تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله

نجمه بزازی*، محمود خدامباشی و شهرام محمدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۳۰)

چکیده

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* L. یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه دارویی شنبلیله، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد، در سال ۱۳۸۹ به اجرا درآمد. فاکتور اول شامل چهار سطح تنش رطوبتی (آبیاری پس از ۲۰ (شاهد)، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک) و فاکتور دوم شامل شش توده شنبلیله (شیراز، اردستان، تیرانچه، یزد، جهرم و هندی) بود. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر اصلی تنش خشکی در کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. در میان توده‌ها، از نظر خصوصیات مورد بررسی، تنوع وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه) در اثر تنش خشکی کاهش یافت و منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک (۴۳٪) و عملکرد دانه (۴۲/۳٪) گردید. در مقایسه بین توده‌ها، بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه متعلق به توده اردستان بود. بررسی تجزیه خوشه‌ای توده‌ها نشان داد که می‌توان از توده‌های اردستان، شیراز و تیرانچه برای اصلاح ژنتیکی تحمل به خشکی در شنبلیله بهره برد. به‌طورکلی، براساس نتایج به‌دست آمده، توده اردستان با میانگین ۲۲/۳۷ گرم در بوته بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشت و توده هندی با میانگین ۷۳/۸۳ روز تا رسیدگی زودرس‌ترین توده بود.

واژه‌های کلیدی: توده محلی، کمبود آب، ویژگی‌های زراعی

۱. گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: n_bazazi64@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]

مقدمه

حدود ۳۵٪ از سطح کره زمین متأثر از تنش خشکی است و از آنجا که کشور ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۵۰ میلی‌متر به‌عنوان منطقه خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌گردد، لذا وقوع تنش خشکی در دوره رشد محصولات کشاورزی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد (۲۶). شناسایی و کاشت گیاهان مقاوم به خشکی با پتانسیل عملکرد بالا از اهمیت زیادی برخوردار است (۷). در این زمینه، تعیین گیاهان دارویی متحمل به خشکی به لحاظ ارزش دارویی و اقتصادی حائز اهمیت می‌باشند (۱۷). اصلاح‌گران نبات برای دستیابی به نمونه‌های ژنتیکی متحمل، به‌دنبال تنوع ژنتیکی در منابع ژنی محصولات می‌باشند. توده‌ها منابع مهم ژنتیکی برای بهبود محصولات در مناطق خشک هستند. زیرا مجموعه‌ای از سازگاری‌ها به شرایط ناملایم را طی مدت زمان طولانی کسب کرده‌اند (۲۱).

شنبلیله گیاهی یکساله و علفی از خانواده بقولات (Fabiaceae) است و به‌عنوان گیاهی خوراکی و دارویی کشت می‌شود. موطن شنبلیله مدیترانه بوده و در آناتولی، سوریه، عراق، ایران، افغانستان، قفقاز، پاکستان، عربستان و اتیوپی می‌روید (۸). شنبلیله در تمام بخش‌های ایران کشت می‌شود و سطح زیر کشت آن در حدود ۴۰۰ هکتار می‌باشد. تولید سالانه علوفه شنبلیله در ایران ۸۰۰ تن و عملکرد دانه آن ۰/۸ تن در هکتار می‌باشد (۲۲).

شنبلیله دارای خواص متعدد دارویی مانند اثر تقویتی، ملین، اشتها آور، خلط آور، ضد تب، افزایش‌دهنده میزان شیر در دوران شیردهی و کاهنده قند خون است. این گیاه دارای اثر گشادکنندگی عروق خونی بوده که مانع از بروز سکته قلبی می‌شود و اسید نیکوتینیک یا نیاسین موجود در گیاه از بیماری پلاگر جلوگیری می‌کند (۲۷). ترکیبات موسیلاژی گیاه با داشتن خصوصیات التیام بخشی و محافظت‌کنندگی مسئول بروز برخی از آثار دارویی متنوع دانه شنبلیله، خصوصاً آثار موضعی آن، می‌باشد (۱۶).

برگ‌ها و دانه‌های شنبلیله به غیر از کابردهای دارویی (ضد دیابت، کاهنده کلسترول خون، ضد سرطان و ضد میکروب) برای اهداف متفاوتی از جمله در تهیه غذا در ایران، چاشنی پنیر در سوئیس، شربت و نوشیدنی تلخ در آلمان، تهیه نان در مصر و هم‌چنین تهیه کاری و رنگ‌ها مصرف می‌شوند (۲ و ۱۴). شنبلیله می‌تواند به‌عنوان یک محصول لگومی در اتحاد تناوب‌های کوتاه مدت کشت، تهیه علوفه خشک و تر در تغذیه دام، تثبیت نیتروژن در خاک و حاصل‌خیزی آن بسیار مفید باشد (۱۵). ایجاد برنامه‌های اصلاحی برای تولید مناسب این محصول مطابق با مصارف کنونی از جمله: محتوای بالای پروتئین دانه برای تغذیه انسانی و حیوانی، افزایش محتوای دیوزژنین دانه و نیز موسیلاژ (Galactomannan) با نسبت مناسب مانوز به گالاکتوز (Man/Gal، ۴:۱) در مصارف صنعتی لازم می‌باشد (۱۹).

