اثر تنش کم آبی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد هشت توده بومی شنبلیله (*Trigonella foenum- graecum* L.)

حسن فرهادی[1*]، مجید عزیزی[2]، سید حسین نعمتی[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *farhadi.hassan66@gmail.com*

تاریخ دریافت: ۲۲ مرداد ۱۳۹۵، تاریخ بازنگری: ۲۷ شهریور ۱۳۹۵، تاریخ پذیرش: ۲۳ آبان ۱۳۹۵

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم ترین عوامل محدودکننده است که تولید محصولات زراعی در مناطق نیمه خشک را تحت تأثیر قرار می دهد. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی از ویژگی های مورفولوژیک گیاه دارویی شنبلیله و شناسایی بهترین توده بومی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به صورت گلدانی در دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل هشت توده بومی شنبلیله از اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج با چهار سطح تنش رطوبتی: ۱-بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، ۲- تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، ۳- تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و ۴- تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) بود. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی در کلیه صفات مورد مطالعه معنی دار بود. مقایسه میانگین-ها نشان داد که تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول ریشه و اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه) در آخرین سطح خشکی نسبت به شاهد به ترتیب ۴۵/۲۰، ۹/۰۸، ۱۴/۸۲، ۳۲/۳۹، ۲۹/۹۶، ۲۷/۱۳، ۴/۶۹، ۳۰/۳۶ درصد کاهش نشان دادند. در مقایسه بین توده ها، بیشترین عملکرد متعلق به توده های چالوس و مشهد بود. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می رسد که بتوان از این دو توده برای اصلاح توده هایی با پتانسیل عملکرد زیاد در شرایط تنش خشکی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: *اجزای عملکرد، توده بومی، کمبود آب، ویژگی های زراعی.*

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک است. پاسخ گیاهان به تنش خشکی بستگی به نوع، شدت و مدت تنش و همچنین گونه گیاهی و مرحله وقوع تنش دارد (Kafi *et al*., 2009). در شرایط تنش خشکی، همزمان با خشک شدن خاک، پتانسیل ماتریک آن منفی تر می شود. گیاهان تا زمانی قادر به ادامه جذب آب از خاک خواهند بود که پتانسیل آب آنها پایین تر از پتانسیل آب خاک باشد. بنابراین گیاهان برای کاهش اثرات منفی خشکی از مکانیسم های متنوعی استفاده می کنند. چنین مکانیسم هایی دامنه وسیعی از سطح سلولی تا واکنش کلی گیاه را شامل می شوند (Karimi., 2006) بر اساس مطالعات به عمل آمده از بین عوامل مختلف تنش‌زا (زنده و غیرزنده) عامل خشکی سبب کاهش ۴۵ درصدی محصول می شود (Belhassen 1996,). به طوری که به صورت جدی کمیت و کیفیت تولیدات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می دهد و از طرفی، با توجه به گسترش مساله تغییر اقلیم موقعیت کشاورزی آینده را دشوارتر می نماید (Khalafallah, 2008).

تنش خشکی در مراحل مختلف رشد، به خصوص مراحل گلدهی و دانه بندی محدودکننده عملکرد می باشد. اثرات کمبود رطوبت در عملکرد و تغییرات مواد مؤثر گیاهان دارویی دارای ویژگی های خاصی است که باید به طور کامل مورد ارزیابی قرار گیرد. به نظر می رسد که گیاهان دارویی واکنش های متفاوتی نسبت به تنش خشکی در عملکرد و مواد مؤثر تولیدی داشته باشند. برای درک این ویژگی ها، تحقیقات گسترده بر روی گیاهان با ارزش دارویی و اعمال تیمارهای مختلف نیاز می باشد (Hughes, 1989).

با توجه به وضعیت بحران آب در ایران ومصرف عمده آن در بخش کشاورزی و اینکه بایستی در نوع کشت گیاهان و استفاده از ژنوتیپ‌های حساس تجدید نظر صورت گیرد، در این زمینه مطالعه و شناخت گیاهان متحمل به خشکی و مدیریت آب ضروری به نظر می رسد (Kafi *et al*., 2009). همچنین فشار ناشی از افزایش جمعیت و خشکی‌های متوالی در آینده و رقابت بین کشاورزی و صنعت بر سر منابع آب به محدود شدن هر چه بیشتر منابع آب در دسترس برای کشاورزی منجر خواهد شد. اصلاح ارقام جدید که توانایی رشد در اراضی و شرایط نامطلوب کشاورزی را داشته باشند می تواند راهکاری مناسب جهت افزایش تولیدات کشاورزی و تدبیری برای استفاده بهینه از منابع آبی محدود به حساب آید (Buchanan *et al*., 2000).

الهادی و همکاران (Alhadi *et al*., 1991) بیان کردند که گیاه شنبلیله به تنش آبی در طول مراحل رشد گیاهی حساس است و کاهش پتانسیل ماتریک خاک به کمتر از ۰/۳- مگاپاسکال منجر به کاهش اساسی در پارامترهای رشدی چون ارتفاع و وزن تر اندام هوایی و نیز کل سطح برگ می گردد. در بررسی تحمل به خشکی در جمعیت های مختلف شنبلیله، با افزایش شدت تنش، صفات طول ساقه، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه به طور معنی داری کاهش یافتند و جمعیت ها برای این صفات اختلاف معنی داری نشان دادند (Riasat *et al*., 2005; Sadeghzadeh-Ahari, 2010) با بررسی ۲۰ توده شنبلیله ایرانی، تحت شرایط تنش آبی و عدم تنش، تنوع ژنتیکی و وراثت پذیری صفات زراعی متنوعی را مورد بررسی قرار داده و وجود تفاوت معنی داری را میان توده ها برای تمام صفات، به جز شاخص برداشت، در شرایط تنش و تعداد

غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و بیومس خشک در شرایط آبیاری گزارش نمودند. همچنین، بیشترین میزان وراثت پذیری را برای صفات وزن هزار دانه، روز تا گلدهی و تیپ گیاهی در هر دو شرایط گزارش کردند. شنبلیله (*Trigonalla foenum-graecum* L.)، یک گیاه علفی یکساله، متعلق به تیره نیامداران (Fabaceae)، دارای خواص دارویی متعدد نظیر اثر تقویتی، ملین، اشتها آور، خلط آور، ضد تب، افزایش میزان شیر در دوران شیردهی و کاهش دهنده قند خون است. همچنین، شنبلیله دارای اسید نیکوتینیک یا نیاسین می‌باشد که این ویتامین باعث جلوگیری از بیماری پلاگر می‌گردد. شنبلیله دارای اثر گشاد کنندگی بر عروق خونی بوده و از بروز سکته قلبی جلوگیری می‌کند (Omydbygy *et al*., 2004). گلهایی منفرد به رنگ زرد روشن، بنفش یا مایل به سفید به بزرگی ۸ /۰ تا ۱/۸ سانتی متر دارد. میوه آن نیام، خمیده به طول سه تا ۱۱ سانتی متر و محتوی پنج تا ۲۰ دانه زاویه دار به طول چهار تا شش میلی متر و به عرض دو تا سه میلی متر است (Moattar and Shams Ardekani, 1999) شنبلیله در تثبیت نیتروژن نیز نقش عمده ای دارد، بنابراین برای استفاده در تناوب کاشت مناسب است (Omyd Bygy, 2004). مطالعه حاضر با هدف مقایسه توده های بومی شنبلیله و بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و صفات مرتبط با آن به اجرا در آمد.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و به منظور بررسی اثر کمبود آب بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و صفات مرتبط با آن در توده های بومی شنبلیله در سال ۹۳-۱۳۹۲ در شرایط آب و هوایی مشهد به صورت گلدانی انجام گرفت. گلدان های مورد آزمایش جهت رشد در فضای باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به مختصات جغرافیایی طول ″۳ ′۵۳ °۵۹ و عرض ″۲ ′۳۱ °۳۶ و ارتفاع ۱۰۲۳ متر از سطح دریا نگهداری شدند. تیمارهای آزمایشی شامل هشت توده بومی شنبلیله از اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج و چهار تیمار تنش آبی: ۱- بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، ۲- تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، ۳- تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و ۴- تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) با سه تکرار بودند. در این تحقیق از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۳۰ و ارتفاع ۳۷ سانتی‌متر استفاده شد. وزن هر یک از گلدان‌ها به همراه زهکش آنها برابر ۶۸۰ گرم بود که این ۹۶ گلدان توسط ۷۰۰۰ گرم از خاک مورد نظر پر گردید. در هر یک از واحدهای آزمایش (گلدان ها) شش عدد بذر کاشته شد و پس از سبز شدن و اطمینان از استقرار، تعداد گیاهان داخل گلدان به سطح نهایی سه عدد در هر گلدان کاهش یافت. خاک مورد استفاده دست‌ساز و ترکیبی از ماسه، خاک زراعی (بافت خاک لوم رسی با pH معادل (۷/۶) و کود دامی کاملاً پوسیده شده به نسبت ۱:۳:۱ بود. جهت شناسایی ترکیب خاک، در ابتدا آزمایشات مقدماتی با استفاده از محاسبات تعیین میزان آب در خاک خشک نسبت به ظرفیت مزرعه صورت پذیرفت. برای تعیین تیمارهای مقادیر آب در هر گلدان، ابتدا مقداری خاک درون آون قرار داده شد و پس از ۴۸ ساعت مجدد وزن شده و میزان آب در خاک مشخص گردید. سپس خاک خشک را در گلدان ریخته و به آرامی و تا حد اشباع، آب به آن اضافه شد و تا روز بعد رها گردید (Shibairo *et al*., 1998). پس از آن گلدان وزن

شد و مقدار آب نسبت به خاک خشک در حالت FC بدست آمد و تیمارهای مختلف آبیاری بر این اساس محاسبه شدند. بر اساس محاسبات یاد شده، وزن هر گلدان برای هر چهار تیمار ۱- بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، ۲- تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، ۳- تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و ۴- تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) محاسبه گردید. اعمال تیمار تنش کمبود آبی پس از استقرار گیاهچه ها انجام گرفت؛ بنابراین بوسیله وزن کردن روزانه تمامی گلدان‌ها در ساعت ۱۰ صبح، وضعیت رطوبتی آنها مشخص می گردید. بدین ترتیب نقصان رطوبت گلدان‌ها در تیمارهای مختلف با اضافه نمودن آب به صورت روزانه و رساندن آنها به حد ظرفیت زراعی مدنظر جبران می شد. همچنین در این آزمایش برای تعیین وزن گیاه از گلدان‌های بدون گیاه هم استفاده شد تا برابر وزن گیاه به گلدان‌ها آب اضافه شود تا وزن گیاه در ظرفیت‌های زراعی مدنظر اختلالی ایجاد نکند. در پایان آزمایش که مصادف با حداکثر رشد رویشی بود، گیاهان جمع‌آوری و اندازه‌گیری‌های موردنظر انجام پذیرفت. در پایان دوره رشد صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول ریشه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف اندازه گیری شد و صفات عملکرد دانه و وزن هزار دانه محاسبه شد. داده های حاصل توسط نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل آماری شده، میانگین داده ها با آزمون LSD مقایسه و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

