، نسبت HWSC:SOC، BSR و WSA در سطح احتمال یک درصد و بر TN در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر تنش خشکی بر SOC، HWSC و BSR در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. اثر برهم‌کنش ژنوتیپ×تنش خشکی بر HWSC، BSR و WDC در سطح احتمال یک درصد و بر TN، WSA و نسبت HWSC:SOC در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید.

مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر SOC (شکل ۱-الف) نشان می‌دهد که سطح تنش S2 (تنش متوسط) از نظر میزان ترشح ترکیبات آلی ریشه‌ای در خاک بهتر بوده است و در نتیجه از نظر SOC بیشترین مقدار را داشت. شکل ۱-ب نشان می‌دهد که اعمال تنش خشکی موجب افزایش میزان کربوهیدرات‌ها در خاک شده است به طوری که میزان HWSC در شرایط تنش متوسط و شدید نسبت به تنش خفیف افزایش معنی‌دار (در سطح آماری ۵ درصد) نشان داد. در واقع این طور به نظر می‌رسد که ریشه‌های گیاه گلرنگ از نظر ترشح کربوهیدرات‌ها در تنش خفیف عملکرد خوبی نداشته‌اند که این یافته بیان‌گر تفاوت گسترده در ساختمان ریشه‌ای و متفاوت‌بودن میزان مقاومت ریشه‌ای در شرایط مختلف محیطی است (Farooq و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر سطوح تنش خشکی بر (الف) کربن آلی (SOC)، (ب) کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ (HWSC) و (ج) تنفس میکروبی پایه (BSR) در خاک ریزوسفر؛ حروف متفاوت بیان‌گر تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<۰/۰۵$، LSD).

بیش‌ترین BSR در سطح تنش متوسط دیده شد (شکل۱-ج). در سطح تنش شدید BSR کاهش یافته است که بیانگر کاهش فعالیت ریزجانداران خاک در شرایط کمبود آب است. در حقیقت با کاهش تنش محیطی، ترشحات حاصل از حضور و رشد ریشه‌های گلرنگ شرایط رشدی برای ریزجانداران خاک را فراهم کرده و موجب افزایش فعالیت و تنفس میکروبی در خاک شده است. Hosseini و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که حضور اندوفیت در فسکیوی بلند سبب افزایش SOC و HWSC، و کاهش BSR و WDC ریزوسفر می‌شود.

دامنه تغییرات درصد خاکدانه های پایدار در آب بین ۴۵/۶ درصد در ریزوسفر ژنوتیپ G9 تا ۲۷/۳ درصد در ژنوتیپ G7 متغیر بود. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد ژنوتیپ G1 دارای بیش‌ترین مقدار TN و BSR با میانگین ۰/۰۴۸۸ درصد و ۱۲/۹ میلی‌گرم CO_2 بر کیلوگرم خاک در روز بود. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش ژنوتیپ×تنش خشکی بر WDC نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های G1، G2، G3، G7 و G9 در تنش شدید، ژنوتیپ‌های G4، G5 و G6 در تنش متوسط و ژنوتیپ G8 در تنش خفیف بیش‌ترین مقدار این صفت را داشتند. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد با اعمال تنش خشکی بر اکثر ژنوتیپ‌ها میزان WDC ریزوسفر (ناپایداری خاکدانه‌ها) افزایش یافته است. به نظر می‌رسد که این ژنوتیپ‌ها (G1، G2، G3، G7 و G9) در این سطوح تنش تاثیر زیادی بر شرایط فیزیکی و ساختمانی خاک نداشته و نتوانسته‌اند میزان WDC را به صورت مؤثری در محیط ریزوسفر کاهش دهند. اما در برخی ژنوتیپ‌ها (G1 و G9) تنش متوسط به خاکدانه‌ها و ساختمان خاک پایدارتر منجر شده است. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها در تمامی سطوح تنش خشکی عملکرد بهتری نسبت به خاک شاهد (خاکی که فاقد گیاه بود و هیچ گونه تنش خشکی به آن وار نشده است) نشان ندادند. با اعمال تنش خشکی تا حدی پایداری ساختمان خاک افزایش پیدا کرده ولی در تنش شدید در ریزوسفر ژنوتیپ‌های G1، G2، G3، G7 و G9 چون رشد و فعالیت ریشه‌ها کم شده است، پایداری ساختمان خاک کاهش یافته است. نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارها نشان می‌دهد اعمال تنش خشکی در ژنوتیپ‌های G2، G4، G5، G7 و G9 موجب افزایش بیشتر کربوهیدرات‌ها در ریزوسفر شده است. ژنوتیپ‌های G1 و G3 در تنش متوسط و ژنوتیپ‌های G6 وG8 در تنش خفیف بیش‌ترین مقدار این شاخص را داشتند (جدول۳). خاک شاهد دارای کم‌ترین میزان کربوهیدارت با میانگین ۰/۱۷ گرم بر کیلوگرم خاک بود. به نظر می‌رسد که ریشه‌های گیاه گلرنگ در شرایط تنش خشکی متوسط با توجه به کربن آلی بیش‌تر (شکل ۱-الف) عملکرد بهتری داشته‌اند. به طور کلی اثر ریشه بر ساختمان خاک به گونه گیاهی، مدت زمان تنش، مرحله رشدی اعمال تنش و شدت تنش بستگی دارد (Farooq و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر درصد نیتروژن کل خاک (TN)، کربوهیدرات محلول درآب داغ (HWSC، گرم بر کیلوگرم خاک)، نسبت کربوهیدرات‌ها به کربن آلی خاک (HWSC:SOC)، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA)، رس قابل پراکنش (WDC، گرم برکیلوگرم خاک)، تنفس میکروبی پایه (BSR، میلی‌گرم CO_2 بر کیلوگرم در روز) و شاخص پایداری ساختمان خاک در مرطوب‌شدن آهسته (SI_{sw})