احمدالهادی و همکاران (۱) 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 می‌گردد. در بررسی تحمل به خشکی در جمعیت‌های مختلف شنبلیله، با افزایش شدت تنش، صفات طول ساقه، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند و جمعیت‌ها برای این صفات اختلاف معنی‌داری نشان دادند (۲۰). صادق‌زاده اهری و همکاران (۲۲) با بررسی ۲۰ توده شنبلیله ایرانی، تحت شرایط تنش آبی و عدم تنش، تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری صفات زراعی متنوعی را مورد بررسی قرار داده و وجود تفاوت معنی‌داری را میان توده‌ها برای تمام صفات، به‌جز 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 وراثت‌پذیری را برای صفات وزن هزار دانه، روز تا گل‌دهی و تیپ گیاهی در هر دو شرایط گزارش کردند. در بررسی دیگری که با اعمال تنش خشکی با تیمارهای آبیاری در حد ظرفیت زراعی و در زمان تخلیه ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]

روی گیاهان دارویی مریم گلی، بومادران، اسفرزه، همیشه بهار و بابونه به عمل آمد، تفاوت معنی‌داری در صفات ماده خشک تولیدی، وزن ریشه، طول ریشه، وزن اندام هوایی و ارتفاع گیاه حاصل شد. به‌طوری‌که بیشترین میزان برای این صفات در شرایط آبیاری کامل و کمترین میزان در شرایط تنش شدید به‌دست آمد (۱۳). مطالعه حاضر با هدف مقایسه توده‌های مختلف شنبلیله و بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات مرتبط با آن به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۸۹ به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و به منظور بررسی اثر کمبود آب بر عملکرد و صفات مرتبط با آن در توده‌های شنبلیله انجام گرفت. کرت‌های اصلی شامل چهار تیمار آبیاری بدون تنش (شاهد)، تنش ملایم، تنش متوسط و تنش شدید، به‌ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک) و کرت‌های فرعی شامل شش توده شنبلیله (شیراز، اردستان، تیرانچه، یزد، جهرم و هندی) بود.

عملیات تهیه زمین شامل شخم و دیسک‌زنی قبل از کاشت صورت گرفت. در هنگام تهیه زمین، معادل ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم به زمین اضافه شد و عملیات کاشت در اریبهشت ماه ۱۳۸۹ انجام گردید. هر واحد آزمایشی (کرت فرعی) شامل ۵ ردیف به طول ۳ متر با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت به‌طور متوسط ۱۲/۵ سانتی‌متر بود. برای جلوگیری از تأثیر رطوبت کرت‌های مجاور، فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر ۱- ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. عملیات آبیاری برای تمام واحدهای آزمایشی تا زمان ظهور گیاهچه و استقرار مناسب آنها به‌طور مشابه انجام گرفت و از آن زمان به بعد تیمارهای آبیاری اعمال گردید. برای تعیین درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک، در هر کرت اصلی یک عدد بلوک گچی در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک نصب شد و از طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی و ارتباط آن با میزان رطوبت خاک زمان آبیاری مشخص گردید. سایر مراقبت‌های لازم از جمله وجین علف‌های هرز برای کلیه واحدهای آزمایشی به‌صورت مشابه انجام گرفت.

جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد، ۵ بوته تصادفی از هر کرت فرعی برداشت شد و برای تعیین عملکرد دانه در واحد سطح تمامی بوته‌ها از سه ردیف میانی با رعایت اثر حاشیه برداشت شد. برای خشک کردن نمونه‌ها از آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده برای تمام صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس مقدماتی قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار فیشر (LSD) انجام شد. مقایسه میانگین اثر متقابل با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گردید. هم‌چنین برای گروه‌بندی توده‌ها به روش تجزیه خوشه‌ای، از نرم‌افزار آماری STATISTICA 6.0 استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر اصلی سطوح تنش خشکی و توده‌ها بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. هم‌چنین، اثر متقابل تیمار خشکی و توده فقط برای صفات روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح معنی‌دار گردید.