روز تا گلدهی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر توده و خشکی بر صفت تعداد روز تا گلدهی معنی دار ($P\leq ۰/۰۱$) شد ولی در مورد اثر متقابل توده در خشکی از نظر آماری تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین های اثرات ساده نشان داد که تعداد روز تا گلدهی در توده های مورد بررسی از ۱۹/۳۰ الی ۵۲/۳۰ به ترتیب مربوط به توده های همدان و چالوس متغیر بوده است، در ضمن توده های مشهد، اصفهان، آمل، ساری، تبریز و یاسوج در رتبه های بعدی قرار گرفتند؛ بنابراین توده چالوس نسبت به سایر توده های مورد آزمایش متحمل ترین توده در برابر خشکی از نظر روز تا گلدهی می باشد (جدول ۲). صادق زاده آهاری و همکاران (Sadeghzadeh Ahari *et al*., 2010) گزارش کردند که بین ۲۰ توده شنبلیله ایرانی نیز تفاوت معنی داری برای صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی در شرایط تنش و آبیاری وجود دارد که با نتایج حاصل از این آزمایش تطبیق می کند. با افزایش سطوح خشکی صفت روز تا گلدهی روند کاهشی حاصل نموده است، به طوری که این صفت در تیمار شاهد و تیمار تنش شدید به ترتیب بین ۳۰/۸۸ و ۱۶/۹۲ متغیر بوده است. در مقایسه بین سطوح مختلف خشکی از لحاظ این صفت، تیمار شاهد و تنش ملایم بیشترین میانگین روز تا گلدهی را به خود اختصاص دادند. میانگین این صفت در تیمار تنش شدید به میزان ۴۵/۲۰ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات بیشترین درصد بود (جدول ۳). کمبود آب بازتاب گسترده ای در رشد، پیشرفت و عملکرد اقتصادی گیاه داشته و با تغییر در ساختمان بافت ها و اعضای گیاهی، ساختمان ماکرومولکول ها و هورمون های گیاهی باعث می شود گیاه برای بقا وارد مرحله زایشی شود (Blum, 1988).

روز تا رسیدگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییرات روز تا رسیدگی در گیاه شنبلیله تحت تأثیر توده و خشکی معنی دار (P≤۰/۰۱) شد، ولی در مورد اثر متقابل توده در خشکی تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین های اثرات ساده نشان داد که صفت روز تا رسیدگی در توده های مورد بررسی از ۵۶/۵۱ الی ۷۵/۳۸ به ترتیب مربوط به توده های اصفهان و تبریز متغیر بوده است، در ضمن توده های آمل، چالوس، مشهد، ساری، یاسوج و همدان در رتبه های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده اصفهان نسبت به سایر توده های مورد آزمایش متحمل ترین توده در برابر خشکی از نظر روز تا رسیدگی می باشد (جدول ۲). در بررسی ۲۰ توده شنبلیله ایرانی در شرایط تنش و آبیاری، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی داری میان توده ها برای روز تا ۵۰ درصد رسیدگی در هر دو شرایط وجود دارد (Sadeghzadeh Ahari *et al*., 2004). با افزایش سطوح خشکی صفت روز تا رسیدگی روند کاهشی پیدا کرده است، به طوری که این صفت در تیمار شاهد (بدون تنش) و تیمار تنش شدید به ترتیب بین ۶۸/۳۸ و ۶۲/۱۷ متغیر بوده است. تیمار تنش شدید کمترین میانگین روز تا رسیدگی را به خود اختصاص داد و میانگین این صفت به میزان ۲۳ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات کمترین درصد بود (جدول ۳). سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2000) گزارش کردند که در شرایط ایران تنش کمبود آب از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر نمو فیزیولوژیک نخود محسوب می شود که از طریق تسریع مراحل نمو سبب کاهش طول دوره رشد و عملکرد اقتصادی می گردد. تأثیر منفی تنش خشکی بر طول دوره رشد گیاهان توسط سینگ (Singh, 1991) در مورد نخود و باقلا دی کاستا و همکاران(De Costa *et al*., 1997) گزارش شده است.

