

اثر تنش خشکی در مرحله گلدهی بر عملکرد دانه و اجزای آن در نمونه‌های بومی عدس

ورهرام رشیدی*

گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

چکیده

به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های عدس از نظر تحمل به خشکی در مرحله گلدهی آزمایشی بصورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سالهای ۹۲-۱۳۹۱ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × تنش خشکی برای همه صفات به جز ۵۰٪ سبز شدن، ۵۰٪ گلدهی و ارتفاع بوته معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفات نسبت به تنش خشکی بود. اثر متقابل سه جانبه سال × ژنوتیپ × سطوح تنش خشکی برای هیچیک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده تاثیر مشابه تنش خشکی روی ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه در دو سال زراعی بود. مقایسه میانگین صفات از نظر اثر متقابل ژنوتیپ × تنش خشکی نشان داد اگرچه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش عملکرد معنی‌داری داشتند، اما ژنوتیپ شای و ورزقان هم در شرایط بدون تنش خشکی و هم در شرایط واجد تنش، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری از خود نشان داد. در هر دو سال، شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند، بنابراین شاخص‌های برتر جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و با پتانسیل عملکرد بالا شناخته شدند، که بر اساس آنها ژنوتیپ‌های کلیر، قره داغ، هوراند دانه ریز، داغ قیه قشلاقی و شای و ورزقان به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه مرکب، تنش خشکی، عدس، شاخص تحمل

مقدمه

عدس (*Lens culinaris Medike.*)، از نظر تغذیه انسان، علوفه دام و در حاصلخیزی خاک در نظام‌های زراعی، در غرب آسیا و شمال آفریقا گیاهی با اهمیت می‌باشد (Sarker et al., 2004). اما عملکرد این گیاه در این مناطق اغلب پایین می‌باشد. در سه دهه اخیر، مطالعات متعددی در خصوص جمع آوری و تشریح ژرم پلاسما و ارقام بومی عدس در سطح جهان صورت گرفته است. این کلکسیون‌ها در برنامه‌های اصلاحی عدس مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (Fikiru et al., 2007). همچنین به دلیل خسارت قابل توجه تنش‌های محیطی (غیر زیستی) روی محصولات زراعی، در سال‌های اخیر بررسی واکنش گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Passioura, 2007).

از دیدگاه کشاورزی، خشکی عبارت از ناکافی بودن مقدار و توزیع آب قابل استفاده در طی دوره رشد گیاه که این امر موجب کاهش بروز توان کامل ژنتیکی گیاه می‌گردد (Shao et al., 2008). تنش خشکی یک عامل محیطی مهم و قابل توجه است که رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند (Rodriguez, 2006 ; Sangakkara et al., 2001). بطور کلی تنش خشکی موجب کاهش محتوی آب، تقلیل پتانسیل آب برگ و افت فشار تورگر، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد سلول‌ها می‌شود و در تنش‌های شدید ممکن است به توقف فرآیند فتوسنتز، تخریب متابولیسم و در نهایت مرگ گیاه منجر شود (Jaleel et al., 2008). عدس می‌تواند در نواحی نیمه خشک دنیا رشد بکند، اما در چنین مناطقی

عملکرد آن پایین ولی کیفیت آن بالا می‌باشد (Hussain Shah et al., 2013) و به دلیل سازگاری به شرایط کمبود آب و تنش خشکی در مناطق خشک بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد (Biccer and Sakar, 2010). بنابراین بررسی ژنوتیپ‌های جدید عدس برای توسعه ارقام متحمل با عملکرد قابل قبول در شرایط کمبود آب ضروری است (Tyagi and Khan, 2010). کشت عدس در ایران اغلب در مناطق دیم و به صورت سنتی صورت می‌گیرد و همین امر باعث می‌شود که این گیاه اغلب از خشکی بین فصل و انتهای فصل آسیب بیند (Sarker and Erskine, 2006). خشکی بیش از حد در طول گلدهی و پرشدن غلاف عملکرد عدس را کاهش می‌دهد (Hussain Shah et al., 2013). تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش طول دوره گلدهی، تعداد گل و عملکرد دانه در بوته می‌شود زیرا در این زمان گیاه دارای رشد رویشی فعال است و تنش در این مرحله باعث کاهش شدید رشد و عدم جبران آن در مراحل بعد می‌گردد (Ganjali and Nezami, 2008). حسینی و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که در گیاه عدس مرحله گلدهی حساسترین مرحله فنولوژیک به تنش خشکی بوده و انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله زایشی، خصوصاً مرحله گل دهی، عملکرد را به میزان ۵۲ درصد نسبت به شرایط بدون آبیاری افزایش داد. کاهش عملکرد دانه عدس تحت شرایط کمبود آب در نتیجه کاهش عملکرد دانه در هر بوته و تعداد غلاف در هر بوته می‌باشد. بنابراین، بهبود سازگاری عدس نسبت به تنش خشکی، نیازمند بهبود تحمل به کمبود آب در مرحله گلدهی و غلاف دهی است

متحمل ترین ژنوتیپ و برترین شاخص تحمل به تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. در این آزمایش ۱۵ ژنوتیپ که اکثر آنها نمونه‌های بومی جمع‌آوری شده از برخی شهرها و مناطق استان آذربایجان شرقی بودند، استفاده گردید (جدول ۱).

