نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دوازدهم، شماره ۱(۴۵)، بهار ۱۳۹۷، صفحه ۱۰۶ـ۸۹

مقایسه عملکرد دانه و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های بومی عدس تحت تنش خشکی و اثر توام خشکی و شوری بر برخی ژنوتیپ‌های تحت بررسی در مرحله رویشی

ورهرام رشیدی[1*]، سمن چلبیانی[2]، مهناز شریفی[2] و احمد بابازاده[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

چکیده

تنش شوری و خشکی، از جمله مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی، رشد و نمو محصولات زراعی را کاهش می‌دهند. در ایران و برخی از کشورهای جهان عده کثیری از مردم جهت تامین پروتئین مورد نیاز خود از حبوباتی نظیر عدس استفاده می‌کنند. به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های عدس از نظر تحمل به خشکی در مرحله گلدهی آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ 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 کلیه صفات تحت بررسی معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفات نسبت به تنش خشکی می‌باشد. مقایسه میانگین صفات از نظر اثر متقابل ژنوتیپ × تنش خشکی نشان داد با وجود اینکه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش عملکرد معنی‌داری داشتند، اما ژنوتیپ شاوی ورزقان هم در شرایط بدون تنش خشکی و هم در شرایط واجد تنش، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای عملکرد بالاتری بودند. همچنین، جهت ارزیابی تحمل ژنوتیپ‌های بومی عدس نسبت به اثر توام تنش شوری و خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با استفاده از ۳ فاکتور در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش گلخانه‌ای شامل: تنش خشکی دو سطح (شاهد و آبیاری در مرحله ۵۰٪ ظرفیت زراعی)؛ تنش شوری در دو سطح (شاهد و شوری، ۴ دسی‌زیمنس بر متر) و تعداد ۷ ژنوتیپ انتخابی عدس از آزمایش جوانه‌زنی بودند. نتایج تجزیه واریانس آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × شوری × خشکی فقط برای طول ریشه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده متأثر شدن متفاوت ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت تحت تاثیر اعمال توأم شوری و خشکی می‌باشد. اثر سطوح تنش شوری و سطوح تنش خشکی روی کلیه صفات معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تغییر ارزش صفات مورد مطالعه و تحت تأثیر قرار گرفتن آنها از شرایط تنش شوری و خشکی است. نتایج تجزیه رگرسیون و علیت برای وزن خشک ساقه نشان داد که صفت تعداد ریشه‌های جانبی با بیشترین اثرات مستقیم و غیرمستقیم، نقش مؤثری در افزایش میزان وزن ساقه در شرایط تنش شوری و خشکی داشت. تجزیه خوشه‌ای نیز ژنوتیپ‌ها را به دو خوشه تقسیم نمود. خوشه دوم مشتمل بر ژنوتیپ‌های کلیبر، هوراند دانه‌ریز و شاوی ورزقان از نظر صفات مورد مطالعه از ارزش بالاتری نسبت به میانگین برخوردار بودند و آنها را می‌توان ژنوتیپ‌های متحمل در مرحله رویشی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در این آزمایش دانست.

واژگان کلیدی: تجزیه رگرسیون، تجزیه علیت، خشکی، شوری، عدس.

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. (* نگارنده‌ی مسئول) rash270@yahoo.com

۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- کارشناس ارشد واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Madikus) در تغذیه انسان، علوفه دام و به‌عنوان عامل حاصلخیزی خاک در نظام‌های زراعی در غرب آسیا و شمال آفریقا از اهمیت خاصی برخوردار است (Sarker *et al*., 2004). در ایران و بسیاری از کشورهای جهان عده کثیری از مردم جهت تامین پروتئین مورد نیاز خود از حبوباتی نظیر نخود، عدس، لوبیا، ماش و ... استفاده می‌کنند (Soltani *et al*., 2001). تنش شوری و خشکی مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی اساسی شناخته شده‌اند که رشد و نمو محصولات زراعی را کاهش می‌دهند (Yagmur and Kaydan, 2008).

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). عدس می‌تواند در نواحی نیمه خشک دنیا رشد کرده ولی در چنین مناطقی عملکرد آن پایین و در عوض 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 به‌صورت سنتی صورت می‌گیرد و همین امر باعث می‌شود که این گیاه اغلب از خشکی بین فصل و انتهای فصل آسیب ببیند (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). تنش خشکی و کمبود آب در میزان اجزای عملکرد عدس تاثیر به‌سزایی دارد به طوری‌که در مطالعات پاناهیان کیوی و همکاران (Panahyan-e-Kivi *et al*., 2009) سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه گردید. کایان (Kayan, 2008) در مطالعه دو رقم عدس اظهار داشتند که بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی با تاثیر منفی بر گلدهی سبب تشکیل ضعیف دانه و پرشدن دانه گردید و بدین ترتیب عملکرد دانه را کاهش داد.

تنش شوری از طریق فشار اسمزی که مانع جذب آب می‌شود یا از طریق اثرات سمی یون‌ها نظیر کلسیم و یا کلراید، جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه را تحت تاثیر قرار دهد (Manchanda and Garg, 2008). تنش شوری بر تمام مراحل رشد و نموی گیاه تاثیر می‌گذارد ولی حساسیت یک مرحله از رشد نسبت به مرحله دیگر متفاوت است (Okcu *et al*., 2005). در میان حبوبات، عدس را می‌توان یک گیاه حساس به شوری محسوب کرد که در مزارع نسبتاً شور، از عملکرد پایینی برخوردار است (Ashraf and Waheed, 1990). شوری خاک دامنه وسیعی از اختلالات را در سلول‌های گیاهی ایجاد می‌کند و باعث ایجاد سلسله‌ای از فرآیندهای معین می‌شود که منجر به

تجمع املاحی نظیر سدیم و کلر شده و بر جذب عناصر غذایی از طریق اثرات متقابل رقابتی و با نفوذپذیری انتخابی یونها در غشاها اثر می‌گذارد (Baybordi *et al*., 2011). شوری خاک به‌دلیل جلوگیری از جذب آب و عناصر به درون گیاه یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های رشد گیاهان زراعی محسوب می‌شود و به‌عنوان مشکل بزرگ کشاورزی، بالاخص در کشاورزی آبی در نواحی خشک و نیمه خشک گزارش شده است (Meir Mohammadi Meybodi and Gharayazi, 2002). همبستگی معنی‌دار و غیرمعنی‌دار بین مقاومت به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد و نمو گیاه بالغ گزارش شده است (Munns and Richard, 2003). به عبارت دیگر مقاومت به تنش شوری در طول جوانه‌زنی با تحمل گیاه بالغ به شوری تا حدودی همخوانی دارد (Kochaki, Sarmadnia and 1994).