ارتفاع بوته

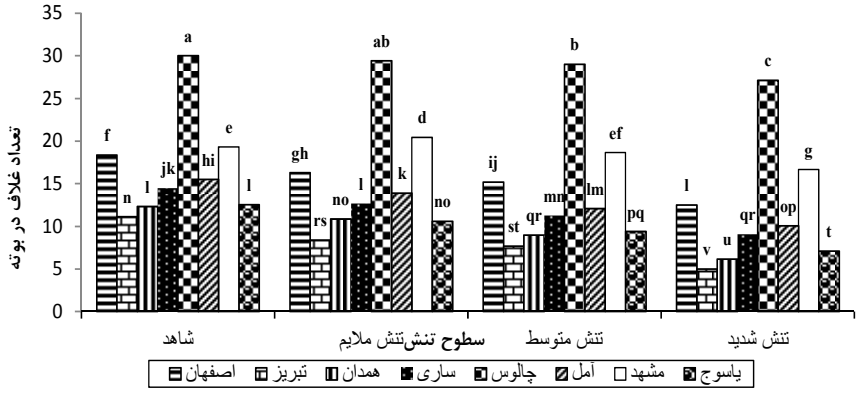
در مورد صفت ارتفاع بوته، اثرهای ساده توده و خشکی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری را نشان دادند، ولی اثر متقابل توده در خشکی از نظر این صفت معنی دار نشد (جدول ۱). در مقایسه میانگین توده ها، توده های ساری و چالوس با میانگین ۲۶/۰۹ و ۱۹/۳۷ سانتی متر به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع را در بین سایر توده ها نشان دادند. توده های مشهد، اصفهان، همدان، یاسوج، آمل و تبریز از نظر این صفت در رتبه های بعدی قرار گرفتند؛ بنابراین توده ساری نسبت به سایر توده های مورد آزمایش متحمل ترین توده در برابر خشکی از نظر ارتفاع بوته می باشد. تنوع بین توده های مختلف از نظر این صفت نشان دهنده اختلافات ژنتیکی بین آنها می باشد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات در جدول ۳ نشان می دهد که بیشترین مقدار ارتفاع بوته در تیمار شاهد (با میانگین ۲۳/۸۱ سانتی متر) ایجاد شده است. با افزایش شدت تنش، ارتفاع بوته کاهش یافت. ولی تیمار تنش متوسط و شدید از این نظر اختلاف معنی داری نداشتند. طبق نتایج پژوهش های پیشین، از آنجا که در شرایط تنش خشکی فشار تورژسانس سلول های ساقه که در حال ازدیاد طول می باشند، کاهش می یابد و از طرفی تولید مواد اصلی فتوسنتز نیز کم می شود، لذا طول میانگره های ساقه و در نتیجه ارتفاع بوته تحت تأثیر خشکی کاهش می یابد (Emam and Nyknejad, 2004).

طول ریشه

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی از نظر طول ریشه اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل توده و خشکی میزان کاهش طول ریشه توده های بومی شنبلیله اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج در سطح آخر خشکی (تنش شدید) نسبت به شاهد (شرایط رطوبتی مناسب) به ترتیب ۲۸/۹۹، ۵۵/۵۴، ۳۵/۴۱، ۳۱/۷۹، ۱۷/۸۲، ۳۰/۶۷، ۱۹/۹۸، ۳۷/۷۰ درصد بودند. همانطور که مشاهده می شود توده چالوس از نظر طول ریشه از ثبات بیشتری ناشی از تغییرات سطوح خشکی برخوردار بوده است به طوری که طول ریشه مربوط به این توده در سطح آخر خشکی (تنش شدید) نسبت به سطح شاهد (شرایط رطوبتی مناسب) کمترین کاهش را نسبت به سایر توده ها داشته است (شکل ۱). پهلوان پور (pahlevanpour, 1995) نشان داد، علت کاهش طول ریشه می تواند محدودیت فشار تورگر باشد. ایجاد استحکام و سختی در دیواره سلول های برگ های در حال رشد می توانند برای زنده ماندن و بقای رشد گیاهان در شرایط کمبود آب سودمند باشد. نهایتا سخت شدن دیواره سلول در طولانی مدت سبب ایجاد گیاهان کوچکتر می شود و سبب کاهش فتوسنتز می شود (Pahlevanpour, 1995).

تعداد غلاف در بوته

طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل توده و خشکی (شکل ۲) نشان داد که توده چالوس در تیمار شاهد با میانگین ۳۰/۰۲، در تنش ملایم با میانگین ۲۹/۴۱، در تنش متوسط با میانگین ۲۹ و در تنش شدید با میانگین ۹/۶۶ بیشترین تعداد غلاف را در تمامی سطوح تنش داشت. برای این صفت در تنش شدید، نسبت به تیمار شاهد توده تبریز بیشترین (۵۵/۱۹ درصد) کاهش را نشان داد. توده های مشهد، اصفهان، آمل، ساری، یاسوج و همدان از نظر تعداد غلاف در رتبه های بعدی قرار گرفتند به طوری که در سطح آخر خشکی (تنش شدید) نسبت به شاهد (شرایط رطوبتی مناسب) به ترتیب ۱۳/۷۶، ۳۱/۸۰، ۳۵، ۳۷/۲۴، ۴۳/۳۸، ۵۰/۲۰ درصد کاهش نشان دادند.



شکل۱- اثر متقابل توده و خشکی بر طول ریشه در هشت توده بومی شنبلیله

Figure 1- Inter effect of mass and drought on length of root in eight of fenugreek endemic cultivar

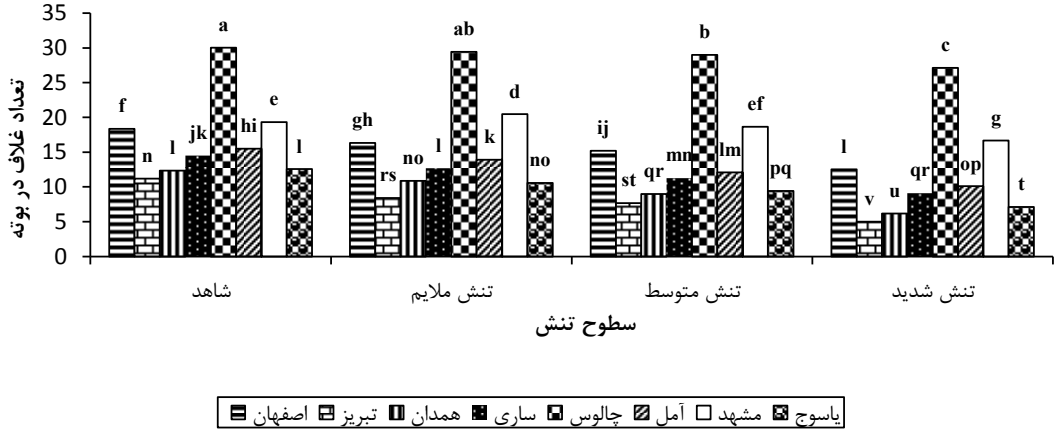
قابل ذکر است که تعداد غلاف در گیاه می تواند علاوه بر اثر مستقیم، به طور غیر مستقیم از طریق تعداد دانه در بوته بر عملکرد تأثیر بگذارد. بهبودیان و همکاران (Behboudian *et al*., 2001) گزارش کردند که اعمال تنش خشکی بعد از شروع مرحله تشکیل غلاف با کاهش تشکیل و همچنین افزایش ریزش غلاف ها در بدو تشکیل دانه همراه است. سینگ و همکاران (Singh *et al*., 1987) نیز به حساسیت تعداد غلاف در بوته نسبت به تنش خشکی اشاره نمودند.

