واکنش خصوصیات سیستم ریشه‌ای و عملکرد ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea*) در شرایط تنش رطوبتی

فاطمه پیرنجم الدین، محمد مهدی مجیدی* و راضیه کیانی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۱۷).

چکیده:

این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات سیستم ریشه‌ای و عملکرد علوفه در فسکیوی بلند در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه داخلی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. تعداد ۱۲ ژنوتیپ فسکیوی بلند در سه سطح تنش خشکی (شاهد؛ بدون تنش، تنش متوسط و شدید) بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بررسی شدند. کلونی ژنوتیپ‌ها در گلدان‌هایی با ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و قطر ۱۲ سانتی‌متر کشت گردید. پس از اعمال تیمارها صفات ریشه در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها برای تمام صفات اندازه‌گیری شده، معنی‌دار بود. تنش خشکی متوسط، وزن خشک ریشه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، لیکن در شرایط تنش شدید این صفت تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت. با افزایش شدت تنش خشکی نسبت ریشه به اندام هوایی در هر دو عمق افزایش معنی‌داری نشان داد، به‌طوری که در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر حدود ۳۰ درصد و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر حدود ۵۴ درصد افزایش یافت. اثر تنش خشکی بر عملکرد علوفه خشک نیز معنی‌دار بود، به‌گونه‌ای که کاهش عملکرد از شاهد به تنش متوسط و شدید به ترتیب ۱۵ و۳۰ درصد بود. برخی ژنوتیپ‌ها نظیر P ۲۱ (با منشأ اصفهان) علاوه بر عملکرد بالا از خصوصیات ریشه‌ای مطلوب در حالت تنش شدید نیز برخوردار بودند که می‌توانند برای مطالعات اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، صفات ریشه‌ای، فسکیوی بلند.

مقدمه:

گندمیان علوفه‌ای و چمنی علاوه بر نقش اساسی در تولید علوفه به‌ویژه در مراتع، خاک را در مقابل فرسایش آبی و بادی حفظ کرده و موجب بهبود و تثبیت ساختمان خاک می‌شوند. در میان گندمیان علوفه‌ای، فسکیوی بلند با نام علمی *Festuca arundinacea* گیاهی چندساله از خانواده گرامینه است به طور عمده در نواحی شمال و جنوب آمریکا کشت می‌شود و در ایران پراکنش بسیار بالایی دارد. این گیاه نسبت به دیگر چمن‌های علوفه‌ای سردسیری تنش‌های گرما و خشکی را بهتر تحمل می‌کند (Carrow and Duncan, 2003).

تنش خشکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است به طوری که حدود ۲۶ درصد از اراضی قابل کشت در سراسر جهان با آن روبرو هستند (Tas and Tas, 2007). تنش خشکی عملکرد و کیفیت محصولات زراعی را به شدت

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: majidi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]

متأثر می‌سازد (Mahajan and Tuteja, 2005). در اثر کم آبی، ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در داخل گیاه شده و در نهایت تولید را کاهش می‌دهند (Dacosta and Huang, 2006). در شرایط تنش خشکی صفات ویژه‌ای به طور مستقیم یا غیرمستقیم عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، از جمله این صفات می‌توان به ویژگی‌های سیستم ریشه‌ای، محتوای آب نسبی برگ و توان تنظیم اسمزی اشاره کرد (Jongdee *et al.*, 2002) مطالعات نشان می‌دهد که ویژگی‌های سیستم ریشه‌ای و رشد ریشه‌ها با تحمل به خشکی ارتباط دارد به‌طوری که افزایش رشد ریشه در خاک باعث افزایش جذب آب در اعماق خاک و حفظ فعالیت ریشه می‌باشد (Huang and Gao, 2000). مطالعات انجام شده توسط Bonos و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که انتخاب بر اساس تولید ریشه عمیق در گیاه فسکیوی بلند می‌تواند در بهبود تحمل به خشکی بسیار مؤثر باشد. هم‌چنین مطالعات نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین رشد ریشه و تحمل به خشکی بالاتر وجود دارد (Burton *et al.*, 1954). با توجه به مشاهدات Huang و Gao (۲۰۰۰) ریشه‌های فسکیوی بلند به دلیل حفظ آماس بالا می‌توانند حتی در خاک‌های خشک نیز رشد طولی داشته باشند و در نتیجه به لایه‌های مرطوب خاک در اعماق دسترسی پیدا کنند. مطالعات انجام شده توسط Sheffer و همکاران (۱۹۸۷) نشان داد که فسکیوی بلند در بین چمن‌های فصل سرد نظیر ری‌گراس و کنتاکی بلوگراس، بهترین توانایی را در اجتناب از خشکی نشان می‌دهد به دلیل این که با برخورداری از یک سیستم ریشه‌ای عمیق و گسترده می تواند با بهره‌برداری از رطوبت بخش‌های عمیق خاک از شرایط خشکی اجتناب کند. هم‌چنین مشاهدات Ervin و Koski (۱۹۹۸) نشان داد که مجموع طول، عمق و گستردگی ریشه‌های تولید شده در فسکیوی بلند در مقایسه با چمن‌های گرمسیری بیشتر می‌باشد که منجر به افزایش تحمل و اجتناب از خشکی در این گیاه می‌گردد.