(Salehiet al., 2008). تنش خشکی و کمبود آب در میزان اجزای عملکرد عدس نیز تاثیر بسزایی دارد به طوریکه در مطالعات پاناھیان کیوی و همکاران (۲۰۰۹) سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه گردید. کایان (۲۰۰۸) در مطالعه دو رقم عدس اظهار داشت که بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی با تاثیر منفی بر گلدهی سبب تشکیل ضعیف دانه و پرشدن دانه خواهد گردید و بدین ترتیب عملکرد دانه را کاهش داد. با توجه به فرضیه "واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های عدس نسبت به تنش خشکی در مرحله زایشی"، هدف از انجام این تحقیق ارزیابی ژنوتیپ‌های بومی عدس نسبت به تنش خشکی در مرحله زایشی از نظر عملکرد و اجزای آن طی دو سال آزمایش و معرفی

جدول ۱- شماره و نام توده‌های بومی عدس بر اساس محل جمع‌آوری

شماره	نام	شماره	نام	شماره	نام
۱	کانادا	۶	اردبیل	۱۱	ورزقان
۲	اهر	۷	هوراند	۱۲	قره داغ دانه ریز
۳	کلیبر	۸	خاروانا	۱۳	علویق ورزقان
۴	کانادا دانه ریز	۹	هوراند دانه ریز	۱۴	شاوی ورزقان
۵	قره داغ	۱۰	داغ قیه قشلاقی	۱۵	لیملو اهر

کاشت به طول ۲ متر، فواصل خطوط ۲۰ سانتیمتر و فاصله بوته در هر خط کاشت ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. آبیاری اول بلافاصله پس از اتمام کاشت، برای هر دو شرایط انجام و آبیاری‌های بعدی نیز با توجه به روند رشد، فنولوژی گیاه و شرایط آب و هوایی منطقه، تقریباً به فاصله هر ۱۰ روز یکبار انجام گردید. تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی بوته‌های هر واحد آزمایشی

آزمایش در هر دو سال بصورت اسپیلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. عامل اصلی تنش خشکی در دوسطح (شاهد و تنش در مرحله گلدهی) و عامل فرعی ۱۵ نمونه بومی عدس بود. فواصل بین کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی به ترتیب ۵۰ و ۳۰ سانتی متر و فاصله بین تکرارها ۱ متر در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی، متشکل از ۴ خط

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل سه جانبه سال \times ژنوتیپ \times سطوح تنش خشکی برای هیچ‌یک از صفات مورد مطالعه در این تحقیق معنی‌دار نبود که بیانگر واکنش مشابه ژنوتیپ‌ها به سطوح تنش خشکی در دو سال آزمایش می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ \times تنش خشکی به جز برای صفات زمان ۵۰٪ سبز کردن، زمان ۵۰٪ گلدهی و ارتفاع بوته از لحاظ سایر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفات نسبت به تنش خشکی می‌باشد. همچنین اثر متقابل سال \times ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات به غیر از صفات زمان سبز شدن و وزن هکتولتر دانه‌ها از نظر سایر صفات واکنش‌های متفاوتی در دو سال نشان دادند. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت که حاکی از وجود تنوع قابل ملاحظه بین ارقام مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۲). تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و اجرای عملکرد عدس توسط سایر پژوهشگران (حسین و همکاران، ۲۰۰۸ و حسین‌شاه و همکاران، ۲۰۱۳) نیز گزارش شده است. مقایسه میانگین صفات از نظر اثر متقابل ژنوتیپ \times تنش خشکی نشان داد اگرچه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش خشکی کاهش عملکرد معنی‌داری داشتند. اما ژنوتیپ شای و رزقان در شرایط بدون تنش خشکی بیشترین عملکرد را بخود اختصاص داد هرچند که این ژنوتیپ که بدین وسیله توانسته از تنش خشکی آخر فصل فرار

تا مرحله رسیدگی و برداشت، برای کرت‌های اصلی تحت تیمار تنش اعمال شد. عملیات داشت به غیر از آبیاری برای کلیه واحدهای آزمایشی بصورت یکنواخت انجام شد. برای نمونه برداری تعداد ۱۰ بوته در حال رقابت به صورت تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و علامت‌گذاری شد. جهت اندازه‌گیری برخی صفات نیز مانند وزن صد دانه و عملکرد دانه با حذف حاشیه‌ها از کل واحد آزمایشی اندازه‌گیری شدند. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از: زمان ۵۰٪ سبز شدن، زمان ۵۰٪ گلدهی، زمان رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، طول غلاف، وزن صد دانه، وزن هکتولتر و عملکرد دانه.

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و برقراری مفروضات تجزیه واریانس و آزمون یکنواختی خطای آزمایش در دو سال، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. مقایسه میانگین براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. جهت تعیین تحمل ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی از شاخص‌های MP، GMP، HARM، STI، SSI و TOL استفاده شد. برای تعیین بهترین شاخص‌ها ضریب همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد دانه تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی محاسبه شد. همچنین جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس شاخص‌های برتر، از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده گردید و از تجزیه تابع تشخیص برای تأیید محل مناسب برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم افزارهای SPSS، MSTAT-C و EXCEL استفاده شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات در ژنوتیپ‌های عدس تحت شرایط تنش خشکی در دوسال

تعداد غلاف در بوته	میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
	ارتفاع بوته	زمان رسیدگی	زمان گلدهی	زمان سبز شدن		
۳۷۵/۱۷**	۱۸/۲۸	۱۵۳/۶۰*	۲۹**	۱۵	۱	سال
۹/۰۷	۴/۷۱	۱۵/۸۲	۱/۲۴	۷/۷۳	۶	تکرار در سال
۵۵۶۷/۲۰	۳۹/۰۹	۵۴۹۱/۲۶**	۲/۴۰	۰/۰۱	۱	تنش خشکی
۵۶/۲۷**	۳/۱۷	۰/۶۰	۰/۲۶	۰/۰۱	۱	سال × تنش خشکی
۱/۷۳	۲/۴۴	۱/۳۵	۰/۶۲	۰/۱۳	۶	خطای اصلی
۷۱/۶۰	۱۷۳/۴۲**	۳۳۸/۲۱**	۵۶۵/۶۸**	۹/۲۹**	۱۴	ژنوتیپ
۱۱۶/۹۲**	۸/۹۰**	۱۴/۵۴۶**	۳/۰۳**	۰/۲۸	۱۴	سال × ژنوتیپ
۲۸/۶۲**	۲/۰۷	۴/۹۸**	۰/۸۷	۰/۵۵	۱۴	ژنوتیپ × تنش خشکی
۸/۱۰	۰/۸۶	۱/۴۳	۰/۵۴	۰/۲۴	۱۴	سال × ژنوتیپ × تنش خشکی
۷/۰۷	۲/۳۶	۲/۵۱	۱/۳۱	۰/۵۰	۱۶۸	خطای فرعی
۱۲/۱۷	۶/۴۳	۱/۹۵	۲/۰۴	۷/۵۴	-	ضریب تغییرات (%)