روز تا گل‌دهی

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، با افزایش شدت تنش، تعداد روز تا گل‌دهی کاهش یافت. تیمار شاهد و تنش ملایم در گروه اول و تیمار تنش متوسط و تنش شدید در گروه دوم قرار گرفتند. بیشترین تعداد روز تا گل‌دهی در تیمار شاهد (۳۸/۱۱ روز) و کمترین تعداد روز تا گل‌دهی در تیمار تنش شدید (۳۶/۵۵ روز) مشاهده گردید. کمبود آب بازتاب گسترده‌ای در رشد، پیشرفت و عملکرد اقتصادی گیاه داشته و با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده توده‌های شنبلیله براساس طرح کرت‌های خرد شده

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۲۹ ns	۳۷/۵**	۲۳۰/۵**	۳۵۸/۱**	۰/۴۷ ns	۰/۱۴ ns	۲۲۷/۶**	۱۷۲۵/۱*
خشکی (a)	۳	۱۰/۳**	۶۱/۵**	۶۸/۴۲**	۱۲۴۱**	۱۰/۱**	۰/۸۵*	۱۸۷/۷**	۲۲۲۳۰**
خطای a	۶	۰/۳۳	۱/۰۵	۱/۲۳	۲۰/۱۰	۰/۳۳	۰/۱۶	۲/۱۳	۲۴۳/۵۷
توده (b)	۵	۱۴۰۶**	۸۹۳**	۱۶۴/۸**	۴۶۱۲**	۱۳/۹**	۱۹/۷**	۳۶۲/۵**	۳۷۸۹۴**
خطای b	۱۰	۲/۸۷	۱۸/۹۹	۸/۰۲	۱۰۹/۶۹	۰/۵۳	۰/۵۰	۹/۸۹	۱۱۰۰/۲
خشکی × توده	۱۵	۰/۴۸ ns	۳/۹۶**	۲/۲۲ ns	۵۵/۵**	۰/۶۳*	۰/۱۴ ns	۱۲/۲۵**	۱۰۵۰**
خطا	۳۰	۰/۶۰	۰/۹۱	۲/۹۶	۸/۵۴	۰/۲۵	۰/۲۶	۲/۱۱	۳۳۳/۴۳
Cv		۲/۰۷	۱/۱۹	۶/۳۷	۷/۰۷	۴/۹۲	۴/۱۵	۱۰/۸۷	۱۲/۰۸

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

تغییر در ساختمان بافت‌ها و اعضای گیاهی، ساختمان ماکرومولکول‌ها و هورمون‌های گیاهی باعث می‌شود گیاه برای بقا وارد مرحله زایشی شود (۳). میانگین این صفت در تیمار تنش شدید به میزان ۴/۰۹ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات کمترین درصد بود. در مقایسه توده‌های مورد آزمایش، توده اردستان با اختلاف زیاد نسبت به سایر ارقام، بیشترین تعداد روز تا گل‌دهی (با میانگین ۵۸/۵۰ روز) را داشت. توده شیراز با ۳۸/۴۲ روز و توده تیرانچه با ۳۴/۳۳ روز به‌ترتیب در گروه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. سایر توده‌ها میانگین کمتری داشتند و توده هندی با میانگین ۲۹/۲۵، کمترین زمان تا ظهور ۵۰٪ گل‌دهی در مزرعه را داشت (جدول ۲). بنابراین، چنانچه هدف زودرسی باشد، توده‌های یزد، جهرم و هندی مناسب‌ترند. اما چنانچه هدف تولید عملکرد بیولوژیک بیشتر باشد، توده اردستان که دوره رویشی طولانی‌تری دارد، مطلوب‌تر می‌باشد. در بررسی ۲۰ توده شنبلیله ایرانی نیز تفاوت معنی‌داری میان توده‌ها برای صفت روز تا ۵۰٪ گل‌دهی در شرایط تنش و آبیاری گزارش شده است (۲۲) که با نتایج حاصل از این آزمایش تطبیق می‌کند.

روز تا رسیدگی

بر طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، بیشترین تعداد روز تا رسیدگی (۸۲/۰۵ روز) در شرایط رطوبتی مناسب (بدون تنش) وجود داشت. با افزایش شدت تنش خشکی، تعداد روز تا رسیدگی به‌طور معنی‌داری برای همه ژنوتیپ‌ها کاهش یافت و در تیمار تنش شدید به کمترین زمان (۷۷/۷۲ روز) رسید. میانگین این صفت در تیمار تنش شدید به میزان ۵/۲۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. به توانایی گیاهان برای تکمیل دوره زندگی قبل از کاهش رطوبت خاک، گریز از خشکی می‌گویند (۲۴). در بین توده‌های مورد بررسی (جدول ۲) توده اردستان با اختلاف معنی‌داری از دیگر توده‌ها و با میانگین ۹۷/۰۸ روز، بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را داشت. توده هندی با میانگین ۷۳/۸۳ روز، کمترین زمان تا رسیدگی را نشان داد. زیرا واریته‌های زودرس دوره حساس زایشی خود را در مرحله رطوبت کافی تکمیل کرده و از تنش خشکی می‌گریزند (۲۴). با توجه به اثر متقابل خشکی و توده در این صفت (شکل ۱)، در بین تمام تیمارها توده اردستان برتر بود و البته بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را در تیمار شاهد