فسکیوی بلند در ایران از پراکنش بالایی برخوردار است و به نظر می‌رسد تنوع ژنتیکی بالایی از نظر خصوصیات مختلف برای آن وجود داشته باشد. مطالعات انجام شده توسط Ebrahimiyan و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که تنوع ژنتیکی بالایی از نظر واکنش خصوصیات فیزیولوژیک به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند وجود دارد. اطلاعات اندکی در زمینه ارتباط بین تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند ایرانی و خصوصیات سیستم ریشه‌ای آنها وجود دارد. بر این اساس در این مطالعه تنوع ژنتیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند از نظر برخی خصوصیات ریشه‌ای و عملکرد در شرایط عادی و تنش خشکی بررسی شد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت گلدانی در دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. مواد ژنتیکی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۱۲ ژنوتیپ فسکیوی بلند (۴ ژنوتیپ میان‌رس، ۴ ژنوتیپ زودرس و ۴ ژنوتیپ دیررس) بودند که از بین تعدادی ژنوتیپ فسکیوی بلند بر اساس مطالعات قبلی (Majidi *et al.*, 2009) تحت شرایط مزرعه‌ای گزینش شدند (جدول ۱). این ژنوتیپ‌ها در ۳ سطح رطوبتی شاهد، تنش متوسط و تنش شدید به شرح زیر ارزیابی شدند.

ژنوتیپ‌ها در اسفند ۱۳۸۹ به‌صورت کلونی تکثیر و در گلدان‌هایی به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و قطر ۱۲ سانتی‌متر کشت شدند و در فضای آزاد بیرون گلخانه قرار گرفتند. همه گلدان‌ها تا قبل از شروع اعمال تنش خشکی به طور یکسان آبیاری شده و بعد از ۴۴ روز از کاشت در مرحله رشد رویشی تحت تنش قرار گرفتند. برای اعمال تنش خشکی از اطلاعات تشتک تبخیر استفاده شد. به‌طوری که برای شاهد میزان ۵۰ میلی‌متر تبخیر، برای تنش متوسط میزان ۷۵ میلی‌متر تبخیر و برای تنش شدید میزان ۱۰۰

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در بررسی تاثیر تنش خشکی در فسکیوی بلند

ردیف	کد ژنوتیپ	کد اولیه	منشاء	وضعیت گلدهی
۱	۱۰P	N1P6R2	رقم تجاری خارجی- آمریکا	میان‌رس
۲	۱۳P	N1P3R1	رقم تجاری خارجی- آمریکا	میان‌رس
۳	۵P	L12P4R3	اصفهان - مبارکه	میان‌رس
۴	۲۱P	G9P3R2	اصفهان – بانک ژن فزوه	میان‌رس
۵	۸E	L2P6R1	اصفهان – بانک ژن فزوه	زودرس
۶	۱۹E	M9P6R3	سمنان - شاهرود	زودرس
۷	۳E	M9P5R3	کهکیلویه و بویراحمد-یاسوج	زودرس
۸	۱۰E	O8P4R3	رقم تجاری خارجی- آمریکا	زودرس
۹	۹L	N1P2R3	اصفهان – بانک ژن فزوه	دیررس
۱۰	۱۲L	L12P5R1	رقم تجاری خارجی- آمریکا	دیررس
۱۱	۵L	O6P5R2	اصفهان - مبارکه	دیررس
۱۲	۳L	L6P3R1	کهکیلویه و بویراحمد-یاسوج	دیررس

میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر درنظر گرفته شد. صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل صفات ریشه‌ای از جمله طول، مساحت، حجم، وزن خشک ریشه، نسبت وزن ریشه به اندام هوایی و عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته) بودند. بدین منظور پس از ۲ ماه اعمال تنش، گلدان‌ها (لوله‌ها) از وسط بریده شد و به دو قسمت مساوی ۳۰-۰ سانتی‌متر و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر تقسیم شد و پس از شست و شوی ریشه‌ها، کلیه صفات ریشه‌ای مذکور به غیر از وزن خشک ریشه و نسبت وزن ریشه به اندام هوایی در این دو عمق به‌وسیله دستگاه اسکنر DELTA-TSCAN (ساخت کشور هند، شرکت hp و مدل C2520B) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل تصاویر مربوط به ریشه با استفاده از نرم افزار HP-DESKSCAN انجام شد. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک ریشه، ریشه‌ها درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و وزن خشک ریشه با استفاده از ترازو (دقت ۰/۰۱) اندازه‌گیری شد. به همین روش عملکرد علوفه خشک نیز اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث:

نتاج تجزیه واریانس صفات ریشه‌ای ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند در جدول ۲ نشان داده شده است. همه صفات ریشه ای اندازه‌گیری شده به طور معنی‌داری در هر دو عمق مورد مطالعه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد اندازه-گیری در هر دو عمق تفاوت معنی داری مشاهده شد، که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا در بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد اندازه‌گیری است که می‌تواند در بهبود انتخاب، موثر باشد. اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ در همه صفات به جز نسبت ریشه به اندام هوایی در عمق ۳۰-۰ معنی‌دار شد، که نشان‌دهنده عدم واکنش یکسان ژنوتیپ‌ها در محیط‌های رطوبتی مختلف می‌باشد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت شرایط شاهد، تنش متوسط و تنش شدید رطوبتی در جدول ۳ نشان داده شده است. صفت وزن خشک ریشه در هر دو عمق مورد بررسی در شرایط تنش متوسط نسبت به شاهد افزایش یافت سپس در شرایط تنش شدید کاهش معنی‌داری نشان داد. کاهش وزن خشک ریشه در شرایط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]

جدول ۲-تجزیه واریانس صفات ریشه‌ای ۱۲ ژنوتیپ فسکیوی بلند در آزمایش فاکتوریل در سه سطح تنش خشکی در دو عمق مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	طول ریشه	مساحت ریشه	حجم ریشه	نسبت وزن ریشه به اندام هوایی
عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر						
تنش خشکی	۲	۰/۴۸**	۳۰۷۷۰/۵۸**	۲۳۴۳/۰۲ ^{ns}	۱۷۰۲/۵۴ ^{ns}	۰/۳۵**
ژنوتیپ	۱۱	۰/۱۲**	۹۵۸۴/۸۵**	۱۱۲۹/۵۱**	۱۰۹۰/۵۵**	۰/۰۸**
تنش × ژنوتیپ	۲۲	۰/۰۹**	۸۱۳۰/۰۹**	۱۵۱۵/۵۶**	۹۰۶/۶۴**	۰/۰۴^{ns}
خطا	۷۲	۰/۰۴	۱۳۵۶/۶۸	۳۹۶/۵۱	۲۸۸/۴۲	۰/۰۲
ضریب تغییرات		۱۵/۹۷	۲۳/۴۴	۱۱/۵۰	۲۳/۱۶	۲۲/۰۴
عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر						
تنش خشکی	۲	۱/۳۴**	۶۶۵۵/۶۲**	۲۵۴۵/۰۲**	۲۶۹۸/۳۶**	۰/۷۱**
ژنوتیپ	۱۱	۰/۱۱**	۴۰۳۵/۲۶**	۱۷۲۶/۸۸**	۱۳۲۳/۵۶**	۰/۰۳**
تنش × ژنوتیپ	۲۲	۰/۱۰**	۴۸۱۷/۴۶**	۱۶۷۲/۴۸**	۱۷۷۰/۲۷**	۰/۰۳**
خطا	۷۲	۰/۰۱	۷۳۲/۰۹	۲۴۳/۴	۱۴۳/۸۹	۰/۰۱
ضریب تغییرات		۱۱/۱۵	۱۶/۵۴	۹/۲۹	۲۵/۵۱	۱۸/۵۸