کدتیماری	TN	HWSC	HWSA:SOC	WSA	WDC	BSR	SI_{SW}
G1S1	۰/۰۴۸^{ef}	۰/۵۸^{def}	۰/۲۰$^{b/e}$	۴۳/۶$^{a/g}$	۳۰/۱$^{a/d}$	۱۲/۳$^{a/d}$	۰/۰۰۷$^{a/e}$
G1S2	۰/۰۵۲^{ab}	۰/۸۱^{b}	۰/۲۲^{bcd}	۳۵/۵$^{f/i}$	۲۴/۵$^{a/d}$	۱۵^{ab}	۰/۰۰۶$^{a/e}$
G1S3	۰/۰۴۵$^{a/e}$	۰/۳۴$^{h/m}$	۰/۱۰$^{h/k}$	۳۵/۴$^{f/i}$	۳۱/۵$^{a/d}$	۱۱/۳$^{b/e}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G2S1	۰/۰۴۸$^{a/e}$	۰/۳۰$^{k/n}$	۰/۱۲$^{f/k}$	**۵۴/۰^{a}**	۳۰/۱$^{a/d}$	۷/۹$^{e/k}$	۰/۰۱^{ab}
G2S2	۰/۰۴۵$^{b/e}$	۰/۲۱^{mn}	**۰/۰۶^{k}**	۴۴/۸$^{a/f}$	۲۸/۱$^{a/d}$	۱۰/۷$^{c/f}$	**۰/۰۱^{a}**
G2S3	۰/۰۴۹$^{a/e}$	۰/۴۱$^{g/l}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۴۶/۱$^{a/e}$	۳۴/۲$^{a/d}$	۹/۹$^{d/h}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G3S1	۰/۰۴۴$^{b/e}$	۰/۳۶$^{g/m}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۷/۳$^{d/i}$	۲۰/۱^{cd}	۹/۳$^{d/h}$	۰/۰۱^{abc}
G3S2	**۰/۰۳۶^{f}**	۰/۴۹$^{e/h}$	۰/۱۶$^{d/h}$	۴۲/۳$^{b/h}$	۲۶/۹$^{a/d}$	**۱۵/۲^{a}**	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G3S3	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۴۸$^{e/i}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۷/۳$^{d/i}$	۲۷/۵$^{a/d}$	۷/۵$^{f/l}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G4S1	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۵۱$^{d/g}$	۰/۱۷$^{c/h}$	۵۲/۳^{ab}	۲۶/۱$^{a/d}$	۹/۲$^{d/h}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G4S2	**۰/۰۵۳^{a}**	۰/۸۲^{b}	۰/۲۳^{bc}	۵۲/۷^{ab}	۳۱/۵$^{a/d}$	۴/۵^{jkl}	۰/۰۰۶$^{a/e}$
G4S3	۰/۰۴۳^{def}	**۰/۹۹^{a}**	**۰/۳۰^{a}**	۴۶/۹$^{a/d}$	۲۸/۱$^{a/d}$	۵/۰$^{i/l}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G5S1	۰/۰۴۵$^{a/e}$	۰/۳۲$^{i/n}$	۰/۱۱$^{h/k}$	۳۳/۷^{ghi}	۳۶/۲^{abc}	۵/۳$^{i/l}$	۰/۰۰۳^{ef}
G5S2	۰/۰۵۰$^{a/d}$	۰/۴۴$^{f/j}$	۰/۱۱$^{g/k}$	۳۸/۶$^{d/h}$	**۴۲/۹^{a}**	۶/۹$^{g/l}$	۰/۰۰۳^{ef}