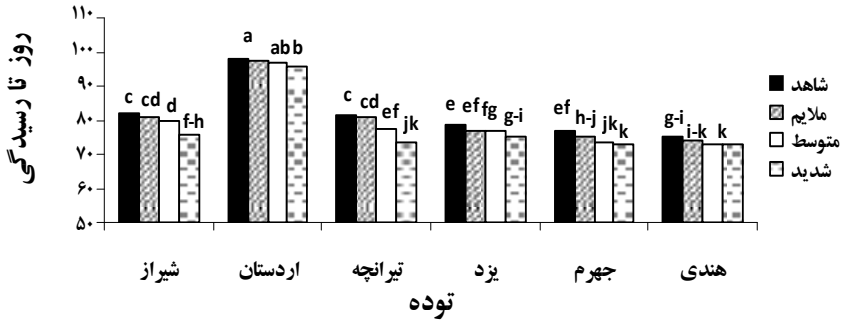
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]

جدول۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در شش توده شنبلیله تحت تیمارهای تنش خشکی

عامل آزمایشی	روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیک (g/plant)	عملکرد دانه (g/m^2)
سطوح تنش								
شاهد	۳۸/۱۱ a	۸۲/۰۵ a	۲۹/۴۲ a	۵۰/۸۸ a	۱۱/۲۳ a	۱۲/۵۰ a	۱۷/۳۱ a	۱۹۶/۰۸ a
تنش ملایم	۳۷/۸۳ a	۸۰/۸۳ b	۲۷/۶۹ b	۴۴/۰۶ b	۱۰/۱۲ b	۱۲/۳۰ ab	۱۴/۴۱ b	۱۵۷/۸۹ b
تنش متوسط	۳۶/۸۳ b	۷۹/۶۱ c	۲۵/۷۵ c	۳۹/۲۲ c	۹/۸۴ bc	۱۲/۲۱ ab	۱۱/۸۲ c	۱۳۷/۳۶ c
تنش شدید	۳۶/۵۵ b	۷۷/۷۲ d	۲۵/۱۳ c	۳۱/۱۵ d	۹/۵۰ c	۱۱/۹۸ b	۹/۸۷ d	۱۱۳/۰۶ d
توده								
شیراز	۳۸/۴۲ b	۷۹/۶۷ b	۲۸/۸ b	۴۵/۱۶ b	۱۱/۷۴ a	۱۲/۷۳ b	۱۵/۳۳ b	۲۰۳/۰۷ a
اردستان	۵۸/۵۰ a	۹۷/۰۸ a	۳۳/۰۵ a	۷۳/۵۹ a	۱۰/۱۹ c	۹/۹۱ d	۲۲/۳۷ a	۲۱۰/۱۴ a
تیرانچه	۳۴/۳۳ c	۷۸/۳۳ bc	۲۷/۴۲ bc	۵۲/۲۸ b	۹/۸۶ c	۱۲/۸۱ b	۱۵/۲۵ b	۱۹۲/۰۴ a
یزد	۳۱/۷۵ d	۷۶/۸۳ bcd	۲۵/۲۰ c	۲۶/۷۷ c	۱۰/۸۶ b	۱۲/۶۲ b	۱۰/۸۰ c	۱۱۱/۸ b
جهرم	۳۱/۷۵ d	۷۴/۵۸ cd	۲۵/۲۳ c	۲۶/۸۸ c	۸/۵۵ d	۱۳/۶۱ a	۹/۲۰ cd	۹۸/۹۵ b
هندی	۲۹/۲۵ e	۷۳/۸۳ d	۲۲/۲۸ d	۲۳/۲۸ c	۹/۸۴ c	۱۱/۸۲ c	۷/۱۶ d	۹۰/۵۸ b

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۱. اثر متقابل تنش خشکی و توده بر صفت تعداد روز تا رسیدگی در گیاه شنبلیله (ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD ($P<0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند).