هاگمن و موراتا (Hageman and Murata, 2003) اعلام داشتند که تنش شوری سبب ایجاد تنش خشکی نیز می‌شود که پیامد آن تغییر در وضعیت آبی گیاه، کاهش رشد اولیه و محدودیت تولید می‌شود. طبق اظهارات رودریگوز (Rodriguez, 2006)، کاهش رشد در اثر تنش خشکی به مراتب بیشتر از سایر تنش‌های محیطی است. تنش خشکی بر تمام جنبه‌های رشد گیاه مؤثر بوده و باعث تغییرات شدید در آناتومی، فیزیولوژی، مورفولوژی و بیوشیمیایی آن می‌گردد. در حالت کلی، می‌توان بیان داشت که تنش خشکی با کاهش محتوی آب، تقلیل پتانسیل آب برگ و افت فشار تورگر، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش در طویل شدن سلول و رشد شناسایی و توصیف می‌شود و در تنش‌های شدید ممکن است به توقف فرآیند فتوسنتز، تخریب متابولیسم و در نهایت مرگ گیاه منجر شود (Jaleel *et al*., 2008). از اثرات مخرب معمول تنش خشکی بر گیاهان زراعی کاهش عملکرد، بیوماس تر و خشک است (Farooq *et al*., 2009).

با توجه به اینکه تنش خشکی و شوری به عنوان مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی شناخته شده‌اند، دست‌یابی به ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط دشوار شور و خشک از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا هدف از انجام این پژوهش ارزیابی ژنوتیپ‌های عدس از نظر تحمل به تنش خشکی در مزرعه از نظر عملکرد دانه و اجزای آن و نیز بررسی توام اثر خشکی و شوری در مرحله رویشی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار 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 و۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا در سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. آزمایش در هر دو سال به‌صورت اسپیلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. 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). عامل اصلی تنش خشکی در دو سطح (شاهد a_1 و تنش در مرحله گلدهی a_2) و عامل فرعی ۱۵ نمونه بومی عدس بود. فواصل بین کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی به‌ترتیب ۵۰ و ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۱ متر در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی، متشکل از ۴ خط

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 به‌صورت قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی بوته‌های هر واحد آزمایشی تا مرحله رسیدگی و برداشت، برای کرت‌های اصلی تحت تیمار تنش اعمال شد. عملیات داشت به غیر از آبیاری برای کلیه واحدهای آزمایشی به‌صورت یکنواخت انجام شد. برای نمونه‌برداری تعداد ۱۰ بوته در حال رقابت به‌صورت 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: طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، 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. آزمون F بر اساس امید ریاضی و مقایسه میانگین براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

آزمایش گلخانه‌ای شامل سه فاکتور: تنش خشکی [دو سطح شاهد (a_1) و کم آبیاری به صورت ۵۰٪ ظرفیت زراعی (a_2)]، تنش شوری [دو سطح شاهد (b_1) و شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (b_2)] و ۷ ژنوتیپ برتر انتخاب شده از آزمایش جوانه‌زنی تحت شرایط توام تنش خشکی و شوری بودند (جدول ۲). برای ایجاد تنش شوری، از آب رقیق شده دریاچه ارومیه استفاده شد که با استفاده از دستگاه EC متر به هدایت الکتریکی مورد نظر رسانده شد و تنش خشکی نیز بر اساس ظرفیت زراعی که از تفاوت وزن تر و خشک خاک گلدان‌های شاهد حاصل گردید، اعمال شدند. پوشش گلخانه از نوع پلی‌اتیلن بیرنگ و نورگذر بود. طول دوره روشنایی و تاریکی تابع طول روز بوده و دمای گلخانه به طور میانگین در طول پژوهش بین ۲۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس و میزان رطوبت نسبی گلخانه نیز ۵۰ تا ۷۰ درصد متغیر بودند. گلدان‌های مورد استفاده دارای قطر دهانه ۲۵ و عمق ۳۰ سانتی‌متر بودند که با ۶ کیلوگرم مخلوطی از ماسه و خاک مزرعه به نسبت ۱:۱ پر شد. هر واحد آزمایشی شامل ۲ گلدان بود و در هر گلدان ۵ بذر و در کل ۱۰ بذر از هر ژنوتیپ در عمق ۳ سانتی‌متری کاشته شد. به‌منظور جلوگیری از خروج آب زهکش از زیرگلدانی استفاده شد. اعمال تنش شوری و خشکی بعد از سبز شدن ۵۰ درصد از گیاهچه‌ها در هر واحد آزمایشی صورت گرفت. مدت زمان آزمایش ۴ هفته بود و صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از: طول ساقه، تعداد ساقه، وزن خشک ساقه، طول ریشه، تعداد ریشه‌های جانبی و وزن خشک ریشه.

پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها و برقراری مفروضات تجزیه واریانس، تجزیه واریانس داده‌ها انجام شد. مقایسه میانگین صفات براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. به منظور درک بهتر روابط بین صفات، ضرایب همبستگی ساده بین کلیه صفات برآورد شد و از تجزیه رگرسیون و علیت برای بررسی صفات مؤثر در وزن خشک ساقه و تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن صفات استفاده گردید. همچنین، برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از

تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. نرم‌افزارهای مورد استفاده MSTATC، SPSS و Excel بودند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان دادکه اثر متقابل ژنوتیپ × تنش خشکی برای عملکرد و اجزای آن معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفات نسبت به تنش خشکی می‌باشد. همچنین اثر متقابل سال × ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه 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 ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. اثر متقابل سه جانبه سال × ژنوتیپ × 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 (جدول ۳). تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و اجزای عملکرد عدس توسط سایر پژوهشگران (Hussain et al., 2008; Hossain et al., 2013; Shah et al., 2008) نیز گزارش شده است.