G5S3	۰/۰۴۳$^{c/f}$	۰/۶۵^{dc}	۰/۱۸$^{b/f}$	۴۳/۷$^{a/g}$	۳۷/۵^{ab}	۹/۵$^{d/h}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G6S1	۰/۰۵۱^{abc}	۰/۴۷$^{e/i}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۵/۸$^{e/i}$	۳۴/۲$^{a/d}$	۴/۸$^{i/l}$	۰/۰۰۵^{def}
G6S2	۰/۰۴۹$^{a/e}$	۰/۳۱$^{j/n}$	۰/۰۹^{ijk}	۳۸/۵$^{d/h}$	۳۸/۹^{ab}	۶/۴$^{h/l}$	۰/۰۰۶$^{b/e}$
G6S3	۰/۰۴۳$^{c/f}$	۰/۴۰$^{g/l}$	۰/۱۱$^{h/k}$	۳۵/۷$^{e/i}$	۳۰/۸$^{a/d}$	**۴/۱^{l}**	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G7S1	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۴۵$^{f/k}$	۰/۱۳$^{e/j}$	**۲۰/۴^{k}**	۱۹/۴^{cd}	۱۴/۴^{abc}	۰/۰۰۷$^{a/e}$
G7S2	۰/۰۴۲^{ef}	۰/۴۵$^{f/k}$	۰/۱۱$^{g/k}$	۲۱/۷^{jk}	۲۴/۱^{bcd}	۶/۵$^{h/l}$	۰/۰۰۷$^{a/e}$
G7S3	۰/۰۴۵$^{a/e}$	۰/۴۶$^{e/j}$	۰/۱۶$^{d/h}$	۳۹/۹$^{c/h}$	۳۹/۵$^{a/d}$	۷/۱$^{f/l}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G8S1	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۴۹$^{e/h}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۷/۴$^{d/h}$	۳۸/۲^{ab}	۸/۵$^{e/i}$	۰/۰۰۵^{def}
G8S2	۰/۰۴۹$^{a/e}$	۰/۴۷$^{e/i}$	۰/۱۲$^{f/k}$	۳۱/۹^{hij}	۲۳/۴^{bcd}	۱۰/۳$^{d/g}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G8S3	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۲۸^{lmn}	۰/۰۸^{jk}	۴۱/۵$^{c/h}$	**۱۸/۱^{d}**	۴/۳^{kl}	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G9S1	۰/۰۴۲^{ef}	۰/۴۹$^{e/h}$	۰/۱۶$^{d/h}$	۴۵/۷$^{a/f}$	۳۰/۱$^{a/d}$	۷/۱$^{f/l}$	۰/۰۰۶$^{b/e}$
G9S2	۰/۰۴۴$^{b/e}$	۰/۶۱^{de}	۰/۱۷$^{b/g}$	۴۱/۷$^{c/h}$	۲۴/۵$^{a/d}$	۸/۱$^{e/j}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G9S3	۰/۰۴۳^{def}	۰/۸۴^{ab}	۰/۲۳^{b}	۴۹/۳^{abc}	۴۲/۲^{a}	۷/۱$^{f/l}$	۰/۰۰۶^{cde}
Cont	۰/۰۴۴^{cde}	**۰/۱۷^{n}**	۰/۰۷^{jk}	۲۶/۸۹^{ijk}	۲۸/۱۴$^{a/d}$	۷/۵۰$^{e/l}$	**۰/۰۰۲^{f}**