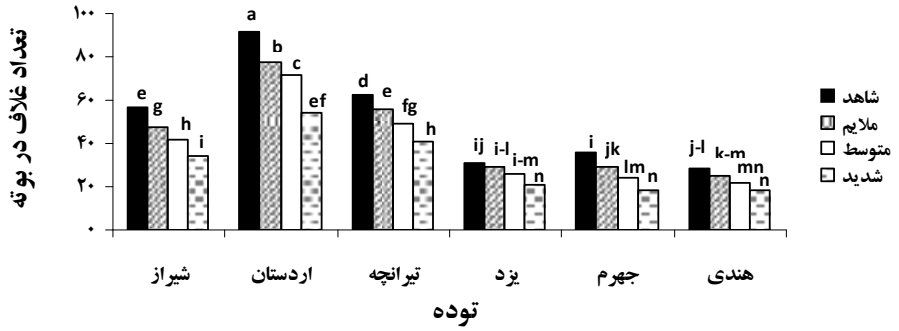
(۹۸ روز) و سپس در تیمار تنش ملایم (۹۷/۶۷ روز) داشت. کمترین زمان تا رسیدگی متعلق به توده جهرم (۷۲/۶۷ روز) و پس از آن توده هندی (۷۳ روز) در تیمار تنش شدید بود. در تیمار تنش شدید، توده اردستان کمترین درصد کاهش (۲/۳ درصد) و توده تیرانچه بیشترین درصد کاهش (۹/۸ درصد) را نسبت به تیمار شاهد در این صفت نشان دادند. در بررسی ۲۰ توده شنبلیله ایرانی در شرایط تنش و آبیاری، نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان توده‌ها برای روز تا ۵۰٪ رسیدگی در هر دو شرایط وجود دارد (۲۲).

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین صفات در جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]



شکل ۲. اثر متقابل تنش خشکی و توده بر صفت تعداد غلاف در بوته در گیاه شنبلیله (ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD (P<0.05) اختلاف معنی‌داری ندارند).

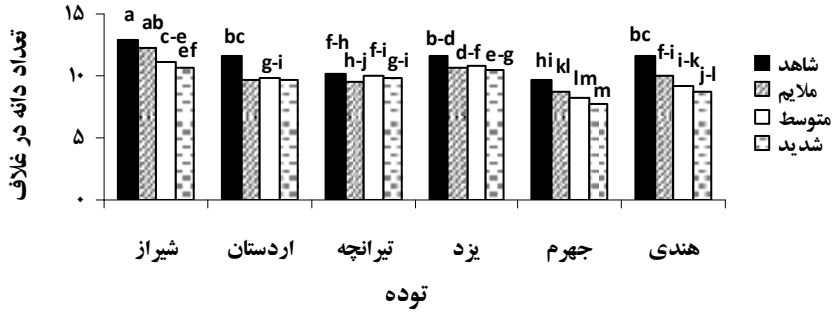
مقدار ارتفاع بوته در تیمار شاهد (با میانگین ۲۹/۴۲ سانتی‌متر) ایجاد شده است. با افزایش شدت تنش، ارتفاع بوته کاهش یافت. ولی تیمار تنش متوسط و شدید از این نظر اختلاف معنی‌داری نداشتند. در مقایسه میانگین توده‌ها، توده اردستان با میانگین ۳۳/۰۵ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را داشت. توده‌های شیراز و تیرانچه به‌ترتیب با میانگین ۲۸/۸۰ و ۲۷/۴۲ سانتی‌متر در گروه دوم قرار گرفتند و توده هندی با میانگین ۲۲/۲۸ سانتی‌متر کمترین مقدار ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد. تنوع بین توده‌های مختلف از نظر این صفت نشان‌دهنده اختلافات ژنتیکی بین آنها می‌باشد (جدول ۲). علت کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی، کاهش فشار تورژسانس و متعاقب آن کاهش تقسیم و بزرگ شدن سلولی نسبت به شرایط بدون تنش می‌باشد (۵). مطالعات مختلف نشان داده که معمولاً تنش خشکی منجر به کاهش ارتفاع بوته می‌شود. از جمله، می‌توان به مطالعات انجام شده در گیاه شنبلیله (۱ و ۲۰)، ریحان (۹ و ۶)، مریم‌گلی، بومادران، اسفرزه، همیشه بهار، بابونه (۱۳)، گل مکزیکی (۱۸) و بادرشبو (۲۳) اشاره کرد.