مقایسه میانگین صفات از نظر اثر متقابل ژنوتیپ × تنش خشکی نشان داد اگر چه کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش خشکی کاهش عملکرد معنی‌داری داشتند. اما ژنوتیپ شاوی ورزقان در شرایط بدون تنش خشکی بیشترین عملکرد را به‌خود اختصاص داد، هرچندکه این ژنوتیپ در شرایط تنش نیز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری ازخود نشان داد. 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 ۴). تسفوی و همکاران (Tesfaye *et al.*, 2006) 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 دهاحمدی و همکاران (Amiri DehAhmadi *et al.*, 2011) 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 گل‌ها و عدم تشکیل دانه می‌شود. بنابراین، بهبود سازگاری عدس نسبت به تنش خشکی، نیازمند بهبود تحمل به کمبود آب در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی است (Salehi *et al.*, 2008). مقایسه میانگین صفات برای متوسط دو سال نشان داد که ژنوتیپ شاوی ورزقان با متوسط عملکرد دو سالانه بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. علت برتری این ژنوتیپ به سایر ژنوتیپ‌ها داشتن تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتر آن می‌باشد (جدول ۵). در مطالعات پاناهیان کیوی و همکاران (Panahyan-e-Kivi *et al.*, 2009) 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 تعیین‌کننده عملکرد نهایی در مزرعه باشد. حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*,

2011) نیز گزارش کردند که اعمال تنش خشکی در مرحله شروع غلاف‌بندی سبب کاهش باروری و لقاح شده که در نهایت باعث کاهش شدید در تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته می‌گردد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × شوری × خشکی فقط برای صفت طول ریشه معنی‌دار بود (جدول ۶)، که نشان‌دهنده متأثر شدن متفاوت ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت تحت شرایط اعمال توأم سطوح مختلف تنش شوری و خشکی می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ × خشکی فقط برای صفت طول ریشه و اثر متقابل ژنوتیپ × شوری برای صفات وزن خشک ساقه و طول ریشه معنی‌دار بود، که به‌ترتیب بیانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر صفات فوق به سطوح تنش خشکی و شوری است. اثر متقابل شوری × خشکی نیز برای تمامی صفات به جز تعداد ساقه، وزن خشک ریشه و تعداد ریشه‌های جانبی معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر آن صفات در ترکیب مختلف سطوح خشکی و شوری بود. مقایسه میانگین صفت طول ریشه از نظر اثر متقابل سه جانبه شوری× خشکی× ژنوتیپ نشان داد (جدول ۷) اگرچه طول ریشه در کلیه ژنوتیپ‌ها تحت تنش خشکی و شوری کم شده بود اما ژنوتیپ شمال ورزقان بیشترین و ژنوتیپ لیملو اهر کمترین طول ریشه را در شرایط اعمال همزمان تنش شـوری ۴ دسی‌زیمنس و تنش خشکی ۵۰٪ ظرفیت زراعی داشتند (جدول ۶). از نظر صفت وزن خشک ساقه برای اثر متقابل دو جانبه شوری × ژنوتیپ، تنش شوری روی کلیه ژنوتیپ‌ها از نظر صفت فوق تاثیر منفی داشت ولی این تاثیر در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. ژنوتیپ شمال ورزقان در سطح شاهد دارای بالاترین مقدار این صفت بود، در حالی که ژنوتیپ لیملو اهر در شـرایط تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس کمترین مقدار وزن خشک ساقه را نشان داد (جدول ۸). به گزارش تاب و اوماسا (Tobe and Omasa, 2002) هم وزن خشک و طول ساقه و هم وزن خشک و طول ریشه تحت تأثیرشوری قرار می‌گیرند، اما در مجموع اندام هوایی نسبت به ریشه به شوری حساس‌تر است. مقایسه میانگین برای اثر متقابل خشکی× شوری از لحاظ صفات طول ساقه و وزن خشک ساقه در شرایط بدون تنش (شاهد)، بیشترین میزان خود را دارا بودند، ولی تحت تاثیر اعمال توأم تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس و تنش خشکی۵۰٪ ظرفیت زراعی قرار گرفته و کمترین مقدار صفات فوق را در این شرایط بروز دادند (جدول ۸). به عبارت دیگر اعمال تنش شوری، خشکی و توام آنها موجب کاهش معنی‌دار در طول ساقه و وزن خشک ساقه عدس گردید (جدول ۹)، که این کاهش در اعمال توام دو تنش شدیدتر بود. دلیل کاهش وزن خشک ساقه و برگ و طول ریشه و ساقه عدس بر اثر شوری کاهش سطح فتوسنتز کننده و مصرف بیش از حد انرژی برای کم کردن تأثیرات تنش و حفظ آماس سلولی دانسته شده است (Bandeoglu *et al*., 2004). صادقی‌آذر و همکاران (SadeghiAzar *et al*., 2014) گزارش کردند که نسبت ریشه به ساقه، سطح برگ و ماده خشک بوته در عدس با افزایش شوری کاهش معنی‌داری یافت، ازسوی دیگر تنوع ژنوتیپی چشم‌گیری از نظر واکنش به شوری میان ژنوتیپ‌ها وجود داشت؛ اما همبستگی معنی‌داری بین میزان تحمل نسبت به شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی وجود نداشت و میزان آسیب شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر به شاخص‌های رشد رویشی و

جوانه‌زنی عدس به طور نسبی بیش از شوری ۴ بود. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفاتی که اثر متقابل سه جانبه برای آنها معنی‌دار نبود نشان دادکه ژنوتیپ شمال ورزقان و کلیبر از لحاظ صفات طول ساقه، تعداد ساقه، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و تعداد ریشه‌های جانبی بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد، در حالی که ژنوتیپ لیملو اهر از نظر صفات فوق کمترین مقدار را احراز نمود (جدول ۱۰). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که دو ژنوتیپ شاوی ورزقان و کلیبر متحمل‌ترین و لیملوی اهر حساس‌ترین ژنوتیپ در مرحله رشد رویشی در این تحقیق بودند. تنش شوری از طریق فشار اسمزی که مانع جذب آب می‌شود یا از طریق اثرات سمی یون‌ها نظیر کلسیم و یا کلراید، جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه را تحت تاثیر قرار دهد (Manchanda *et al.*, 2008). شوری با جلوگیری و تاخیر در رشد، توسعه ساقه‌های جانبی را محدود می‌کند، همچنین تعداد و سطح برگ را محدود می‌کند و اندازه برگ‌ها را کاهش می‌دهد و در نهایت وزن خشک و تر را در قسمت‌های مختلف گیاه کاهش می‌دهد (Zeya Tbar Ahmadi and Babaeyan Jelodar, 2002). تنش خشکی با تاثیر بر رشد ریشه و قابلیت حرکت یا پویایی عناصر در خاک و جذب عناصر، بر جذب عناصر در بافت‌های گیاهی تاثیر می‌گذارد (Fageria *et al.*, 2002; Sharma *et al.*, 2004)، هر چند گونه‌ها و ژنوتیپ‌های درون گونه‌ای نسبت به جذب عنصر غذایی تحت تنش رطوبتی، واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند (Garg, 2003).