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ادامه جدول ۲

تعداد غلاف در بوته	میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
	ارتفاع بوته	زمان رسیدگی	زمان گلدهی	زمان سبز شدن		
۱۷۰/۸۷	۷/۱۹۷	۰/۰۶۶**	۰/۰۸۷**	۰/۰۰۱	۱	سال
۳۶/۹۰۸	۳/۱۴۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۶	تکرار در سال
۲۲۳۹۵/۹۳**	۸۶۱/۸۴۶**	۲۵/۷۶۱**	۱/۲۲۴**	۰/۸۳۶**	۱	تنش خشکی
۱/۷۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱	سال × تنش خشکی
۲۵/۱۵	۰/۸۷۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۶	خطای اصلی
۳۳۳۸/۵۹**	۸۹/۴۳۲**	۶/۲۸۲**	۰/۲۲۱**	۰/۰۴۹**	۱۴	ژنوتیپ
۲۶/۱۲**	۳/۴۹۲	۰/۰۱۳*	۰/۰۱۴**	۰/۰۰۲*	۱۴	سال × ژنوتیپ
۱۶۵/۶۶**	۱۶/۴۲۷**	۰/۲۲۶**	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۶**	۱۴	ژنوتیپ × تنش خشکی
۶/۳۱	۱/۷۹۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۱۴	سال × ژنوتیپ × تنش خشکی
۱۰/۰۵	۲/۲۴۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۱۶۸	خطای فرعی
۹/۴۸	۱/۸۸	۱/۶۱	۴/۶۷	۲/۳۶	-	ضریب تغییرات (%)

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۳ - قسمتی از جدول مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های عدس برای اثرات متقابل دو جانبه ژنوتیپ × خشکی

a₁: بدون تنش، a₂: تنش خشکی. ۱، ۲، ۱۱ و ۱۴: به ترتیب ژنوتیپهای کانادا، اهر، ورزقان و شای و ورزقان

اثرات متقابل	زمان رسیدگی	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف (cm)	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (g)	وزن هکتولتر (kg/100L)	عملکرد دانه (g.m ²)
a ₁ × 1	۹۵	۲۶/۴۴	۱/۲۵	۱/۱۰	۵/۸۲	۸۰/۲۸	۲۷/۳۹
a ₁ × 2	۹۵/۲۵	۲۶/۲۵	۱/۲۷	۱/۰۳	۴/۴۴	۸۲/۱۵	۲۸/۶۶
a ₁ × 11	۹۲/۳۸	۲۹/۱۱	۱/۳۳	۱/۰۸	۵/۸۴	۸۱/۰۱	۱۶/۰۳
a ₁ × 14	۸۱/۱۳	۲۶/۲۳	۱/۱۳	۱/۳۹	۳/۹۸	۸۵/۸۰	۷۳/۸۴
a ₂ × 1	۸۴/۶۳	۱۲/۸۳	۱/۱۷	۰/۹۲	۵/۰۱	۷۷/۹۹	۸/۷۲
a ₂ × 2	۸۳/۳۸	۱۲/۹۲	۱/۱۱	۰/۸۵	۴/۰۱	۷۴/۴۳	۴/۶۸
a ₂ × 11	۸۳/۳۸	۲۰/۲۵	۱/۱۹	۰/۹۸	۴/۸۰	۷۶/۸۶	۴/۱۵
a ₂ × 14	۷۰/۸۸	۱۸/۸۶	۱/۰۵	۱/۲۵	۳/۳۵	۸۲/۹۰	۴۹/۴۴
LSD /۵	۲/۲۱	۳/۷۱	۰/۰۴۴	۰/۰۷۷	۰/۱۱۶	۲/۰۹	۴/۴۲۵

گل‌ها و عدم تشکیل دانه می‌شود. بنابراین بهبود سازگاری عدس نسبت به تنش خشکی، نیازمند بهبود تحمل به کمبود آب در مرحله گلدهی و غلاف دهی است (Salehi et al., 2008).

مقایسه میانگین صفات برای متوسط دوسال نشان داد که ژنوتیپ شای و ورزقان با متوسط عملکرد دوسالانه بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. علت برتری این ژنوتیپ به سایر ژنوتیپ‌ها داشتن وزن هکتولتر بالاتر، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته بیشتر و همچنین زودرسی آن می‌باشد (جدول ۴). در مطالعات پاناهیان کیوی و همکاران (۲۰۰۹) نیز تنش خشکی سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه شد. یکی از اجزای عملکرد در واحد سطح، تعداد غلاف در بوته می‌باشد که می‌تواند تا حدودی تعیین کننده عملکرد نهایی در مزرعه باشد.

بکند. کمترین مقدار عملکرد مربوط به ژنوتیپ‌های ورزقان، اهر و کانادا در شرایط تنش خشکی بود. از نظر سایر صفات نیز کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش ارزش داشتند اگرچه میزان این افت در همه ژنوتیپ‌ها به یک اندازه نبود (جدول ۳).