تعداد غلاف در بوته

با توجه به مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، بیشترین تعداد غلاف در بوته (۵۰/۸۸ غلاف) در شرایط بدون تنش تولید شد. افزایش شدت تنش به‌طور معنی‌داری منجر به کاهش تعداد غلاف در بوته گردید. به‌طوری‌که این صفت در تیمار تنش شدید (۳۱/۱۵ غلاف) به میزان ۳۸/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. قابل ذکر است که تعداد غلاف در گیاه می‌تواند علاوه بر اثر مستقیم، به‌طور غیرمستقیم از طریق تعداد دانه در بوته بر عملکرد دانه تأثیر بگذارد. توده اردستان با میانگین ۷۳/۵۹ و با اختلاف معنی‌دار از سایر توده‌ها بیشترین تعداد غلاف در بوته را تولید کرد. توده‌های شیراز و تیرانچه به‌ترتیب با میانگین‌های ۴۵/۱۶ و ۵۲/۲۸ برای این صفت و با عدم اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در گروه دوم قرار گرفتند. توده‌های جهرم، یزد و هندی از نظر این صفت در گروه سوم قرار گرفتند و در این میان توده هندی با میانگین ۲۳/۲۸ کمترین تعداد غلاف در بوته را داشت. بررسی اثر متقابل خشکی و توده (شکل ۲) نشان داد که توده اردستان در تیمار شاهد با میانگین ۹۱/۲۷، در تنش ملایم با میانگین ۷۷/۶۳، در تنش متوسط با میانگین ۷۱/۶۳ و در تنش شدید با میانگین ۵۳/۸۳ بیشترین تعداد غلاف را در تمامی سطوح تنش داشت. کمترین تعداد غلاف در بوته متعلق به توده جهرم (۱۸ غلاف) در تیمار تنش شدید بود. برای این صفت در تنش شدید، نسبت به تیمار شاهد، توده جهرم و توده یزد به‌ترتیب بیشترین (۴۹/۶ درصد) و کمترین (۳۲/۱ درصد) کاهش را نشان دادند. کاهش تعداد غلاف در بوته می‌تواند ناشی از عدم تلقیح تعدادی از گل‌ها و ریزش آنها در اثر کمبود آب باشد. بوترا و ساندرز (۴) نیز بیان نمودند که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر تعداد گره، ارتفاع، تعداد غلاف در بوته و عملکرد گیاه لوبیا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]



شکل ۳. اثر متقابل تنش خشکی و توده بر تعداد دانه در غلاف در گیاه شنبلیله (ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD (P<0.05) اختلاف معنی‌داری ندارند).

داشته است. طبق گزارش موجود، در گیاه رازیانه نیز با افزایش فواصل آبیاری، تعداد چتر در بوته و تعداد چتر بارور در انشعاب اصلی روند کاهشی داشته است (۱۱). هم‌چنین، در گیاه اسفرزه با کاهش فواصل آبیاری، تعداد سنبله در بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است (۱۰) که با نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر مطابقت دارد.

تعداد دانه در غلاف

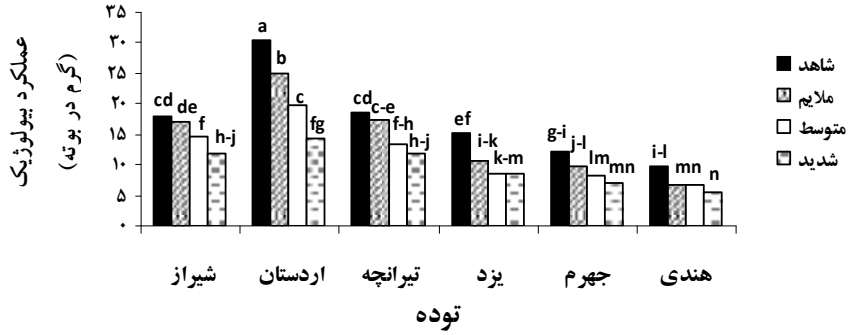
مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که سطوح تنش نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری در این صفت ایجاد کردند و در سطح تنش شدید، ۱۵/۴ درصد کاهش در تعداد دانه در غلاف ایجاد شد. کاهش تعداد دانه در غلاف می‌تواند ناشی از ناکافی بودن فتوسنتز و تولید مواد لازم برای رشد تمامی دانه‌ها در اثر تنش کمبود آب باشد. در نتیجه، تعداد کمتری دانه در غلاف رشد نموده است. در میان توده‌های مورد آزمایش، توده شیراز با میانگین ۱۱/۷۴ بیشترین تعداد دانه در غلاف را داشت و توده جهرم نیز با میانگین ۸/۵۵ دارای کمترین تعداد دانه در غلاف بود (جدول ۲). براساس نمودار اثر متقابل تنش و توده (شکل ۳)، در تمام تیمارها توده شیراز برتر بود و بیشترین تعداد دانه در غلاف را ابتدا در تیمار شاهد با میانگین ۱۲/۹۳ و سپس در تیمار تنش ملایم با میانگین ۱۲/۲۰ داشت. احتمالاً بیشتر بودن تعداد دانه در غلاف توده شیراز می‌تواند ناشی از پتانسیل بالای این توده برای پر شدن تعداد زیادتری از دانه‌های تشکیل شده در غلاف در شرایط تنش خشکی باشد. کمترین میانگین تعداد دانه در غلاف مربوط به توده جهرم در تیمار تنش شدید (۷/۶۷ دانه در غلاف) بود. در این صفت، توده‌های هندی و جهرم به‌ترتیب با ۲۴/۸ و ۲۰/۳ درصد بیشترین کاهش و توده تیرانچه (با ۳/۶ درصد) کمترین کاهش را در تنش شدید نسبت به شاهد نشان دادند. گزارش‌های دیگر نیز حاکی از کاهش تعداد دانه‌های تشکیل شده در نتیجه تنش کمبود آب است. از جمله، در گیاه اسفرزه، که افزایش فواصل آبیاری منجر به کاهش تعداد دانه در سنبله گردیده است (۱۲).