تعداد دانه در غلاف

طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل توده و خشکی (شکل ۳) نشان داد که توده چالوس در تیمار شاهد با میانگین ۱۳/۲۴، در تنش ملایم با میانگین ۱۳/۲۴، در تنش متوسط با میانگین ۱۲/۸ و در تنش شدید با میانگین ۱۲ بیشترین تعداد غلاف را در تمامی سطوح تنش داشت. برای این صفت در تنش شدید، نسبت به تیمار شاهد توده تبریز بیشترین (۴۷/۱۲ درصد) کاهش را نشان داد. توده های اصفهان، مشهد، آمل، ساری، یاسوج و همدان از نظر تعداد غلاف در رتبه های بعدی قرار گرفتند به طوری که در سطح آخر خشکی (تنش شدید) نسبت به شاهد (شرایط رطوبتی مناسب) به ترتیب ۱۶/۵۰، ۲۰/۴۳، ۲۶/۲۴، ۲۹/۷۲، ۳۴/۵۴، ۳۸/۸۹ درصد کاهش نشان دادند. کلامیان و همکاران (Kalamian *et al*., 2005) علت کاهش تعداد دانه در غلاف را به عقیمی تخمدان گلچه ها در اثر تنش خشکی نسبت داده اند. مندهام و سالیسبوری (Mendham and Salisbury, 1995), نیز گزارش کردند که تنش های محیطی از طریق ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه ها، تعداد دانه در غلاف را تحت تأثیر قرار می دهد.

وزن هزار دانه

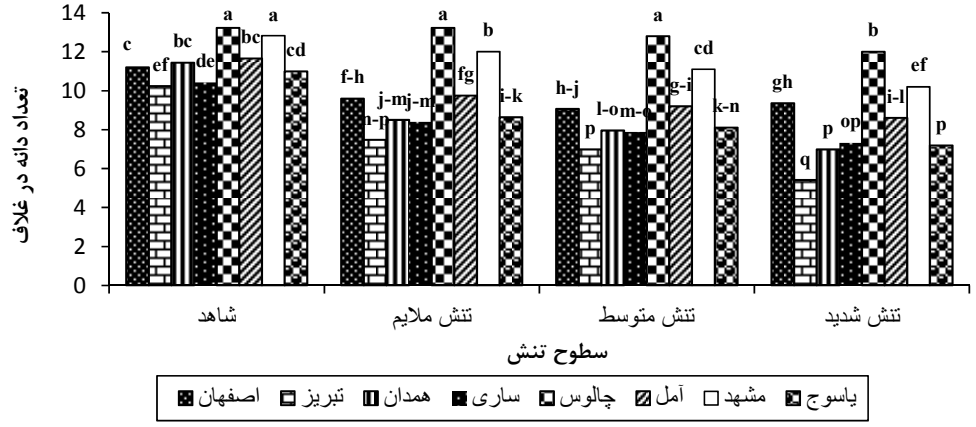
در این تحقیق، اختلاف بین توده ها در سطح یک درصد و تیمارهای مختلف خشکی در سطح پنج درصد از نظر وزن هزار دانه معنی دار بود



شکل۲- اثر متقابل توده و خشکی بر تعداد غلاف در بوته در هشت توده

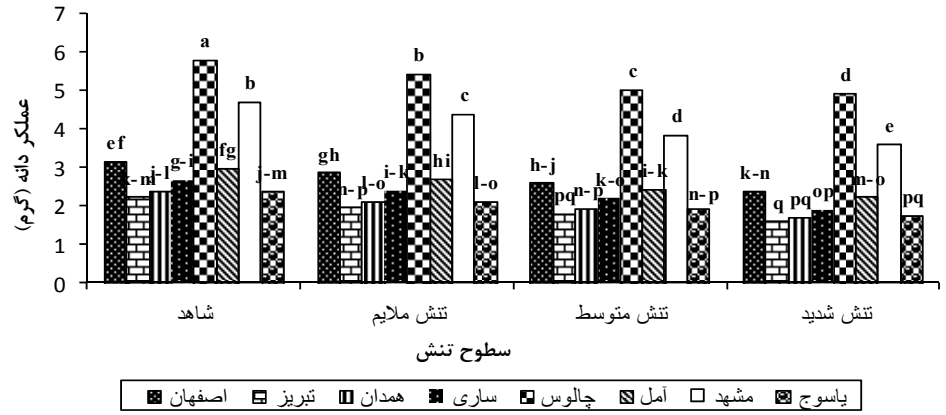
Figure 2- Inter effect of mass and drought on number of sheet per plant in eight cultivar