تسفوی و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی اثرات سه رژیم آبیاری (بدون تنش، تنش در زمان گلدهی و تشکیل غلاف و تنش در زمان پر شدن دانه) دریافتند بیشترین کاهش عملکرد با اعمال تنش خشکی در زمان گلدهی و تشکیل غلاف حاصل می‌گردد و بدین ترتیب این مرحله را حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش معرفی نمودند. امیری ده احمدی و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه اثر تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژیکی بر عملکرد دانه، کمترین عملکرد دانه را مربوط به تنش در مرحله گلدهی دانستند و بیان نمودند که تنش در این مرحله باعث ریزش

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های عدس بر اساس متوسط دوسال

ژنوتیپ	زمان سبز شدن	زمان گلدهی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف (cm)
۱	۱۰/۵۶	۶۶/۷۵	۲۹/۴۳	۱۹/۶۴	۱/۲۱
۲	۱۰/۸۸	۶۶/۵۰	۲۸/۸۶	۱۹/۵۸	۱/۱۹
۳	۸/۸۸	۵۱/۶۹	۲۱/۱۱	۲۴/۰۵	۱/۳۲
۴	۱۰/۳۸	۶۴/۶۹	۲۹/۶۰	۱۹/۹۷	۱/۲۲
۵	۸/۹۴	۵۲/۷۵	۲۲/۱۱	۲۳/۴۶	۱/۲۲
۶	۸/۹۴	۵۳/۵۰	۲۲/۶۱	۲۲/۱۳	۱/۲۲
۷	۸/۵۶	۵۲/۵۰	۲۱/۷۸	۱۹/۷۱	۱/۱۹
۸	۹/۳۸	۵۳/۰۶	۱۹/۹۱	۲۴/۵۱	۱/۱۰
۹	۹/۰۰	۵۱/۸۱	۲۳/۳۴	۲۳/۴۹	۱/۱۸
۱۰	۹/۱۹	۵۳/۳۸	۲۲/۸۱	۲۲/۷۵	۱/۲۳
۱۱	۱۰/۵۶	۶۴/۸۸	۲۸/۰۳	۲۴/۶۸	۱/۲۶
۱۲	۹/۱۹	۵۳/۴۴	۲۱/۹۲	۲۲/۱۱	۱/۲۴
۱۳	۸/۹۴	۵۲/۵۰	۲۲/۲۴	۱۷/۶۴	۱/۲۲
۱۴	۸/۷۵	۵۱/۹۴	۲۲/۰۷	۲۲/۵۵	۱/۰۹
۱۵	۹/۶۳	۵۵/۳۸	۲۲/۳۴	۲۱/۴	۱/۲۲
LSD %۵	۰/۹۹۵	۱/۶۰۰	۲/۱۴۵	۳/۷۱۰	۰/۰۴۴

ادامه جدول ۴

ژنوتیپ	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (g)	وزن هکتولیتتر (kg/100L)	عملکرد دانه (g.m ²)
۱	۱۰/۶۴	۱/۰۱	۵/۴۲	۷۹/۱۳	۱۸/۰۵
۲	۱۱/۷۵	۰/۹۴	۴/۲۲	۷۸/۲۹	۱۶/۶۷
۳	۱۸/۹۷	۱/۲۵	۵/۱۵	۸۲/۳۵	۴۹/۴۳
۴	۱۱/۳۱	۰/۹۴	۵/۰۹	۷۸/۷۵	۱۷/۸۸
۵	۲۰/۰۹	۱/۰۴	۶/۱۵	۷۹/۱۶	۴۴/۴۳
۶	۱۷/۰۵	۱/۱	۵/۴۹	۷۶/۳۲	۳۰/۷۱
۷	۱۷/۵۴	۱/۱۲	۵/۳۹	۷۸/۰۱	۳۲/۲۵
۸	۲۷/۰۲	۱/۳۲	۴/۳۲	۸۱/۸۴	۳۷/۶۱
۹	۲۲/۲۵	۱/۱۴	۵/۲۸	۸۲/۴۸	۴۶/۸۲
۱۰	۱۴/۶۲	۱/۰۹	۵/۳۸	۷۸/۴۱	۴۴/۵۹
۱۱	۱۴/۴۴	۱/۰۳	۵/۳۲	۷۸/۹۳	۱۰/۰۹
۱۲	۱۹/۲۱	۱/۱۶	۵/۶۲	۷۸/۶۱	۳۷/۲۶
۱۳	۱۴/۲۷	۱/۰۹	۵/۵۶	۷۷/۴۰	۲۹/۸۸
۱۴	۲۶/۶۳	۱/۳۲	۳/۶۷	۸۴/۳۵	۶۱/۶۴
۱۵	۱۳/۶۹	۱/۱۱	۵/۰۹	۸۰/۸۸	۲۴/۱۲
LSD %۵	۳/۳۴۰	۰/۰۷۷	۰/۱۱۷	۲/۰۹۰	۴/۴۲۵

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های کمی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس در سال اول آزمایش

شماره ارقام	(YP)	(YS)	MP	GMP	HARM	STI	SSI	TOL
۱	۲۹/۹	۹/۸۴	۱۹/۸۷	۱۷/۱۵	۱۴/۸۱	۰/۱۶	۱/۴۶	۲۰/۰۶
۲	۳۰/۳۸	۳/۶۴	۱۷/۰۱	۱۰/۵۲	۶/۵	۰/۰۶	۱/۹۱	۲۶/۷۴
۳	۵۷/۱	۳۵/۰۴	۴۶/۰۷	۴۴/۷۳	۴۳/۴۳	۱/۱۲	۰/۸۴	۲۲/۰۶
۴	۲۳/۵۱	۱۴/۲۷	۱۸/۸۹	۱۸/۳۲	۱۷/۷۶	۰/۱۹	۰/۸۵	۹/۲۴
۵	۵۵/۴۴	۳۰/۵۲	۴۲/۹۸	۴۱/۱۳	۳۹/۳۷	۰/۹۴	۰/۹۸	۲۴/۹۲
۶	۳۴/۹۶	۲۴/۰۴	۲۹/۵	۲۸/۹۹	۲۸/۴۹	۰/۴۷	۰/۶۸	۱۰/۹۲
۷	۴۴/۱۵	۱۸/۴	۳۱/۲۸	۲۸/۵	۲۵/۹۷	۰/۴۵	۱/۲۷	۲۵/۷۵
۸	۴۷/۲۶	۲۶/۹	۳۷/۰۸	۳۵/۶۶	۳۴/۲۹	۰/۷۱	۰/۹۴	۲۰/۳۶
۹	۵۶	۳۴/۰۶	۴۵/۰۳	۴۳/۶۷	۴۲/۳۶	۱/۰۶	۰/۸۵	۲۱/۹۴
۱۰	۵۲/۰۴	۳۷/۲	۴۴/۶۲	۴۴/۰۰	۴۳/۳۹	۱/۰۸	۰/۶۲	۱۴/۸۴
۱۱	۱۵/۶۶	۳/۳۴	۹/۵	۷/۲۳	۵/۵۱	۰/۰۳	۱/۷۱	۱۲/۳۲
۱۲	۴۴/۱۳	۲۸/۶۳	۳۶/۳۸	۳۵/۵۴	۳۴/۷۳	۰/۷۱	۰/۷۶	۱۵/۵
۱۳	۳۷/۰۰	۱۳/۵۱	۲۸/۴۴	۲۴/۲۱	۲۰/۶	۰/۳۳	۱/۵۰	۲۹/۸۶
۱۴	۷۱/۳۵	۴۸/۵	۵۹/۹۳	۵۸/۸۳	۵۷/۷۵	۱/۹۳	۰/۷۰	۲۲/۸۵
۱۵	۲۹/۷۴	۱۴/۷	۲۲/۲۲	۲۰/۹۱	۱۹/۶۷	۰/۲۴	۱/۱۰	۱۵/۰۴