وزن هزار دانه

در مقایسه میانگین سطوح خشکی برای این صفت (جدول ۲)، بیشترین مقدار وزن هزار دانه در تیمار شاهد ایجاد شد و کمترین میزان وزن هزار دانه در تیمار تنش شدید (با ۱۴/۲ درصد کاهش نسبت به شاهد) تولید گردید. به‌دلیل تأثیر منفی تنش خشکی بر میزان فتوسنتز و تولید ناکافی مواد لازم برای پر شدن دانه‌ها، میانگین وزن هر دانه کاهش یافته و کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش منطقی به نظر می‌رسد. هم‌چنین، تنش خشکی منجر به کاهش دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش وزن دانه می‌گردد. در این آزمایش، در میان توده‌ها، مقادیر بالای وزن هزار دانه مربوط به توده جهرم با میانگین ۱۳/۶۱ گرم بود و سه توده تیرانچه، شیراز و یزد به‌ترتیب با مقادیر ۱۲/۸۱، ۱۲/۷۳ و ۱۲/۶۲ گرم و عدم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]



شکل ۴. اثر متقابل تنش خشکی و توده بر عملکرد بیولوژیک در گیاه شنبلیله (ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD (P<0.05) اختلاف معنی‌داری ندارند).

گروه دوم قرار گرفتند. کمترین میزان وزن هزار دانه نیز مربوط به توده اردستان با میانگین ۹/۹۱ گرم بود (جدول ۲). نتایج منتشر شده توسط دیگر محققین در مورد سایر گیاهان دارویی از جمله رازیانه (۱۱)، اسفرزه (۱۰) و بادرشبو (۲۳) نیز حاکی از کاهش وزن هزار دانه در اثر افزایش فاصله آبیاری و اعمال تنش خشکی است.

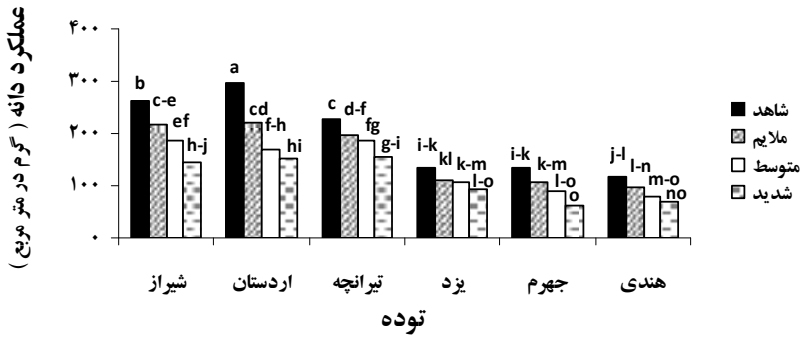
عملکرد بیولوژیک

با توجه به مقایسه میانگین‌ها برای سطوح مختلف خشکی، ملاحظه می‌شود که با افزایش شدت تنش، عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک (۱۷/۳۱ گرم در بوته) در تیمار شاهد تولید شد و در تیمار تنش شدید با ۴۳٪ کاهش نسبت به شاهد کمترین میزان عملکرد بیولوژیک (۹/۸۷ گرم در بوته) تولید گردید (جدول ۲). در بررسی انجام شده در گیاه شنبلیله (۱) کاهش سطح برگ گیاه در نتیجه کاهش در تعداد و اندازه سلول‌ها و هم‌چنین کاهش پیگمان‌های فتوسنتزی (کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها) برگ در اثر تنش کم‌آبی گزارش گردیده است. در بررسی دو گیاه دارویی ریحان و شنبلیله تحت تنش خشکی، نشان داده شد که در انتهای دوره رشد، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن ساقه، وزن دانه در بوته و ماده خشک تولیدی در اثر تنش نسبت به شرایط نرمال کاهش یافت (۶). با توجه به دلایل فوق، در اثر تنش، به‌تدریج سرعت و میزان رشد گیاه و در نتیجه عملکرد نهایی آن کاهش خواهد یافت. بین توده‌های مختلف از نظر این صفت تنوع زیادی مشاهده گردید. به‌طوری‌که توده‌ها در ۴ گروه متفاوت قرار گرفتند که این نشان‌دهنده اختلافات ژنتیکی بین توده‌های مورد نظر برای عملکرد بیولوژیک می‌باشد. توده اردستان با میانگین ۲۲/۳۷ گرم، بیشترین عملکرد بیولوژیک را تولید کرد و توده‌های شیراز و تیرانچه به‌ترتیب با میانگین ۱۵/۳۳ و ۱۵/۲۵ گرم در گروه دوم قرار گرفتند. توده هندی با میانگین ۷/۱۶ گرم، کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت (جدول ۲). زیرا این توده برای شاخص‌های رشد و اجزای عملکرد نیز پایین‌ترین جایگاه را در بین سایر توده‌ها داشت.