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه، براساس میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ۱۱) که بین کلیه صفات اندازه‌گیری شده همبستگی مثبت قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. این همبستگی مؤید این است که افزایش طول ساقه و تعداد ساقه با افزایش وزن خشک ساقه همسو می‌باشد، از طرفی تغییرات وزن خشک ریشه با طول ریشه و تعداد ریشه‌های جانبی هم راستا می‌باشد. همچنین، بین تغییرات قسمت هوایی و ریشه همبستگی مثبت وجود دارد. در تحقیق صادقی‌آذر و همکاران (SadeghiAzar *et al.*, 2014) همبستگی معنی‌داری بین وزن خشک گیاه با سایر صفات مانند سطح برگ وجود نداشت که دلیل آن می‌تواند کاهش شدید سطح برگ و توقف رشد سطح برگ و در نتیجه عدم حمایت فتوسنتزی برای رشد و توسعه گیاه باشد. تجزیه رگرسیون وزن خشک ساقه نشان داد که صفات تعداد ریشه‌های جانبی و طول ساقه، در مدل نهایی رگرسیون باقی‌مانده و به عنوان صفات مؤثر بر وزن ساقه محسوب شدند (جدول ۱۲). ضریب تبیین ۰/۹۸، نشان داد که ۹۸ درصد تغییرات وزن خشک ساقه توسط صفات مذکور، قابل توجیه است. بر اساس نتایج تجزیه علیت، صفت تعداد ریشه‌های جانبی بیشترین اثر مستقیم بر وزن ساقه را نشان داد (جدول ۱۳). در حالی که از طریق طول ساقه به‌طور غیرمستقیم سبب کاهش در میزان وزن ساقه شد. طول ساقه علی‌رغم داشتن اثر مستقیم منفی بر وزن ساقه، از طریق تعداد ریشه‌های جانبی سبب افزایش قابل ملاحظه‌ای در مقدار وزن ساقه گردید. به‌طورکلی، به نظر می‌رسد، تعداد ریشه‌های جانبی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش وزن ساقه گیاه تحت شرایط تنش توام شوری و خشکی ایفا کند و احتمالاً با تاثیر تنش شوری و خشکی که اولی به طور غیرمستقیم و دومی به طور مستقیم موجب ایجاد کمبود آب در گیاه شده و ژنوتیپ‌هایی که

تعداد ریشه‌های جانبی بیشتری دارند می‌توانند امکان دسترسی به آب و جذب بیشتر آن جهت جبران کمبود آب را داشته باشند.

تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات با استفاده از داده‌های استاندارد شده و به روش Ward، ژنوتیپ‌ها را به دو خوشه تقسیم نمود (شکل۱). تجزیه تابع تشخیص نیز، محل برش دندروگرام و گروه‌بندی انجام یافته را مورد تأیید قرار داد (جدول ۱۴). میانگین و درصد انحراف از میانگین کل در هر خوشه، در جدول ۱۵ قابل مشاهده است. براساس این جدول، خوشه اول که شامل ژنوتیپ‌های قره‌داغ (۲)، خاروانا (۳)، قیه قشلاق کوهستانی (۵) و لیملو اهر (۷) بود، از نظر کلیه صفات ارزش کمتری از میانگین کل نشان دادند. در حالی که ژنوتیپ‌های کلیبر (۱)، هوراند دانه‌ریز (۴) و شمال ورزقان (۶) که در خوشه دوم قرار داشتند، از نظر صفات مورد مطالعه (طول ساقه، تعداد ساقه، وزن ساقه، طول ریشه، وزن کل ریشه و تعداد ریشه‌های جانبی) ارزش بیشتری از میانگین کل داشتند. بنابراین، می‌توان آنها را جزو ژنوتیپ‌های مطلوب در شرایط تنش شوری و خشکی در مرحله رویشی محسوب کرد. از تجزیه خوشه‌ای در تحقیقات سایر محققین نیز جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های عدس استفاده شده است (Salehi *et al*., 2006).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تنش خشکی در مرحله زایشی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های عدس می‌شود، اما باتوجه به تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ‌های بومی عدس، این کاهش برای همه ژنوتیپ‌ها یکسان نبود و ژنوتیپ‌هایی مانند شاوی ورزقان با توجه به داشتن تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتر هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط بدون تنش خشکی برتری قابل توجهی از خود نشان دادند. در مرحله رویشی تاثیر توام تنش شوری و خشکی اگرچه برای صفتی مانند طول ریشه در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود اما به‌طورکلی بیشتر از تاثیر تنش‌های فوق به تنهایی بر روی صفات رویشی مورد مطالعه در عدس بود، که به دلیل اعمال تنش خشکی مضاعف ناشی از تنش شوری (از طریق فشار اسمزی) و تاثیر تجمع مواد نمکی در گیاه می‌باشد. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ شاوی ورزقان و کلیبر از لحاظ صفات طول ساقه، تعداد ساقه، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و تعداد ریشه‌های جانبی بیشترین مقدار را در شرایط تنش شوری و خشکی داشتند. در این تحقیق صفات مؤثر روی وزن خشک ساقه تحت شرایط تنش شوری و خشکی صفات تعداد ریشه‌های جانبی و طول ساقه بودند که اثر مستقیم و غیرمستقیم تعداد ریشه‌های جانبی بیشتر بود. از نظر صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌ها به دو خوشه تقسیم شدند که خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های کلیبر، هوراند دانه ریز و شمال ورزقان از ارزش بیشتری نسبت به میانگین از نظر صفات مورد مطالعه برخوردار بودند.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از کارکنان مزرعه و گلخانه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به خاطر همکاری‌های صمیمانه تشکر می‌نماییم.