جدول ۶- مقادیر شاخص‌های کمی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس در سال دوم آزمایش

شماره ارقام	(YP)	(YS)	MP	GMP	HARM	STI	SSI	TOL
۱	۲۴/۸۸	۷/۶	۱۶/۲۴	۱۳/۷۵	۱۱/۶۴	۰/۱	۱/۵۸	۱۷/۲۸
۲	۲۶/۹۴	۵/۷۲	۱۶/۳۳	۱۲/۴۱	۹/۴۴	۰/۰۸	۱/۷۹	۲۱/۲۲
۳	۶۵/۵۹	۴۰/۰۱	۵۲/۸	۵۱/۲۳	۴۹/۷	۱/۳۶	۰/۸۹	۲۵/۵۸
۴	۲۰/۲۵	۱۳/۴۹	۱۶/۸۷	۱۶/۵۳	۱۶/۱۹	۰/۱۴	۰/۷۶	۶/۷۶
۵	۵۷/۱۹	۳۴/۵۷	۴۵/۸۸	۴۴/۴۶	۴۳/۰۹	۱/۰۳	۰/۹	۲۲/۶۲
۶	۳۶/۱	۲۷/۷۳	۳۱/۹۲	۳۱/۶۴	۳۱/۳۷	۰/۵۲	۰/۵۳	۸/۳۷
۷	۴۶/۳۶	۲۰/۱۱	۳۳/۲۴	۳۰/۵۳	۲۸/۰۵	۰/۴۸	۱/۲۹	۲۶/۲۵
۸	۴۹	۲۷/۳	۳۸/۱۵	۳۶/۵۷	۳۵/۰۶	۰/۷	۱/۰۱	۲۱/۷
۹	۵۹/۷۱	۳۷/۵۳	۴۸/۶۲	۴۷/۳۴	۴۶/۰۹	۱/۱۷	۰/۸۴	۲۲/۱۸
۱۰	۵۳/۳۴	۳۵/۸	۴۴/۵۷	۴۳/۷	۴۲/۸۴	۰/۹۹	۰/۷۵	۱۷/۵۴
۱۱	۱۶/۴	۴/۹۶	۱۰/۶۸	۹/۰۲	۷/۶۲	۰/۰۴	۱/۵۹	۱۱/۴۴
۱۲	۴۶/۲۴	۳۰/۰۲	۳۸/۱۳	۳۷/۲۶	۳۶/۴۱	۰/۷۲	۰/۸	۱۶/۲۲
۱۳	۴۶/۴۱	۱۶/۲۳	۳۱/۳۲	۲۷/۴۵	۲۴/۰۵	۰/۳۹	۱/۴۸	۳۰/۱۸
۱۴	۷۶/۳۳	۵۰/۳۸	۶۳/۳۶	۶۲/۰۱	۶۰/۷	۲	۰/۷۷	۲۵/۹۵
۱۵	۳۲/۹۸	۱۹/۰۷	۲۶/۰۳	۲۵/۰۸	۲۴/۱۷	۰/۳۳	۰/۹۶	۱۳/۹۱

J, 1981). برآورد همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش نشان داد (جداول ۸ و ۷) که در هر دو سال زارعی، شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند. شاخص‌هایی که دارای همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه در دو محیط تنش‌دار و بدون تنش باشند، به عنوان بهترین شاخص شناخته می‌شوند (Fernandez, 1992). بنابراین در تحقیق حاضر شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI که دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند، در هر دو سال زارعی شاخص‌های برتر جهت شناسایی ارقام متحمل به تنش خشکی و با پتانسیل عملکرد بالا شناخته شدند. براساس این شاخص‌ها در هر دو سال زارعی، ژنوتیپ‌های کلیبر (۳)، قره داغ (۵)، هوراند دانه ریز (۹)، داغ قیه قشلاقی (۱۰) و شاوی ورزقان (۱۴)، به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکیدر مرحله زایشی شناسایی شدند. در حالی که ارقام کانادا (۱)، اهر (۲)، کانادا دانه ریز (۴) و ورزقان (۱۱)، ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی و با حداقل پتانسیل عملکرد بودند.

جهت گروه‌بندی ارقام براساس چهار شاخص منتخب MP، GMP، HARM و STI تجزیه خوشه‌ای در سال اول، ژنوتیپ‌ها را در دو خوشه قرار داد (شکل ۱). در حالی که در سال دوم، ژنوتیپ‌ها در سه خوشه قرار گرفتند (شکل ۲). معنی‌دار بودن آماره ویلکاکس لامبدا در تجزیه تابع تشخیص کانونیک،

حسینی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که اعمال تنش خشکی در مرحله شروع غلاف بندی سبب کاهش باروری و لقاح شده که در نهایت باعث کاهش شدید در تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته می‌گردد.

به منظور تعیین میزان تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس، شاخص‌های MP، GMP، HARM، STI، TOL و SSI محاسبه شدند (جداول ۵ و ۶). در هر دو سال زارعی، ژنوتیپ‌های شاوی ورزقان (۱۴)، کلیبر (۳)، هوراند دانه ریز (۹)، قیه قشلاق کوهستانی (۱۰) و قره داغ (۵) بیشترین میزان شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI را دارا بودند، لذا نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی داشتند.