در هر ستون، اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند ($P<$۰/۰۵، LSD)؛ (/) به معنی

نتیجه‌گیری

شناسایی محصولات زراعی که با نهاده‌های کم، عملکرد قابل قبول، مقاوم به کمبود آب و در عین حال حافظ کیفیت خاک باشند، مهم است. این پژوهش نشان داد که در شرایط میانه رطوبتی (تنش متوسط) پایداری ساختمان خاک در حد مطلوب بوده و رشد ریشه گیاه گلرنگ کاهش پیدا نکرده و ژنوتیپ‌های والدینی عملکرد بهتری داشتند. همچنین با توجه به محدودیت‌های خاک‌های مناطق خشک و نیمه-خشک ایران برای کشت، بخشی از این پژوهش‌ها بایستی معطوف به شناسایی ارقامی از گلرنگ که علاوه بر عملکرد دانه مطلوب، شرایط بهینه برای کیفیت خاک ایجاد می‌کنند نیز باشد. ژنوتیپ‌های *C. tinctorius* L.، *C. palestinus*، *C. oxyacanthus*، F4cp و رقم صفه در تنش شدید، ژنوتیپ‌های F2cp، F3cp و F3co در تنش متوسط و ژنوتیپ F4co در تنش خفیف سبب ایجاد بیش‌ترین مقدار رس قابل پراکنش شدند و از پایداری ساختمان خاک کم‌تری در این سطوح رطوبتی برخوردار بودند. در سطح تنش متوسط، ریشه گیاه گلرنگ میزان ترشحات و ترکیبات آلی بیش‌تری در خاک آزاد کرده و میزان کربن آلی خاک بیش‌ترین بود. همچنین بیش‌ترین مقدار تنفس میکروبی خاک در سطح تنش متوسط اندازه‌گیری شد. در سطح تنش شدید، به دلیل کمبود آب در محیط مقدار تنفس میکروبی خاک کاهش یافت. اعمال تنش خشکی موجب افزایش معنی‌دار میزان کربوهیدرات‌های خاک شد. اعمال تنش خشکی موجب افزایش نسبت کربوهیدرات‌ها به کربن آلی خاک شد بدین مفهوم که ترکیبات مترشحه از ریشه گیاه گلرنگ بیشتر شامل مواد کربنی کربوهیدراته بود. بنابراین در کل می‌توان گفت تنش خشکی متوسط سبب بهبود کیفیت خاک ریزوسفر به دلیل تحریک رشد و ترشحات ریشه گیاه شد. بر اساس نتایج این پژوهش، ژنوتیپ‌های والدینی گلرنگ (*C. tinctorius*، *C. oxyacanthus* و *C. palestinus*) اثر مثبت بیشتری بر کیفیت فیزیکی خاک در سطح تنش متوسط داشتند.

منابع

خواجه‌پور، م. ر.، ۱۳۸۴، تولید نباتات صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

زینلی، ا.، ۱۳۸۰. *گلرنگ* (شناخت ،تولید ومصرف). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

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

Angers, D. A., and Carter, M. R. 1996. Aggregation and organic matter storage in cool, humid agricultural soils. In: Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soil. Carter, M. R. and Sttewart, B. A. (Eds.). CRC Press, Boca Raton, FL. pp: 193–211.

Burt, R., Reinsch, T. G., and Miller, W. P. 1993. A micro−pipette method for water dispersible clay. Commun. Soil Science Plant Analysis. 24, 2531–2544.

Curtis, T. P., Sloan, W. T., and Scannell, J. W. 2002. Estimating prokaryotic diversity and its limits. Proc. Natl. Acad. Science USA. 99, 10494–10499.

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

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development . 29, 185–212.

Hosseini, F., Mosaddeghi, M. R., Hajabbasi, M. A., and Sabzalian, M. R. 2015. Aboveground fungal endophyte infection in tall fescue alters rhizosphere chemical, biological, and hydraulic properties in texture-dependent ways. Plant Soil. 388(1-2), 351–366

Mbagwu, J., and Bazzoffi, P., 1998. Soil characteristics related to resistance of break down of dry soil aggregates by water-drope. Soil Tillage Research. 45, 133–145.

Meek, B., Rolph, D., Rechel, E. R., and Carter, L. M. 1990. Infiltration rate as affected by an alfalfa and no-till cotton cropping system. Soil Science Society of America Journal.54, 505–508.

Page, A. L. Sparks, D. L. Johnston, . C. T. Sumner, M. E. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical Methods. 2nd Editio. Soil Science Society of America Journal. Inc. 1188 pp.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of cultivated and wild species of safflower on selected soil properties under drought stress

Zare*[1], M., Mosaddeghi[2], M.R., Mirlohi[3], A.F.

[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

Abstract

this study was carried out in soil columns to investigate the effect of cultivated and wild safflower genotypes and their selected generations on some soil physical and chemical properties (water-dispersible clay content, organic carbon content, hot-water soluble carbohydrates, percent of water-stable aggregates, basal microbial respiration and total nitrogen) in soil columns under drought stress treatments in outdoor condition. Drought stress treatments were applied based on maximum allowable depletion (MAD) including mild stress (MAD of 50%), moderate stress (MAD of 70%) and severe stress (MAD of 90%). Nine safflower genotypes including one cultivated genotypes, two wild ones and six genotypes as their generations were used. The experiment was conducted in a factorial arrangement of treatments in completely randomized design with three replicates in hydro-flume. After eight months, the plants were harvested, and soils and roots were extracted for further analyses. Soil organic carbon content data among the drought stress levels showed that its highest value in the rhizosphere was measured in the moderate stress level presumably due to greater root exudates. The highest soil basal microbial respiration was measured in the moderate stress level. The water stress increased the soil carbohydrates so that they were significantly greater in the moderate and severe stress levels compared to the mild stress level. The results revealed that parent genotypes of safflower (*C. tinctorius*, *C. oxyacanthus* and *C. palestinus*) might be suitable in terms of effects on soil quality.

Keywords: Soil structural stability, Drought stress, Cultivated and wild safflower, Soil organic carbon

* Corresponding author, Email: m.mzare2629@gmail.com