جدول ۱- شماره و نام توده‌های بومی عدس بر اساس محل تهیه
Table 1- Number and name of lentil landraces based on local

شماره Number	نام Name	شماره Number	نام Name	شماره Number	نام Name
1	Canada **کانادا**	6	Ardebil **اردبیل**	11	Varzegan **ورزقان**
2	Ahar **اهر**	7	Horand **هوراند**	12	**قره داغ دانه ریز** Garadagh Danhriz
3	Kaleybar **کلیبر**	8	Kharvana **خاروانا**	13	**علویق ورزقان** Alavige Varzegan
4	**کانادا دانه ریز** Canada Danhriz	9	**هوراند دانه ریز** Horand Danhriz	14	**شاوی ورزقان** Shavi Varzegan
5	Garadagh **قره داغ**	10	**قیه قشلاق کوهستانی** Gaye Geshlagi Kohestani	15	Liemlo Ahar **لیملو اهر**

جدول ۲- شماره و نام ژنوتیپ های عدس انتخاب شده برای آزمایش گلخانه‌ای
Table 2- Number and name of selected lentil landraces for greenhouse experiment

شماره ژنوتیپ ها Number of genotypes	نام ژنوتیپ ها Name of genotypes	شماره ژنوتیپ ها Number of genotypes	نام ژنوتیپ ها Name of genotypes
1	**کلیبر** Kaleybar	5	**قیه قشلاق کوهستانی** Gaye Geshlagi Kohestani
2	**قره داغ** Garadagh	6	**شاوی ورزقان** Shavi Varzegan
3	Kharvana **خاروانا**	7	**لیملو اهر** Liemlo Ahar
4	**هوراند دانه ریز** Horand Danhriz	-	-

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات در ژنوتیپ‌های عدس تحت شرایط تنش خشکی در دوسال
Table 3- Combined variance analysis of traits in lentil genotypes under drought stress in two years

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		عملکرد دانه Grain yield	وزن ۱۰۰ دانه Grain 100 weight	تعداد غلاف در بوته Num. of sheath in shrub	تعداد دانه درغلاف Num. of grain in sheath	طول غلاف Sheath lengh
سال year	1	170.87	0.066**	375.17**	0.087**	0.001
تکرار در سال repet/ year	6	36.908	0.009	9.07	0.004	0.001
خشکی drought	1	22395.93**	25.761**	5567.20	1.224**	0.836**
سال×خشکی drought× year	1	1.79	0.001	56.27**	0.001	0.001
خطای اصلی main error	6	25.15	0.002	1.73	0.001	0.001
ژنوتیپ genotype	14	3338.59**	6.282**	71.60	0.221**	0.049**
سال×ژنوتیپ genotype× year	14	26.12**	0.013*	116.92**	0.014**	0.002*
ژنوتیپ×خشکی drought× genotype	14	165.66**	0.226**	28.62**	0.005*	0.006**
سال × ژنوتیپ × خشکی × Genotype ×year drought	14	6.31	0.002	8.10	0.002	0.001
خطای فرعی minor error	168	10.05	0.007	7.07	0.003	0.001
ضریب تغییرات CV (٪)		9.48	1.61	12.17	4.67	2.36

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

*,**: significants at %5 and %1 probability, respectively

جدول ۴- قسمتی از جدول مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های عدس برای اثرات متقابل دو جانبه ژنوتیپ × خشکی

Table 4- Part of table, mean coparision of treats in lentil genotypes for reciprocal intractions genotypes × drought stress

اثرات متقابل Interactions	عملکرددانه Grain yield($g.m^2$)	وزن صددانه Grain 100 weight(g)	تعداددانه درغلاف Num. of grain in sheath	طول غلاف (cm) Sheath lengh	تعدادغلاف دربوته Num. of sheath in shrub
a1× 1	27.39	5.82	1.10	1.25	26.44
a1× 2	28.66	4.44	1.03	1.27	26.25
a1× 11	16.03	5.84	1.08	1.33	29.11
a1× 14	73.84	3.98	1.39	1.13	26.23
a2× 1	8.72	5.01	0.92	1.17	12.83
a2× 2	4.68	4.01	0.85	1.11	12.92
a2× 11	4.15	4.80	0.98	1.19	20.25
a2× 14	49.44	3.35	1.25	1.05	18.86
LSD 5%	4.425	0.116	0.077	0.044	3.71

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های عدس بر اساس متوسط دو سال

Table 5- Mean coparision of treats in lentil genotypes for average of two years

ژنوتیپ Genotype	عملکرددانه Grain yield (g/m^2)	وزن صددانه Grain 100 weight (g)	تعدادغلاف دربوته Num. of sheath in shrub	تعداددانه درغلاف Num. of grain in sheath	طول غلاف Sheath lengh(cm)
1	18.05	5.42	19.64	1.01	1.21
2	16.67	4.22	19.58	0.94	1.19
3	49.43	5.15	24.05	1.25	1.32
4	17.88	5.09	19.97	0.94	1.22
5	44.43	6.15	23.46	1.04	1.22
6	30.71	5.49	22.13	1.1	1.22
7	32.25	5.39	19.71	1.12	1.19
8	37.61	4.32	24.51	1.32	1.10
9	46.82	5.28	23.49	1.14	1.18
10	44.59	5.38	22.75	1.09	1.23
11	10.09	5.32	24.68	1.03	1.26
12	37.26	5.62	22.11	1.16	1.24
13	29.88	5.56	17.64	1.09	1.22
14	61.64	3.67	22.55	1.32	1.09
15	24.12	5.09	21.4	1.11	1.22
LSD 5%	4.425	0.117	3.710	0.077	0.044

جدول۶- تجزیه واریانس صفات رویشی در ژنوتیپ‌های عدس تحت شرایط تنش خشکی و شوری در گلخانه

Table 6-Variance analysis of vegetative traits of lentil genotypes under drought and salinity stress conditions in green house

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS					
		تعداد ریشه های جانبی Number Lateral of Roots	وزن ریشه Root Weight	طول ریشه Root Lengh	تعداد ساقه Number of Stem	وزن ساقه Stem Weight	طول ساقه Stem Lengh
خشکی Drought	1	6.541**	0.003**	8.691**	2.394**	0.009**	52.503**
شوری Salinity	1	13.762**	0.007**	23.111**	5.899**	0.023**	128.737**
خشکی×شوری Salinity × Drought	1	0.793	0.001	3.312**	0.373	0.002**	19.019**
ژنوتیپ genotype	6	15.250**	0.007**	21.252**	1.069**	0.012**	47.347**
ژنوتیپ× خشکی × genotype Drought	6	0.371	0.001	0.757**	0.125	0.001	1.425
ژنوتیپ× شوری Salinity × genotype	6	0.754	0.001	0.971**	0.135	0.001*	1.217
ژنوتیپ × شوری× خشکی × Salinity genotype Drought	6	0.080	0.001	0.599*	0.138	0.001	1.051
خطا Eroor	56	0.333	0.001	0.194	0.122	0.001	0.999
ضریب تغییرات (٪) CV(٪)	-	9.96	6.31	8.58	15.46	7.79	5.65