فرناندز (۱۹۹۲) بیان داشت که ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI، دارای تحمل بیشتری به تنش خشکی می‌باشند. ولی روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) گزارش نمودند که شاخص MP باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکرد بالایی دارند اما تحمل آنها به تنش پایین است. از نظر شاخص SSI در هر دو سال زارعی، کمترین مقادیر متعلق به ارقام شاوی ورزقان (۱۴)، داغ قیه قشلاقی (۱۰) و اردبیل (۶) بود، با این تفاوت که در سال دوم علاوه بر ارقام مذکور، رقم کانادا دانه ریز (۴) نیز کمترین مقدار را داشت. از نظر شاخص TOL در هر دو سال زارعی، ژنوتیپ‌های کانادا دانه ریز (۴) و اردبیل (۶) از کمترین میزان برخوردار بودند. مقادیر کم شاخص‌های SSI و TOL سبب انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی می‌گردد (Fischer, Rosielle and Hambelin and Maurer, 1978).

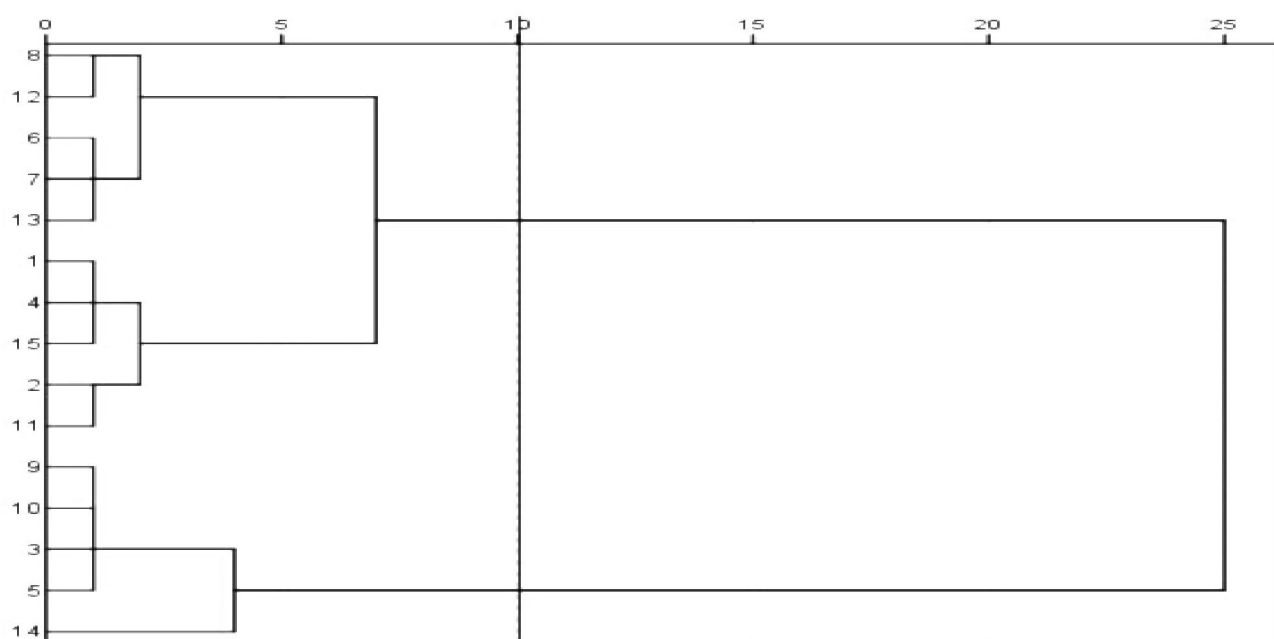
نشانهگر صحت گروه بندی انجام یافته است (جداول ۹ و ۱۰).

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص های تحمل به خشکی ژنوتیپ های عدس در سال اول

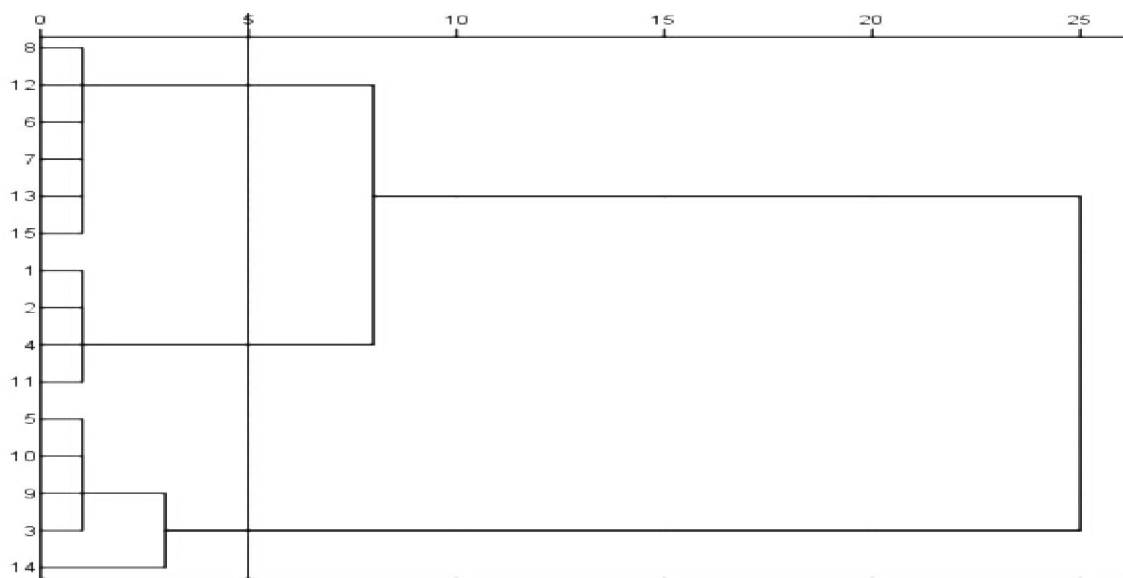
SSI	STI	HARM	GMP	MP	Y _S	Y _P	
						۰/۹۱**	Y _S
					۰/۹۷۴**	۰/۹۸**	MP
				۰/۹۹۵**	۰/۹۹**	۰/۹۵۷**	GMP
			۰/۹۹۸*	۰/۹۸۷**	۰/۹۹۶**	۰/۹۳۷**	HARM
		۰/۹۶۸**	۰/۹۷۱**	۰/۹۷۲**	۰/۹۶۷**	۰/۹۳۵**	STI
	-۰/۶۸۷**	-۰/۸۰۹**	-۰/۷۷۴**	-۰/۷۱۴**	-۰/۸۳۶**	-۰/۵۷۷*	SSI
۰/۳۷۹	۰/۲۰۴	۰/۱۴۶	۰/۲۰۷	۰/۲۹۶	۰/۰۷۳	۰/۴۸	TOL