**و^{ns} به ترتیب معنی داری و عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۳-مقایسه میانگین صفات ریشه‌ای مورد بررسی ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند در دو عمق مختلف در سه سطح تنش خشکی

سطح تنش	وزن خشک ریشه(g/plant)	طول کل ریشه (mm)	مساحت ریشه (mm^2)	حجم ریشه (mm^3)	نسبت ریشه به اندام هوایی
عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر					
شاهد	۱/۲۵^{b}	۱۹۰/۰۱۷^{a}	۱۷۶/۸۴^{a}	۵۴/۹۹^{a}	۰/۶۳^{b}
تنش متوسط	۱/۴^{a}	۱۴۷/۲۴۷^{b}	۱۶۳/۸۵^{a}	۴۳/۲۶^{a}	۰/۷۹^{a}
تنش شدید	۱/۱۵^{b}	۱۳۴/۱۰۲^{b}	۱۷۸/۶۳^{a}	۵۵/۳۵^{a}	۰/۸۲^{a}
عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر					
شاهد	۰/۹۹^{b}	۱۵۴/۴۱^{b}	۱۵۸/۲۰^{b}	۳۷/۵۰^{b}	۰/۵۰^{b}
تنش متوسط	۱/۳۳^{a}	۱۵۷/۰۳^{b}	۱۷۲/۲۶^{a}	۴۹/۰۶^{a}	۰/۶۹^{b}
تنش شدید	۱/۰۰۵^{b}	۱۷۹/۱۶^{a}	۱۷۳/۲۲^{a}	۵۴/۴۴^{a}	۰/۷۷^{a}

هر ستون و برای هر عمق تیمارهایی که میانگین های آنها حداقل در یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

تنش شدید رطوبتی توسط Pande و Singh (۱۹۸۱) در تعدادی از گراس‌ها گزارش شده است. با پیشرفت تنش خشکی میزان کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز در گیاه کاهش یافته که این امر منجر به کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه و در نتیجه کاهش وزن خشک آن می‌گردد (Khalid, 2006). در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر طول ریشه در شرایط تنش متوسط و شدید نسبت به شاهد کاهش یافت اما در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر در حالت تنش شدید نسبت به شاهد و تنش متوسط افزایش معنی‌داری مشاهده گردید به‌طوری که از ۱۵۴/۴ میلی‌متر در حالت شاهد به ۱۷۹/۱ میلی‌متر در حالت تنش شدید رسید که ۱۶ درصد افزایش نشان داد. گرچه عکس‌العمل ریشه‌ها در برابر تنش خشکی در لایه های مختلف در ارقام مختلف و در سطوح مختلف تنش رطوبتی متفاوت است، در فسکیوی بلند گزارش شده است

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]

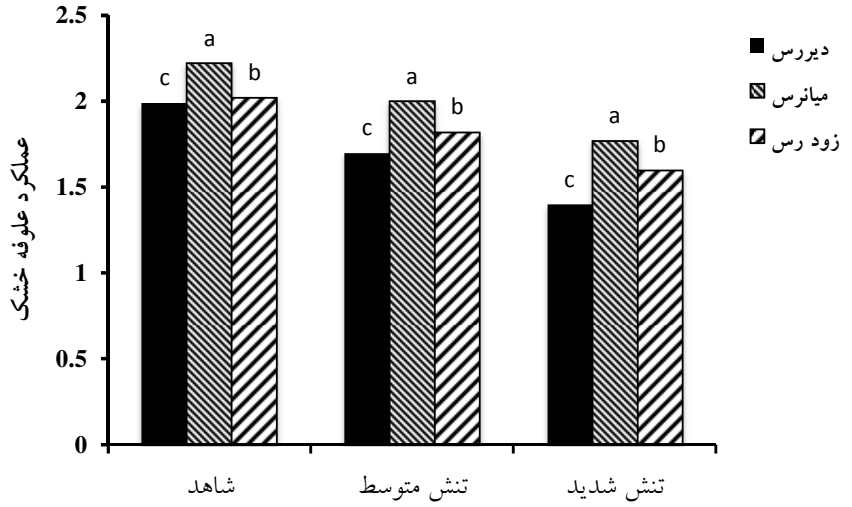
که با افزایش شدت تنش، طول ریشه در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری کاهش یافته اما در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری در برخی ارقام رشد ریشه افزایش یافته است (Huang and Gao, 2000). مطالعات انجام شده توسط Sheffer و همکاران (۱۹۸۷) نشان داد که فسکیوی بلند در شرایط آبیاری کامل، ریشه خود را در سطح پخش می‌کند تا با انرژی کمتری از آب استفاده نماید در حالی که در شرایط تنش رشد طولی ریشه به دلیل اجتناب از خشکی و بهبود کارایی جذب آب توسط ریشه، افزایش می‌یابد (Molyneux and Davies, 1983).