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

*,**: significants at %5 and %1 probability, respectively

جدول۷- مقایسه میانگین صفت طول ریشه ژنوتیپ‌های عدس از نظر اثر متقابل ژنوتیپ × خشکی×شوری

Table 7- Mean comparison of root length of lentil genotypes via interaction of genotype*drought*salinity

اثرات متقابل Interactions	طول ریشه Root Lengh (cm)	اثرات متقابل Interactions	طول ریشه Root Lengh (cm)	اثرات متقابل Interactions	طول ریشه Root Lengh (cm)	اثرات متقابل Interactions	طول ریشه Root Lengh (cm)
$a_2\times b_2\times 1$	5.25	$a_2\times b_1\times 1$	5.90	$a_1\times b_2\times 1$	5.44	$a_1\times b_1\times 1$	7.22
$a_2\times b_2\times 2$	4.08	$a_2\times b_1\times 2$	4.72	$a_1\times b_2\times 2$	4.40	$a_1\times b_1\times 2$	5.04
$a_2\times b_2\times 3$	4.34	$a_2\times b_1\times 3$	4.87	$a_1\times b_2\times 3$	4.57	$a_1\times b_1\times 3$	5.33
$a_2\times b_2\times 4$	4.86	$a_2\times b_1\times 4$	5.50	$a_1\times b_2\times 4$	5.07	$a_1\times b_1\times 4$	6.63
$a_2\times b_2\times 5$	3.50	$a_2\times b_1\times 5$	4.09	$a_1\times b_2\times 5$	3.63	$a_1\times b_1\times 5$	4.70
$a_2\times b_2\times 6$	6.21	$a_2\times b_1\times 6$	7.14	$a_1\times b_2\times 6$	6.62	$a_1\times b_1\times 6$	8.90
$a_2\times b_2\times 7$	3.34	$a_2\times b_1\times 7$	3.92	$a_1\times b_2\times 7$	3.50	$a_1\times b_1\times 7$	4.32
LSD 5%	0.72	LSD 5%	0.72	LSD 5%	0.72	LSD 5%	0.72

a_1 و a_2: به ترتیب شاهد و کم آبیاری به صورت ۵۰٪ ظرفیت زراعی. b_1 وb_2 : به ترتیب شاهد و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر . شماره ۱ تا ۷: ژنوتیپ‌های مورد بررسی (براساس جدول ۲)

a_1, a_2: normal and water deficite respectively. b_1, b_2: normal and salinity (4 ds). 1to 7: genotypes

جدول ۸- مقایسه میانگین صفت وزن خشک ساقه ژنوتیپ‌های عدس از نظر اثر متقابل شوری×ژنوتیپ

Table 8- Mean comparison of shoot dry weight of lentil genotypes via interaction effect of genotype×salinity

اثرات متقابل Interactions	وزن ساقه Stem Weight(g)	اثرات متقابل Interactions	وزن ساقه Stem Weight(g)
b_2 ×1	0.207	b_1 ×1	0.244
b_2 ×2	0.168	b_1 ×2	0.195
b_2 ×3	0.178	b_1 ×3	0.201
b_2 ×4	0.187	b_1 ×4	0.219
b_2 ×5	0.160	b_1 ×5	0.181
b_2 ×6	0.218	b_1 ×6	0.260
b_2 ×7	0.150	b_1 ×7	0.174
LSD 5%	0.052	LSD 5%	0.052

جدول ۹- مقایسه میانگین صفات طول ساقه و وزن ساقه ژنوتیپ‌های عدس از نظر اثر متقابل خشکی × شوری

Table 9- Mean comparison of shoot length and shoot weight of lentil genotypes via interaction effect of drought×salinity

اثرات متقابل Interactions	وزن ساقه (gr) Stem Weight	طول ساقه (cm) Stem Lengh
a_1× b_1	0.223	19.99
a_1× b_2	0.186	16.92
a_2× b_1	0.198	17.81
a_2× b_2	0.176	16.38
LSD 5%	0.052	1.635

جدول ۱۰- مقایسه میانگین صفات رویشی در ژنوتیپ های عدس تحت شرایط تنش خشکی و شوری

Table 10- Mean comparison of vegetativetraits in lentil genotypes under drought and salinity stress conditions

ژنوتیپ‌های عدس Lentil genotypes	تعداد ریشه های جانبی Number of Lateral Roots	وزن خشک ریشه Root Dry Weight (g)	تعداد ساقه Number of Stem	وزن خشک ساقه Stem Dry Weight (g)	طول ساقه Stem Lengh (cm)
کلیبر Kaleybar	6.668	0.118	2.424	0.226	19.17
قره داغ Garadagh	5.300	0.089	2.146	0.182	16.88
خاروانا Kharvana	5.571	0.096	2.227	0.190	17.4
هوراند دانه ریز Horand Danhriz	6.034	0.108	2.318	0.203	18.08
قیه قشلاق کوهستانی Gaye Geshlagi Kohestani	5.069	0.079	2.048	0.171	16.52
شاوی ورزقان Shavi Varzegan	7.371	0.132	2.533	0.239	20.34
لیملو اهر Liemlo Ahar	4.813	0.069	1.918	0.162	16.02
LSD 5%	0.944	0.052	0.57	0.052	1.635

جدول ۱۱- ضرایب همبستگی ساده بین صفات رویشی در ژنوتیپ های عدس

Table 11- Simple correlation coefficient of vegetative traits in lentil genotypes

	وزن ریشه Root Weight	**طول ریشه** Root Lengh	**تعداد ساقه** Number of Stem	**وزن ساقه** Stem Weight	**طول ساقه** Stem Lengh
وزن ساقه Stem Weight					0.986**
تعداد ساقه Number of Stem				0.983**	0.994**
طول ریشه Root Lengh			0.991**	0.990**	0.981**
وزن ریشه Root Weight		0.981**	0.984**	0.988**	0.990**
تعداد ریشه های جانبی Number of Lateral Roots	0.992**	0.987**	0.994**	0.992**	0.999**