ولی اثر متقابل توده و خشکی بر روی این صفت معنی دار نبود (جدول ۱). در مقایسه میانگین توده-ها، توده های مشهد و چالوس با میانگین ۱۱/۸۸ و ۹/۱۸ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را در بین توده-ها نشان دادند. توده های یاسوج، اصفهان، همدان، آمل، ساری و تبریز از نظر این صفت در رتبه های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده های مورد آزمایش متحمل ترین توده در برابر خشکی از نظر وزن هزار دانه می باشد (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش (شاهد) بیشترین مقدار را داشت و با افزایش تنش از میزان وزن هزار دانه کم می شود. هر چند بین تیمارهای شاهد، تنش ملایم، تنش متوسط و تنش شدید اختلاف معنی داری مشاهده گردید (جدول ۳). تنش خشکی با تحت تأثیر قرار دادن درجه باز شدن روزنه ها، کاهش فعالیت آنزیم های چرخه کلوین، می تواند میزان تولید مواد پرورده را به میزان زیادی



شکل۳- اثر متقابل توده و خشکی بر تعداد دانه در غلاف در هشت توده بومی

Figure 3- Inter effect of mass and drought on number of seed per sheet in eight endemic cultivar



شکل۴- اثر متقابل توده و خشکی بر عملکرد دانه (گرم بر متر مربع) در هشت توده بومی شنبلیله

Figure 4- Inter effect of mass and drought on grain yield (gr/m^2) in eight fenugreek endemic cultivar

جدول۱- تجزیه واریانس اثر خشکی بر صفات مورد مطالعه در هشت توده بومی شنبلیله

Table 1- Analysis of variance of drought effect on stadied traits in eight of fenugreek endemic cultivar

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	روز تا گلدهی Day to Flowering	روز تا رسیدگی Day to Maturation	ارتفاع بوته Long of Plant (cm)	طول ریشه Length of Root (cm)	تعداد غلاف در بوته Number of sheet per Plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per sheet	وزن هزار دانه 1000-grain weight(gr)	عملکرد دانه Grain yield
توده (a) Mass	7	220/48**	561/01**	71/81**	12/12**	553/07**	36/13**	7/33**	12/84**
خشکی (b) Drought	3	869/46**	165/30**	61/50**	198/81**	108/47**	42/41**	0/96 *	4/23**
خشکی×توده Drought×Mass	21	0/43ns	3/17ns	0/09ns	3/59**	1/39**	1/00**	0/001ns	0/13**
خطای آزمایش Error	64	2/78	11/30	4/20	1/00	0/27	0/17	0/90	0/03
ضریب تغییرات (c.v)		12/81	9/39	5/96	7/29	7/73	10/09	8/56	10/31

ns ، * و **؛ به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability

جدول۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در هشت توده بومی شنبلیله

Table 2- Mean of stadied traits in eight of fenugreek endemic cultivar

توده Mass	روز تا گلدهی Day to Flowering	روز تا رسیدگی Day to Maturation	ارتفاع بوته Long of Plant (Cm)	وزن هزار دانه (gr) 1000-grain weight
اصفهان Esfahan	26/42^{b}	75/38^{a}	22/36^{bc}	10/17^{b}
تبریز Tabriz	20/16^{d}	56/51^{e}	18/52^{f}	9/66^{bc}
همدان Hamedan	19/30^{d}	59/64^{d}	22/30^{bc}	10/15^{b}
ساری Sarey	20/35^{d}	62/36^{d}	26/09^{a}	9/94^{bc}
چالوس Chalus	30/52^{a}	70/19^{bc}	19/37^{ef}	9/18^{c}
آمل Amol	24/49^{c}	72/29^{b}	20/30de	10/07^{b}
مشهد Mashhad	27/62^{b}	68/63^{c}	23/80^{b}	11/88^{a}
یاسوج Yasouj	19/74^{d}	60/29^{d}	21/74^{cd}	10/40^{b}

در هر ستون میانگین داراي حروف لاتین مشابه تفاوت معنی داري در سطح احتمال 5 درصد براساس آزمونLSD ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level using LSD test

کاهش دهد (Pessarakli, 2001) و از این راه به طور مستقیم موجب کاهش وزن هزار دانه (ظرفیت مقصد فیزیولوژیک) شود (Silouspor *et al*., 2006). امام و رنجبر (Emam and Ranjbar, 2000) نشان دادند که کاهش وزن هزار دانه در تیمار تنش خشکی را می توان به پدید آمدن دانه های چروکیده با وزن کمتر نسبت داد. به علاوه کوتاه شدن دوره رشد دانه و در نتیجه زودرسی در اثر تنش خشکی، که توسط برخی پژوهشگران مشاهده شده (Aboudrare and Debaeke, 2004) یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش وزن هزار دانه در تیمارهای اعمال تنش خشکی است (Emam and Ranjbar, 2000)

عملکرد دانه

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل توده و خشکی میزان کاهش عملکرد دانه توده های بومی شنبلیله اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج در سطح آخر خشکی (تنش شدید) نسبت به شاهد (شرایط رطوبتی مناسب) به ترتیب ۲۴/۹۲، ۲۸/۱۸، ۲۸/۳۸، ۲۹/۲۱، ۱۵/۲۷، ۲۵/۱۷، ۲۳/۶۶، ۲۶/۳۸ درصد بودند. همانطور که مشاهده می شود توده چالوس از ثبات وزن دانه بیشتری ناشی از تغییرات

جدول ۳ – مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در هشت توده بومی شنبلیله تحت تنش خشکی

Table 3- Mean of stadied traits in eight of fenugreek endemic cultivar to drought stress