جدول ۸- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص های تحمل به خشکی ژنوتیپ های عدس در سال دوم

SSI	STI	HARM	GMP	MP	Y _S	Y _P	
						۰/۹۲۹**	Y _S
					۰/۹۷۸**	۰/۹۸۶**	MP
				۰/۹۹۸**	۰/۹۸۹**	۰/۹۷۳**	GMP
			۰/۹۹۸*	۰/۹۹۲**	۰/۹۹۵**	۰/۹۵۹**	HARM
		۰/۹۷۱**	۰/۹۷۳**	۰/۹۷۳**	۰/۹۶۴**	۰/۹۴۹**	STI
	-۰/۵۸۲*	-۰/۶۹۹**	-۰/۶۶۳**	-۰/۶۱۴*	-۰/۷۵۰**	-۰/۴۸۸	SSI
۰/۲۵۸	۰/۴۸۳	۰/۴۴۳	۰/۴۹۱	۰/۵۴۸*	۰/۳۶۰	۰/۶۷۹**	TOL



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های عدس در سال اول



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس در سال دوم

کل داشتند. به طور کلی با توجه به اینکه خوشه دوم در سال اول و خوشه سوم در سال دوم به عنوان خوشه مطلوب مشخص شد، بنابراین ژنوتیپ‌های مشترک قرار گرفته در این خوشه‌ها که متشکل از کلیبر (۳)، قره داغ (۵)، هوراند دانه ریز (۹)، قیه قشلاقی (۱۰) و شاوی ورزقان (۱۴) ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی محسوب می‌شوند. از تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های تحمل به خشکی، در تحقیقات دیگر نیز استفاده شده است (اسدی چالش‌تری و همکاران، ۱۳۸۵ و Salehi et al., 2005).

میانگین و درصد انحراف از میانگین کل برای هر یک از خوشه‌ها در جداول ۱۱ و ۱۲ قابل مشاهده است. در سال اول، خوشه دوم که شامل ژنوتیپ‌های کلیبر (۳)، قره داغ (۵)، هوراند دانه ریز (۹)، قیه قشلاقی (۱۰) و شاوی ورزقان (۱۴) از نظر هر چهار شاخص منتخب MP، GMP، HARM و STI ارزش بیشتری نسبت به میانگین کل نشان دادند. در حالی که در سال دوم خوشه سوم شامل ژنوتیپ‌های قره داغ (۵)، داغ قیه قشلاقی (۱۰)، هوراند دانه ریز (۹)، کلیبر (۳) و شاوی ورزقان (۱۴) از لحاظ شاخص‌های مذکور ارزش بیشتری نسبت به میانگین

جدول ۹- تجزیه تابع تشخیص کانونیک براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس در سال اول

تابع	ویلکس لامبدا	کی دو	سطح معنی‌داری
۱	۰/۳۰۵	۱۳/۶۶۶	۰/۰۰۳**

جدول ۱۰- تجزیه تابع تشخیص کانونیک براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس در سال دوم

تابع	ویلکس لامبدا	کی دو	سطح معنی داری
۱	۰/۰۳۲	۳۷/۷۸۸	۰/۰۰۰**
۲	۰/۵۱۲	۷/۳۷۴	۰/۰۲۵*

جدول ۱۱- میانگین کل و میانگین هر خوشه از ژنوتیپ‌های عدس براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس در سال اول

خوشه	ژنوتیپ	MP	GMP	HARM	STI
۱	۱، ۲، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۵	۲۵/۰۲	۲۲/۷	۲۰/۸۳	۰/۳۳
۲	۳، ۵، ۹، ۱۰ و ۱۴	۴۷/۷۳	۴۶/۴۷	۴۵/۲۶	۱/۲۳
	میانگین کل	۳۲/۵۹	۳۰/۶۳	۲۸/۹۷	۰/۶۳

جدول ۱۲- میانگین کل و میانگین هر خوشه از ژنوتیپ‌های عدس براساس شاخص‌های منتخب تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های عدس در سال دوم

خوشه	ژنوتیپ	MP	GMP	HARM	STI
۱	۱، ۲، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۵	۳۳/۱۳	۳۱/۴۲	۲۹/۸۵	۰/۵۲
۲	۱، ۲، ۴، ۱۱ و ۱۴	۱۵/۰۳	۱۲/۹۳	۱۱/۲۲	۰/۰۹
۳	۳، ۵، ۹، ۱۰ و ۱۴	۵۱/۰۵	۴۹/۷۵	۴۸/۴۸	۱/۳۱
	میانگین کل	۳۴/۲۸	۳۲/۶	۳۱/۱	۰/۶۷

نتیجه گیری کلی

کاهش برای همه ژنوتیپ‌ها یکسان نبود و ژنوتیپ‌هایی مانند شاوی و رزقان با توجه به زودرسی و داشتن وزن هکتولتر دانه بالاتر، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته بیشتر

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنش خشکی در مرحله زایشی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های عدس می‌شود، اما با توجه به تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ‌های بومی عدس، این

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات خانم مهندس سمن چلیبانی و خانم مهندس مهناز شریفی که در اجرای طرح با اینجانب همکاری صمیمانه داشتند قدردانی می‌شود.

هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط بدون تنش خشکی برتری قابل توجهی از خود نشان دادند.

منابع

اسدی چالش تری، سعید، عبدالله حسن زاده قورت تپه و امیر فیاض مقدم. ۱۳۸۵. بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی در توده‌های بومی عدس زراعی استان آذربایجان غربی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳ (۲): ۸۰-۸۹.

Amiri Deh Ahmadi SR, Parsa M, Nezami A, Ganjeali A. 2011. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicerarietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research. 1(2): 69-84.

Biccer BT, Sakar D. 2010. Heritability of yield and its components in lentil (*Lensculinaris* Medik.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(1): 30-35.

Fernandez, GCJ. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.), Proc. Int. Sympos. Adaptation of vegetative and other food crops in temperature and water stress. Publication. Tainan, Taiwan. 13-18 Aug. 257-270.

Fikuru E, Tesfaye K, Bekele E. 2007. Genetic diversity and population structure of Ethiopian lentil (*Lens culinaris* Medikus) landraces as revealed by ISSR marker. African Journal of Biotechnology. 6(12): 1460-1468.

Fischer RA, Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.

Ganjali A, Nezami A. 2008. Ecophysiology and determinatives yield of pulses in pulses. JDM Press. Iran. p. 500. (In Persian).

Jaleel CA, Manivannan P, Lakshmanan GMA, Gomathinayagam M, Panneerselvam R. 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits. Colloids Surf. B: Biointerfaces, 61: 298-303.

Hossain A, Khan M, Nurul Islam MSA, Kalimuddin M, Nag BL. 2008. Response of rainfed lentil to method of sowing and fertilizer placement. Pakistan Journal of Agriculture Research, 21 (1-4): 15-21.

Hosseini FS, Nezami A, Parsa M, Hajmohammadnia Ghalibaf, K, 2011. Effects of Supplementary Irrigation on Yield and Yield Components of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Cultivars in Mashhad Climate Journal of Water and Soil. 25(3): 625- 633.

Hussain Shah B, Munir J K, Khetran A, Aziakurd A, Sadiq N. 2013. Evaluation and selection of cold and drought resistant lentil genotypes for Highlands of Balochistan Sarhad Journal of Agriculture, 29(4): 511-513.

Kayan N. 2008. Variation for yield components in two winter sown lentil cultivars (*Lens culinaris* Medik.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 14(5): 460-465.

- Panahyan-e-Kivi M, Ebadi A, Tobeh A, Jamaati-e-SomarinSh. 2009. Evaluation of Yield and Yield Components of Lentil Genotypes under Drought Stress. Research Journal of Environmental Sciences, 3: 456-460.
- Passioura J. 2007. The drought environment: Physical, biological and agricultural perspectives. J. Exp. Bot. 2: 113-117.
- Rodriguez L. 2006. Drought and drought stress on south Texas landscape plants. San Antonio Express News.http:// bexar – Tx. T. Tamu.Edu.
- Rosielle AA, Hamblin J.1981. Theatrical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21: 943-946.
- Sabaghpour SH, Safikhani M, Sarker A, Ghaffari A, Ketata H. 2004. Present status and future prospects of lentil cultivation in Iran. In: Proceeding of 5th European Conference on Grain Legumes. 7-11 Jue, Dijon, France.
- Salehi M, Haghazari A, Shekari F, Nemati N. 2005. Study of drought tolerance indices in lentil varieties. Proceeding of the 1 National Pulse Crops Symposium of Iran.19-20 December, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.pp. 165.
- Salehi M, Haghazari A, Shekari F, Faramarzi A. 2008. The Study of Seed Yield and Seed Yield Components of Lentil (*Lens culinaris* Medik) under Normal and Drought Stress Conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 758-762.
- Sangakkara UR, Frehner M, Nosberger J. 2001. Influence of soil moisture and fertilizer potassium on the vegetative growth of mungbean (*Vigna radiate* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Journa of Agronomy and Crop Science. 186(2): 73-81.
- Sarker A, Erskine W. 2006. Recent progress in the ancient lentil. Journal of Agricultural Science. 144: 19-29.
- Sarker A, Ayogan A, Sabaghpour SH, Kusmnoğlu I, Sakr B, Erskine W, Muehlbauer J. 2004. Lentil improvement for the benefit of highland farmers. In Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia.
- Shao HB, Chu LY, Jaleel CA, Zhao CX. 2008. Water deficit stress induced anatomical changes in higher plants. Comp. Ren. Biol. 331: 215-225.
- Tesfaye K, Walker S, Tsubo M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. European Journal of Agronomy. 25: 60-70.
- Tyagi SD, Khan MH. 2010. Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in *Microsperma* lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Agriculture, Biotechnology and Sustainable Development. 2(1): 15-20.

Effects of drought stress at flowering stage on seed yield and its components in local lentil accessions

V. Rashidi*

Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Abstract

In order to evaluate drought tolerance of lentil landraces at flowering stage, one split plot experiment in randomized complete block design with four replicates was conducted in agricultural faculty of Islamic Azad University of Tabriz in 2012-2013. Combined variance analysis showed genotype \times drought stress interaction was significant in all investigated traits except to greening date, flowering date and plant height, which indicates different response of genotypes to drought stress for the studied traits. Three way interaction (year \times genotype \times drought stress) was not significant in all investigated traits, which indicates that drought stress for studied traits was similar in two years. Comparison of yield mean for genotype \times drought interaction showed that all genotypes under drought stress had significant yield reduction in comparison with non-stress conditions, however, Shavi Varzeghan genotype in stress and non-stress conditions, showed better response than other genotypes. The drought tolerance indices (MP, GMP, HARM and STI) had positive and significant correlation with grain yield in stress and non-stress conditions in both two years. Based on these indices, Kalaybar, Garadagh, Horand Danehriz, Dagh Qāyeh Gishlagy, Shavi Varzighan was identified tolerant genotypes to drought stress.

Keywords: cluster analysis, component analysis, drought stress, lentil and tolerance indices

* Corresponding author: Rashidi.varahram@gmail.com Received: 2016/05/25 Accepted: 2017/02/21
2017/02/21