صفات مساحت و حجم ریشه در عمق ۳۰-۰ سانتی متر در حالت تنش متوسط نسبت به شاهد تغییر معنی‌دار نداشت لیکن در تنش شدید افزایش معنی‌دار نشان دادند. برای این صفات در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر در شرایط تنش متوسط و شدید افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده گردید. در شرایط تنش به‌دلیل جذب آب توسط ذرات خاک با نیروی مکش زیاد باید سطح تماس ریشه با خاک افزایش یابد در این صورت افزایش مساحت ریشه در این شرایط قابل توجیه است (Farre and Faci, 2009). با افزایش طول ریشه و مساحت ریشه طبیعی است که حجم ریشه افزایش یابد. برخی محققین افزایش حجم ریشه در شرایط تنش خشکی را یکی از ویژگی‌های مهم جذب آب می‌دانند (Serraj *et al.*, 2004). با افزایش شدت تنش خشکی نسبت ریشه به اندام هوایی در هر دو عمق افزایش معنی داری نشان داد به‌طوری که در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر حدود ۳۰ درصد و در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر حدود ۵۴ درصد افزایش یافت. اگرچه مطالعات انجام شده توسط Kriedemann (۱۹۸۰) در گیاه *Aeluropus lagopoide* نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی وزن ریشه و اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد کاهش می‌یابد لیکن به نظر می‌رسد که فسکیوی بلند حتی در شرایط تنش شدید رطوبتی می‌تواند به رشد و نمو خود خصوصاً در منطقه ریشه ادامه دهد و این نشان دهنده به‌کارگیری مکانیسم اجتناب از خشکی در این گیاه می‌باشد. در گندمیان علوفه ای افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی و در گندمیان علوفه‌ای مانند ری‌گراس افزایش ریشه و اندام هوایی به طور هم‌زمان در تحمل به تنش خشکی و کمیت علوفه مؤثر بوده است (Bonos *et al.*, 2004).

عملکرد علوفه خشک سه گروه میان‌رس، دیررس و زودرس در سه سطح تنش در شکل ۱ نشان داده شده است. در هر سه سطح تنش رطوبتی بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. میانگین عملکرد علوفه خشک از ۲ گرم در بوته در سطح شاهد به ۱/۷ گرم در بوته در حالت تنش متوسط و ۱/۴ گرم در بوته در حالت تنش شدید رسید که به ترتیب ۱۵ و ۳۰ درصد کاهش نشان داد. گروه میان‌رس و دیررس در هر سه سطح تنش به ترتیب دارای بالاترین و کمترین عملکرد علوفه خشک بودند. عملکرد علوفه خشک گروه میان‌رس، دیررس و زودرس به ترتیب ۳۱/۸، ۳۱/۵ و ۲۶/۳ درصد در شرایط تنش شدید نسبت به شاهد کاهش نشان داد. مطالعات انجام شده توسط Ebrahimiyan و همکاران (۲۰۱۳) بر روی ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند نشان داد که عملکرد علوفه در سطح تنش شدید نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشته است.

نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. بین ژنوتیپ‌ها از نظر همه صفات مورد بررسی در هر سه سطح تنش تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. در سطح شاهد ژنوتیپ ۲۱ میان‌رس و ۱۲ دیررس به ترتیب از بالاترین و کمترین وزن خشک ریشه برخوردار بودند. از نظر طول ریشه ژنوتیپ‌های ۳ و ۱۲ دیررس به ترتیب دارای بالاترین و کمترین طول بودند. ژنوتیپ‌های ۱۰ میان‌رس و۳ دیررس از بیشترین و ۱۲ دیررس از کمترین مقدار مساحت ریشه برخوردار بودند. بیشترین مقدار حجم کل ریشه در ژنوتیپ ۳ دیررس و کمترین آن در ژنوتیپ ۹ دیررس و ۸ زودرس مشاهده گردید. ژنوتیپ ۹ دیررس بالاترین و ۵ میان‌رس پایین‌ترین نسبت وزن ریشه به اندام هوایی را نشان دادند. ژنوتیپ ۲۱ میان‌رس و ۹ دیررس به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]



شکل ۱-مقایسه میانگین سه گروه زودرس، میان‌رس و دیررس برای صفت عملکرد علوفه (گرم در بوته) به تفکیک سطوح تنش خشکی.

ترتیب بالاترین و کمترین مقدار عملکرد علوفه خشک را به خود اختصاص دادند. در سطح تنش شدید ژنوتیپ ۲۱ میان‌رس و ۱۰ زودرس بیشترین و ۱۰ میان‌رس کمترین وزن خشک ریشه را دارا بودند. با توجه به مشاهدات Huang و همکاران (۱۹۹۷) افزایش وزن ریشه در گندمیان علوفه‌ای تحت شرایط خشکی به عنوان یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های سازگاری جهت بهبود کارایی جذب آب مطرح می‌باشد. از نظر صفت طول کل ریشه ژنوتیپ ۲۱ میان‌رس بیشترین و ۳ زودرس و ۱۳ میان‌رس کمترین مقدار را نشان دادند. از نظر مساحت کل ریشه ژنوتیپ ۲۱ و ۱۳ میان‌رس به ترتیب از بیشترین و کمترین مقدار برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های ۲۱ میان‌رس و ۱۰ زودرس بالاترین و ۱۳ میان‌رس کمترین حجم ریشه را دارا بودند. مطالعات انجام شده توسط Torbert و همکاران (۱۹۹۰) بر روی ژنوتیپ های فسکیوی بلند نشان داد که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی دارای طول ریشه بیشتری هستند که این می تواند ناشی از نفوذ ریشه به عمق خاک برای جذب آب باشد. با توجه به مشاهدات عبدالشاهی و همکاران (۱۳۸۹) در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های متحمل گندم حجم ریشه بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس تولید می‌کنند. ژنوتیپ‌های برخوردار از حجم ریشه بیشتر قادرند سطح بیشتری از حجم خاک را پوشش داده و آب بیشتری جذب کنند. ژنوتیپ‌های ۹ دیررس، ۱۲ دیررس و ۲۱ میان‌رس بالاترین و ۱۰ میان‌رس پایین‌ترین نسبت ریشه به اندام هوایی را داشتند. نسبت ریشه به اندام هوایی در زمان تنش رطوبتی در گیاه افزایش می‌یابد زیرا در هنگام تنش رطوبتی رشد اندام هوایی نسبت به ریشه کاهش بیشتری پیدا می کند که در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Taylor and Ratliff, 1969; Kmoch *et al.*, 1957). یکی از دلایل کاهش اندام هوایی نسبت به ریشه، کاهش سطح تعرق و افزایش جذب آب است. مطالعات Karcher و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که تحمل به خشکی ارقام انتخاب شده فسکیوی بلند با نسبت ریشه به اندام هوایی بالاتر در گلدان پایدارتر از انتخاب ارقام متحمل به خشکی در مزرعه صرفاً بر اساس صفات ظاهری می‌باشد. بیشترین عملکرد علوفه خشک (گرم در بوته) در ژنوتیپ‌های ۵ دیررس، ۵ و ۲۱ میان‌رس و کمترین مقدار در ۹ دیررس مشاهده شد. در اکثر گندمیان علوفه‌ای کاهش بخش هوایی یک مکانیسم مناسب جهت سازگاری با شرایط تنش شدید خشکی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]