سطوح تنش Drought level	روز تا گلدهی Day to Flowering	روز تا رسیدگی Day to Maturation	ارتفاع بوته Long of plant (Cm)	وزن هزار دانه 1000-grain (gr) weight
شاهد Control	30/88[a]	68/38[a]	23/81[a]	10/43[a]
تنش ملایم Low Stress	25/57[b]	66/69[ab]	22/36[b]	10/22[a]
تنش متوسط Medium Stress	20/92[c]	65/40[b]	20/79[c]	10/13[a]
تنش شدید High Stress	16/92[d]	62/17[c]	20/28[c]	9/94[a]

در هر ستون میانگین داراي حروف لاتین مشابه تفاوت معنی داري در سطح احتمال 5 درصد براساس آزمونLSD ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level using LSD test

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین عملکرد و صفات اندازه گیری شده در هشت توده بومی شنبلیله تحت تنش خشکی

Table 4- Correlation coefficients yield and stadied traits in eight of fenugreek endemic cultivar to drought stress

	1	2	3	4	5	6	7	8
صفات Traits	روز تا گلدهی Day to Flowering	روز تا رسیدگی Day to Maturation	ارتفاع بوته Long of Plant	طول ریشه Length of root	تعداد غلاف در بوته Number of Sheet per Plant	تعداد دانه در غلاف Number of Seed per Sheet	وزن هزار دان 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield
1	1							
2	0/49**	1						
3	0/27**	-0/17ns	1					
4	0/60**	0/15ns	0/44**	1				
5	0/74**	0/28**	0/01ns	0/26**	1			
6	0/82**	0/26**	0/19*	0/49**	0/82**	1		
7	0/14ns	0/09ns	0/44**	0/08ns	-0/02ns	0/08ns	1	
8	0/75**	0/36**	0/04ns	0/24*	0/95**	0/82**	0/03ns	1

ns، * و **؛ به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** : no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability

سطوح خشکی برخوردار بوده است به طوری که عملکرد دانه مربوط به این توده در سطح آخر خشکی (تنش شدید) نسبت به شاهد (شرایط مناسب رطوبتی) کمترین کاهش را نسبت به سایر توده ها داشته است (شکل۴). ارل و دیویس (Earl and Davis, 2003) کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی در مراحل زایشی را به کاهش کارایی فتوسنتز و کوتاه شدن طول دوره رشد نسبت داده اند. بیشترین بخش وزن دانه از فتوسنتز بوته پس از گلدهی تأمین می شود. بنابراین هر چه طول دوره سبزمانی برگ ها زیادتر شود، کربوهیدرات بیشتری به دانه منتقل خواهد شد .(Emam, 2007)

همبستگی صفات مورد بررسی

ضرایب همبستگی صفات تحت بررسی در جدول ۴ نشان داد که بین صفات مختلف، همبستگی مثبت و منفی معنی-دار مشاهده گردید، به طوری که بین عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار (۹۵ درصد) در بین صفات نسبت به هم وجود داشت. عملکرد دانه نیز با تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی دار (۸۲ درصد) داشت. همچنین بین صفت تعداد دانهدر غلاف با صفات تعداد غلاف در بوته و روز تا گلدهی، مشترکاً با (۸۲ درصد) همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت. گولر و همکاران (Guler *et al*., 2001) نیز با بررسی روابط

بین عملکرد و اجزای عملکرد پنج لاین نخود همبستگی بالایی بین عملکرد و تعداد غلاف در بوته را ($p<0/01$ و $r=0/85$) مشاهده نمودند.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق بیان کننده آن است که تنش خشکی سبب آثار منفی بر صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه می شود. در بین اجزای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشترین تأثیر را در کاهش عملکرد دانه در توده های مورد بررسی در شرایط تنش داشتند به طوری که توده های مشهد و چالوس که تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به سایر توده ها داشتند، بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. بین هشت توده شنبلیله مورد مطالعه، توده چالوس در صفات روز تا گلدهی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه، بالاترین میانگین را داشت. پس از آن توده های مشهد، اصفهان و آمل در این صفات برتر بودند. همچنین بیشترین تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه به ترتیب متعلق به توده چالوس و توده مشهد بود و بدین ترتیب می توان کشت این دو توده را در مناطق خشک پیشنهاد نمود.

REFERENCES

Ahmad Alhadi, F., Taha Yasseen, B. and Jabr, M. 1999. Water stress and gibberellic acid effects on growth of fenugreek plants. *Irrigation Science,* 18: 185-190.

Behboudian, M. H., Turner, Ma., Q, N. C. and Palta, J. A. 2001. Reactions of chickpea to water stress: yield and seed composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 1288–1291.

Belhassen, E.1996. Drought in higher plants: Genetical, Physiological and molecular biological analysis. ENSA-INRA SGAP, Montpellier, France. 152.

Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp 43-77.

Buchanan, B., Gruissem, W. and Jones, R. L. 2000. Biochemistry & Molecular Biology of Plants. *American Society of Plant Physiologists, Rockville*, MD.

De Costa, W.A.J.M., Dennett, M., Ratnaweera, D.U. And Nyalemegbe, K. 1997. Effects of different water regimes on field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba* L.). I. Canopy growth and biomass production. *Field Crops Research,* 49: 83–93.

Debaeke, P. and Aboudrare, A. 2004. Adaptation of crop management to water-limited environment. *European Journal of Agronomy*, 21: 433-446.

Earl, H. J. and Davis, R. F. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation, use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal,* 95: 688-696.

Emam, Y. 2007. Cereal Production. 3 st Edn, Shiraz University Press. 190.