جدول ۱۲- مدل نهایی تجزیه رگرسیونی برای وزن ساقه در ژنوتیپ های عدس

Table 12- End model of regression analysis for shoot weight in lentil genotypes

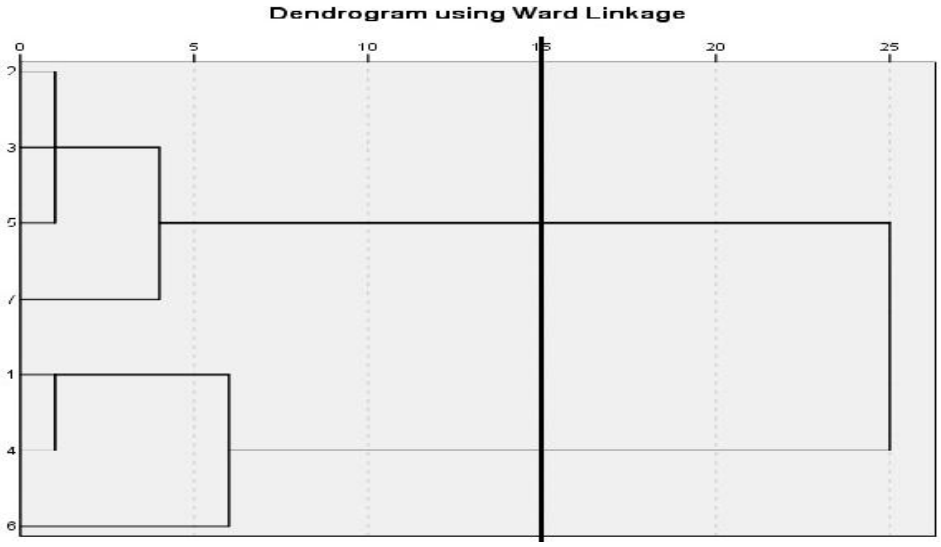
شرایط آزمایش گلخانه ای greenhouse conditions	**مدل کامل** Complete model	ضریب تبیین R^2
	$Y = 0.329 + 0.097(X_1) - 0.039(X_2)$	0.98

X_1: تعداد ریشه های جانبی، X_2: طول ساقه

جدول ۱۳- تجزیه علیت وزن ساقه ژنوتیپ‌های عدس

Table 13- Path analysis of shoot weight in lentil genotypes

صفات Traits	**اثر مستقیم** direct effect	**اثرغیرمستقیم** Indirect effect		**همبستگی** correlation
		طول ساقه (cm) Stem length	**تعداد ریشه های جانبی** Number of lateral roots	
تعداد ریشه های جانبی Number of Lateral Roots	3.442	-2.450	---	0.992**
طول ساقه stem lengh (cm)	-2.452	---	3.439	0.986**
اثر باقی مانده	0.055			



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های عدس براساس صفات رویشی
Figure 1- Cluster analysis dendrogram of lentil genotypes based onvegetative traits

جدول ۱۴- تجزیه تابع تشخیص کانونیک در ژنوتیپ‌های عدس بر اساس صفات رویشی
Table 14- Canonical discriminant function in lentil genotypes based onvegetative traits

تابع Function	ویلکس لامبدا Wilk's Lambda	کی‌دو Chi-square	سطح معنی‌داری Sig.
1	0.045	9.317	0.05

جدول ۱۵- میانگین خوشه‌ها و درصد انحراف آنها از میانگین کل در ژنوتیپ‌های عدس
Table 15- Mean of cluster and present deviation of them from total mean in lentil genotypes

خوشه Cluster	ژنوتیپ Genotype		تعداد ریشه های جانبی Number of Lateral Roots	وزن کل ریشه Root Total Weight (gr)	طول ریشه Root Lengh (cm)	تعداد ساقه Number of Stem	وزن ساقه Stem Weight (gr)	طول ساقه Stem Lengh (cm)
		میانگین Mean	5.05	0.08	4.23	2/07	0.18	16.41
1	7و2,3,5	درصد انحراف از میانگین کل Deviation from total mean (%)	12.93-	20-	17.54-	8.41-	10-	7.29-
		میانگین Mean	6.8	0.12	6.33	2.51	0.23	19.42
2	6و4,1	درصد انحراف از میانگین کل Deviation from total mean (%)	17.24	20	23.39	11.06	15	9.72
		میانگین کل Total Mean	5.8	0.1	5.13	2.26	0.2	17.7

References منابع مورد استفاده

- Amiri DehAhmadi, S.R., M. Parsa, A. Nezami, and A. Ganjeali. 2011. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*. 1(2): 69-84. (In Persian).
- Ashraf, M., and A. Waheed. 1990. Screening of local exotic of lentil (*Lens Culinaris* Medik.) for salt tolerance at two growth stages. *Plant and Soil*. 128: 167- 176.
- Bandeoglu E., F. Eyidogan, M. Yucel, and H.A. Oktem .2004. Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl salinity stress. *Plant Growth Regulation*. 42: 69–77.
- Baybordi, A., S.J. Tabatabaei, and A. Ahmadoff. 2011. Effect of different ratio of nitrate to ammonium on photosynthesis, and actions of antioxidant enzymes in canola under salinity conditions. *Iranian Agronomical Research's*. 8(6): 975-982. (In Persian).
- Biccer, B.T., and D. Sakar D. 2010. Heritability of yield and its components in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 16(1): 30-35.
- Fageria N.K., V.C. Baligar, and R.B. Clark. 2002. Micronutrients in crop production. *Advanced Agronomy*. 77: 185-67.
- Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita, and S.M.A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*. 29: 185-212.
- Ganjali, A., and A. Nezami. 2008. Ecophysiology and determinatives yield of pulses in pulses. JDM Press. Iran. p. 500. (In Persian).
- Garg, B.K. 2003. Nutrient uptake and management under drought: nutrient-moisture interaction. *Current Agricultural.* 27: 1-8.
- Hageman, M., and N. Murata. 2003. Glucosylglycerol, a compatible solute sustainscell division under salt stress. *Plant Physiology*. 131: 1637-1628.
- Hossain, A., M. Khan, M.S.A. Nurul Islam, M. Kalimuddin, and B.L. Nag. 2008. Response of rainfed lentil to method of sowing and fertilizer placement. *Pakistan Journal of Agriculture Research*. 21 (1-4): 15-21.
- Hosseini, F.S., A. Nezami, M. Parsa, and K. Hajmohammadnia Ghalibaf. 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., J.K. Munir, A. Khetran, A. Aziakurd, and N. Sadiq. 2013. Evaluation and selection of cold and drought resistant lentil genotypes for higlands of Balochistan. *Sarhad Journal of Agriculture*. 29(4): 511-513.
- Jaleel, C.A., P. Manivannan, G.M.A. Lakshmanan, M. Gomathinayagam, and R. Panneerselvam. 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic

pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits. *Colloids Surf. B: Biointerfaces*. 61: 298-303.