می‌باشد (Karcher *et al.*, 2007). کاهش تولید در گندمیان علوفه‌ای در اثر تنش خشکی به کاهش در فتوسنتز، فشار آماس، رشد سلولی و کاهش سطح یا لوله‌ای شدن برگ و هم چنین تولید و افزایش رادیکال های آزاد اکسیژن نسبت داده شده است (Jiang and Huang, 2001; Durand *et al*., 1995). بسیاری از گندمیان علوفه‌ای و مرتعی ایران از جمله فسکیوی بلند از مقاومت بالا در برابر تنش خشکی برخوردار هستند بنابراین به نظر می‌رسد که این گیاهان می‌توانند منابع ژنتیکی مناسبی جهت اصلاح و توسعه گندمیان علوفه‌ای تحت شرایط خشکی را فراهم آورند (Gazanchian *et al*,. 2006).

نتیجه‌گیری کلی:

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنوع ژنتیکی بالایی بین ژنوتیپ‌های فسکیوی بلند مورد مطالعه از نظر تحمل به خشکی بر اساس خصوصیات سیستم ریشه‌ای وجود دارد که نوید بخش کارایی بالای روش‌های انتخاب در گزینش این صفات و بهبود تحمل به خشکی در این گونه است. نتایج حاکی از آن است که نسبت ریشه به اندام هوایی به عنوان یکی از معیارها برای انتخاب ارقام در شرایط تنش شدید می‌تواند مؤثر باشد. با این وجود انتخاب نهایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی به خواص دیگری از جمله توانایی تنظیم اسمزی، محتوای آب نسبی، هدایت روزنه‌ای و غیره نیز بستگی دارد که بایستی در مطالعات بعدی مورد بررسی قرار گیرد. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ ۲۱ میان‌رس (با منشأ اصفهان) از عملکرد بالا و خصوصیات مطلوب ریشه در سطح شاهد و تنش شدید برخوردار بود که می‌تواند پس از بررسی سایر ویژگی‌ها به عنوان ژنوتیپ متحمل به تنش خشکی در شرایط کمبود آب و به‌کارگیری در مطالعات بعدی پیشنهاد گردد.

منابع:

عبدالشاهی، ر.، طالعی، ع. امیدی، م. و یزدی صمدی، ب. (۱۳۸۹) مطالعه ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک وابسته به تحمل به خشکی در گندم نان، مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۲: ۲۵۸-۲۴۷.

Bonos, S. A., Rush, D., Hignigh, K. and Meyer, W. A. (2004) Selection for deep root production in tall fescue and perennial ryegrass. Crop Science 44: 1770-1775.

Burton, G. W., Devane, E. H. and Carter, R. L. (1954) Root penetration, distribution and activity in southern grasses measured by yield, drought symptoms and P_{32} uptake. Agronomy Journal 46: 229-233.

Carrow, R. N. and Duncan, R. R. (2003) Improving drought resistance and persistence in turf-type tall fescue. Crop Science 43: 978-984.

Dacosta, M. and Huang, B. (2006) Osmotic adjustment associated with variation in bentgrass tolerance to drought stress. Journal of the American Society for Horticultural Science 131: 338-344.

Durand, J. L., Onillone, B., Schnyder, H. and Rademacher, I. (1995) Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue. Journal of Experimental Botany 46: 1147-1155.

Ebrahimiyan, M., Majidi, M. M., Mirlohi, A. F. and Noroozi, A. (2013) Physiological traits related to drought tolerance in tall fescue. Euphytica 190: 401-414.

Ervin, E. H. and Koski, A. J. (1998) Drought avoidance aspects and crop coefficients of Kentucky bluegrass and tall fescue turfs in semiarid west. Crop Science 38: 788-795.

Farre, L. and Faci, J. M. (2009) Deficit irrigation in maze for reducing agricultural water use in a mediterranean enviroment. Agricultural Water Management 96: 383-394.

Gazanchian, A., Khosh Kholgh Sima, N. A., Malboobi, M. A. and Majidi Heravan, E. (2006) Relationships between emergence and soil water content for perennial cool season grasses native to Iran. Crop Science 46: 544-553.

Huang, B. and Gao, H. (2000) Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. Crop Science 40: 196-203.