Emam, Y. and Ranjbar, Gh. 2000. Effect of plant density and drought stress in vegetative growth on yield, traits of yield and water use efficiency in grain corn. *Iranian Journal of Crop Science*, 2 (3): 510- 562.

Emam, Y. and Nycnejad, M. 2004. Introduction on Plant Physiology. Shiraz University Press. 571.

Guler, M., Sait Adak, M. and Ulkan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Agronomy*, 14: 161–166.

Hughes, S. G., Bryant, J. A. and Smirinoff, N. 1989. Molecular biology, application to studies of stress tolerance. In: Plants under stress. pp 131-135.

Kafi, M., Borzooei, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masumi, A. and Nabati, J. 2009. Physiology of Environmental Stresses in Plants. Jahad of University of Mashhad University Press. 502.

Kalamian, S., Modarres Sonavy, S. A. M. and Sepehri, A. 2005. Effect of water deficit

stress on reproductive and vegetative growth in commercial and leafy hybrids of corn. *Agricultural Research, Water, Soil and Plant in Agriculture*. 5. 38- 53.

Karimi, Gh., Ghorbanli, M., Heydari Sharif Abad, H. and Osareh, M. 2006. Survey for resistance to salinity in pasture species (*Atriplex vertucifera* M. B). *Journal of Research and Building*. 3(73). 42- 48.

Khalafallah, A. A. and Abu-Ghalia, H. H. 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plant subjected to shortterm water stress followed by recovery at different growth stages. *Journal Applied Science.* 4(5), 559-569.

Mendham, N. J. and Salisbury, P. A. 1995. Physiology. Crop development. Growth and yield in: Kimbers, D. and Mc Greagor. D. I (Eds). *CAB international,* 11-67.

Moattar, F. and Shams Ardekani, M. 1999. Guide Treatment Plant. 1st Edn. Academy of Medical Sciences of Iran Press. 87.

Omyd Bygy, R. 2004. Production and Supply of Drug Plants. 3 st Edn, Razavi Qods Astan Press. 275.

Pahlevanpor, A. 1995. Phsiological effects of por irrigation condition on snail medics. Msc Thesis of shiraz university, 186.

Pessarakli, M. 2001. Handbook of Plant and Crop Physiology. Second Edition, Marcel Dekker Inc., New York, 997.

Sadeghzadeh Ahari, D. M., Hassandokht, R., Kashi, A. ., Amri, A. and Alizadeh, K. H. 2010. Genetic variability of some agronomic traits in the Iranian fenugreek landraces under drought stress and non-stress conditions. *African Journal of Plant Science,* 4: 12-20.

Shibairo, S. I., Upadhyaya, M. K. and Toivonen, P. M. A. 1998. Influence of preharvest water stress on postharvest moisture loss of carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73: 347- 352.

Singh, D. P., Singh, P., Sharma, H. C. and Turner, N. C. 1987. Influence of water deficit on the water relations, canopy gas exchange and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, 16: 231-241.

Singh, P. 1991. Influence of water-deficits on phenology, growth and dry-matter allocation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, 28: 1-5.

Soltani, A., Rahimzadeh Khoye, F., Ghasemi Ghorbanzadeh, K., Moghaddam, M. and Mernia, M. K. 2000. Optimization for pea (*Cicer arietinum*) growth and yield. *Journal of Agricultural Sciences*, 103- 189.

Sylspur, M., Jaafari, P. and Mollahosseiny, H. 2006. Effect of drought stress and plant density on yield and some agronomy traits of corn (*Zea mays*). *Journal of Agricultural Sciences* (2). 13-24.

The effect of water deficit stress on morphological characteristics and yield components of landraces (*Trigonella foenum- graecum* L.) fenugreek eight

Hasan Farhadi[1]*, Majid Azizi[2], Seyyed Hosein Nemati[3]

1- M.Sc. Student at Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor at Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Assistant Professor at Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding Author Email: *farhadi.hassan66@gmail.com*

ABSTRACT

Drought stress is one of the most important limiting factors which can affect crop production in semi-arid regions. To investigate the effects of water stress on some of the morphological characteristics of fenugreek and to identify the best landraces, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replicates as potted in the Ferdowsi University of Mashhad in 2014. Experimental treatments were combination of eight fenugreek landraces of Isfahan, Tabriz, Hamedan, Sari, Challous, Amol, Mashhad and Yasooj with four levels of moisture stress (1- no stress (100% of field capacity), 2- mild stress (75% of field capacity), 3- moderate stress (50% field capacity) and 4- severe stress (25% field capacity). The results showed that the main effect of drought stress was significant for all traits studied. The comparison of means revealed that the number of days till flowering, till maturity, plant height, root length and yield components (number of pods per plant, seeds per pod and seed weight) in the highest level of drought compared to control decreased 45.20, 9.08, 14.82, 32.39, 29.96, 27.13, 4.69, 30.36 %, respectively. Comparison of landraces also showed that the highest performance belonged to the landraces of Challous and Mashhad. Following the results of the current study, these two landraces could be utilized for modifying landraces with high potential yield in context of water stress.

Keywords: *Agronomic Characteristics, Landrace, Water Limitation, Yield Components*

How to cite this article

Farhadi H, Azizi M, Nemati SH. The effect of water deficit stress on morphological characteristics and yield components of landraces (Trigonella foenum- graecum L.) fenugreek eight. J Crop Sci Res Arid Reg, 2017; 1(1):120-132. DOI: 10.22034/csrar.01.01.10

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the JCSRAR Journal.
The content of this article is distributed under JCSRAR open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) License. For more information, please visit http://cropscience.uoz.ac.ir/?lang=en.