- 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.
- Manchanda, G., and N. Garg. 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. *Acta Physiologiae Plantarum.* 30: 595- 618.
- Meir Mohammadi Meybodi, A.M., and B. Gharayazi. 2002. Physiological aspects and plant breeding for salinity stress. Esfahan Industrial University Press. 247p. (In Persian).
- Munns, R., and A. Richard. 2003. Screenig methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant and Soil.* 253: 201- 218.
- Okcu, G., M.D. Kaya, and M. Atak. 2005. Effect of salt and drought stress on germination and seedling growth of pea (*Pisumae stivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forstry*. 29: 237- 241.
- Panahyan-e-Kivi, M., A. Ebadi, A. Tobeh, and Sh. Jamaati-e-Somarin. 2009. Evaluation of yield and yield components of lentil genotypes under drought stress. *Research Journal of Environmental Sciences*. 3: 456-460.
- Rodriguez, L. 2006. Drought and drought stress on south Texas landscape plants. San Antonio Express News.http:// bexar – Tx. T. Tamu.Edu.
- Sadeghi Azar, L., Sh. Mddah Hosseini, A. Rahimi, and A.A. Mohammadi Meirak. 2014. Effect of salinity stress on some generation indices and vegetative growth in lentil genotypes. *Crops of Agriculture*. 15(4):107-117. (In Persian).
- Salehi, M., A. Haghnazari, and F. Shekari, and A. Faramarzi. 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.
- Salehi, M., F. Shekari, and A. Haghnazari. 2006. Study of drought tolerance by stable of cell lariat test and speed of generation index in lentil genotypes. *Agricultural Science and Natural Sources*. 14(5): 39-50. (In Persian).
- Sangakkara, U.R., M. Frehner, and J. Nosberger. 2001. Influence of soil moisture and fertilizer potassium on the vegetative growth of mungbean (*Vigna radiata* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 186(2): 73-81.
- Sarker, A., A. Ayogan, S.H. Sabaghpour, I. Kusmnoglu, B. Sakr, W. Erskine, and J. Muehlbauer. 2004. Lentil improvement for the benefit of highland farmers. In Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia.
- Sarker, A., and W. Erskine. 2006. Recent progress in the ancient lentil. *Journal of Agricultural Science.* 144: 19-29.

- Sarmadnia, G.H., and A. Kochaki. 1994. Agronomic plant physiology. Mashhad Jahad University Press. 400 p. (In Persian).
- Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel, and C.X. Zhao. 2008. Water deficit stress induced anatomical changes in higher plants. *Comptes Rendus Biologies*. 331: 215-225.
- Sharma, A.D., M. Thakur, M. Rana, and K. Singh. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphatase activities in *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds. *African Journal of Biotechnology*. 3(6): 308-312.
- Soltani, A., F.R. Koie, K. Ghassemi, and M. Moghaddam. 2001. A simulation study of chick pea crop response to limited irrigation in semi-arid environments. *Agricultural Water Management*. 49: 225-237.
- Tesfaye, K., S. Walker, and M. Tsubo. 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.
- Tobe, K., and K. Omasa. 2002. Effects of sodium, magnesium and calcium salts on seeds tolerance in crop plants. *Plant and Soil*. 6: 15-40.
- Tyagi, S.D., and M.H. Khan. 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.
- Yagmur, M. and D. Kaydan. 2008. Early seedling growh and relative water content of triticale varieties under osmotic stress of water and NaCl. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences.*4 (6): 767-772.
- Zeya Tbar Ahmadi, M.Kh., and N.A. Babaeyan Jelodar. 2002. Plant growth in salinity and unutilized lands (translated). Mazandaran University Press. 407p. (In Persian).

Comparision of Lentil Landrace Genotypes for Grain Yield and its Component under Drought Stress and The Effects of Drought and Salinity stresses on Genotypes at their Vegetative Stages

Varahram Rashidi[1*], Saman Chalabyani[2], Mahnaz Sharifi[2], and Ahmad Babazadeh[3]

Received: September 2016 , Revised: 17 December 2016, Accepted: 3 February 2018

Abstract

Salinity and drought are known as the most important abiotic stresses to reduce the growth and development of crops. To evaluate drought tolerance of lentil landrace genotypes at flowering stage, a split plot experiment based on randomized complete block design with four replications was conducted at the Agricultural Faculty of Islamic Azad University, Tabriz branch, during 2012-2013. Combined variance analysis of data showed that genotype × drought stress interaction was significant for all traits under study. This indicates different response of, genotypes to drought stress for these traits. Mean comparison of yield for genotype × drought interaction showed significant yield reduction for all genotypes under drought stress as compared to non-stress conditions. However, Shavi Varzeghan genotype under both stress and non-stress conditions, showed better response than other genotypes. To evaluate tolerance of of lentil landrace genotypes to salinity and drought stresses, a factorial experiments based on completely randomized design with three replications was conducted in 2013 at the greenhouse of Tabriz Azad University. Factors in this experiment were: drought stress at two level (control and irrigation for 50% of field capacity); two salinity levels (control and 4 ds/m salinity) and 7 lentil landrace genotypes. Analysis of variance showed that three way interactions of genotype ×drought × salinity was significant only for root length which indicates different response of genotypes for this trait for salinity and drought stresses. The effect of salinity and drought stress levels on all traits was significant which indicates reduction in traits value under salinity and drought stresses. Estimation of simple correlation among traits showed that, shoot length and number of shoot correlated pasitively with shoot dry weight and root dry weight with root length and number of lateral roots. Cluster analysis divided genotypes into two clusters. The second cluster consisted to Kaleybar, Horand and ShaviVarzeghan genotypes. These genotypes were tolerant as compared to the other genotypes during vegetative growth stage.The regression and path analysis for shoot dry weight showed number of lateral roots had the highest direct and indirect effect on shoot dry weight under drought and salinity stress. Cluster analysis of traits, divided genotypes into two clusters. The second cluster were Kaleybar, Horand and Shavi Varzeghan genotypes. These genotypes had higher mean values for the traits under study and could be tolerant genotypes for drought and salinity stresses at vegetative growth stage.

Key words: Drought, Lentil, Path analysis, Regression analysis, Salinity.

1- Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2-Member of Young and Elite Researchers Club, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3-M.sc. Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

** Corresponding Author: rash270@yahoo.com*