Huang, B. Duncan, R. R. and Carrow, R .N. (1997) Drought resistance mechanisms of seven warm season turfgrasses under surface soil drying: I. shoot response. Crop Science 37: 1857-1863.

Jiang, Y. and Huang, B. (2001) Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrass in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science 41: 436-442.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]

Molyneux, D. E. and Davies, W. J. (1983) Rooting pattern and water relations of three pasture grasses growing in drying soil. Oecologia 58: 220–224.

Pande, H. and Singh, J. S. (1981) Comparative biomass and water status of four range grasses growth under two soil water conditions. Journal of Range Management 34: 480-484.

Serraj, R. Krishnamurthy, L. Kashiwagi, J. Kumar, J. Chandra, S. and Crouch, J. H. (2004) Variation in root traits of chickpea *(Cicer arietinum L.)* grown under terminal drought. Field Crops Research 88: 115-127.

Sheffer, K. M., Dunn, J. H. and Minner, D. D. (1987) Summer drought response and root in depth of three cool-season turfgrass. HortScience 22: 296-299.

Tas, S. and Tas, B. (2007) Some physiological responses of drought stress in wheat genotypes with different ploidity in Turkiye. Agricultural Sciences 3: 178-183.

Taylor, H. M. and Ratliff, L. F. (1969) Root elongation rates of cotton and peanuts as a function of soil strength and soil water content. Soil Science 108: 113-118.

Torbert, H. A., Edwards, J. H. and Pedersen, J. F. (1990) Fescues with large roots are drought tolerance. Applied Agricultural Research 5: 181-187.

Jongdee, B., Fukai, S. and Cooper, M. (2002) Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. Field Crops Research 76: 153-163.

Karcher, D. E., Richardson, M. D., Hignight, K. and Rush, D. (2008) Drought tolerance of tall fescue populations selected for high root/shoot ratios and summer survival. Crop Science 48: 771-777.

Karcher, D., Richardson, M. and Landreth, J. (2007) Drought tolerance of tall fescue and bluegrass cultivars. Agricultural Experiment Station Research Series 557: 17-20.

Khalid, K. H. A. (2006) Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of herbs *(Ocimum sp.).* Agrophysics 20: 289-296.

Kmoch, H. G., Raming, R. E., Fox, R. L. and Koelher, F. E. (1957) Root development of winter wheat as influenced by soil moisture and nitrogen fertilization. Agronomy Journal 49: 20-85.

Kriedemann, P. E. (1980) Stomata and photosynthetic limitations to leaf growth. Plant Physiology 13: 15-31.

Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005) Cold, salinity and drought stresses: an overview. Journal Biochemistry Biophysiology 444: 139-158.

Majidi, M. M., Mirlohi, A. F. and Amini, F. (2009) Genetic variation, heritability and correlations of agro-morphological traits in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Euphytica 167: 323-331.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]

Evaluation of forage yield and root characteristics of tall fescue (*Festuca arundinacea*) genotypes under drought stress

Fatemeh Pirnajmedin, Mohammad Mahdi Majidi* and Razieh Kiyani

Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agrricultuer, Isfahan University of Technology, Isfahan

(Received: 18 June 2013; Accepted: 8 Septamber 2013).

Abstract:

Drought stress represents the most limiting factors for agricultural productivity in arid and semiarid regions of the world. This experiment was conducted to evaluate some of the effects of drought stress on root morphological attributes and dry matter yield in tall fescue *Festuca arundinacea*. Twelve genotypes were assessed under three levels of moisture regime (non-stress, moderate drought stress and severe drought stress) according to a factorial experiment based on a completely randomized design with 3 replications in 2011. The genotypes were grown in the plastic pots (60×12 cm) and root traits were measured at 0-30 and 30-60 cm depths. Results indicated that the effects of moisture regime, genotype and their interaction were significant for all of the measured traits. Moderate drought led to significant increase in root dry weight, but severe drought did not affect it. With augmentation of the drought stress, the root/shoot ratio increased about 30 percent and 54% in 0-30 cm and 30-60 cm depth of root, respectively. Moderate and severe drought led to 15% and 30% decrease in plant dry weight, respectively. Some genotypes such as 21P produced high dry matter yield and expanded root system which could be used for future breeding programs.

Keywords: Drought stress, Root traits, Tall fescue

*Corresponding Author: majidi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1392.2.5.7.9]