همان‌طورکه در شکل ۴ مشاهده می‌شود، میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح تنش خشکی برای توده‌ها از بیشترین مقدار (۳۰/۴۳ گرم) برای توده اردستان در تیمار شاهد تا کمترین مقدار (۵/۴۷ گرم) برای توده هندی در تیمار تنش شدید متغیر بود. هم‌چنین توده اردستان در تیمارهای تنش ملایم، تنش متوسط و تنش شدید به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۵/۱۰، ۱۹/۶۳ و ۱۴/۳۳ گرم در بوته بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک را تولید کرد. در تیمار تنش شدید، نسبت به تیمار شاهد، توده اردستان بیشترین (۵۲/۹ درصد) و توده شیراز کمترین (۳۳/۹ درصد) میزان کاهش عملکرد را داشتند. براساس

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]



شکل ۵. اثر متقابل تنش خشکی و توده بر عملکرد دانه در گیاه شنبلیله (ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD (P<0.05) اختلاف معنی‌داری ندارند).

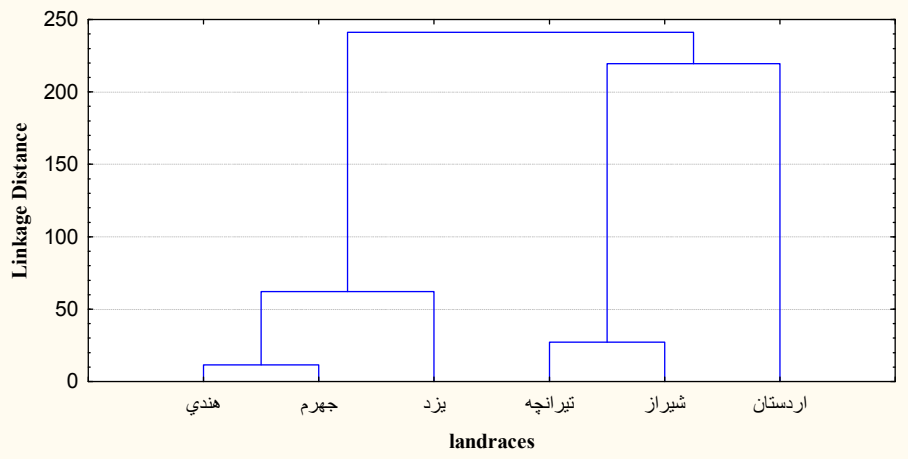
نظر سریوالی و همکاران (۲۵) کاهش ماده خشک تولیدی طی افزایش سطح تنش خشکی می‌تواند مربوط به کاهش ارتفاع بوته، کاهش سطح برگ و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه باشد. نتایج تحقیقات انجام شده روی گیاه شنبلیله بیانگر کاهش وزن ساقه (۲۰)، عملکرد بیولوژیک (۲۱ و ۲۲) و ماده خشک تولیدی (۶) در اثر تنش بوده که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. در گیاهان مریم گلی، بومادران، اسفرزه، همیشه بهار و بابونه، ماده خشک تولیدی، وزن ریشه و وزن اندام هوایی با افزایش شدت تنش کاهش یافته‌اند (۱۳). بیشترین و کمترین مقدار در خصوصیات مورفولوژیک گل مکزیکی شامل وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه‌ها، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و عملکرد بخش‌های رویشی تازه و خشک به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰، ۸۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی دیده شد (۱۸).

عملکرد دانه

نتایج مقایسه میانگین‌ها برای سطوح مختلف تنش نشان می‌دهد که بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد بوده است. با افزایش سطح تنش، به‌طور معنی‌داری از میزان این صفت کاسته شد و در نهایت منجر به کاهش ۴۲/۳ درصدی عملکرد در بالاترین سطح تنش نسبت به شاهد گردید (جدول ۲). در میان ۶ توده مورد آزمایش، توده اردستان با میانگین ۲۱۰/۱۴ گرم در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، ولی با توده‌های شیراز و تیرانچه (به‌ترتیب با میانگین ۲۰۳/۰۷ و ۱۹۲/۰۴ گرم در مترمربع) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت و هر سه توده در گروه نخست قرار گرفتند. توده‌های یزد، جهرم و هندی به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۱۱۱/۸، ۹۸/۹۵ و ۹۰/۵۸ گرم در مترمربع و با عدم اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در گروه دوم قرار گرفتند (جدول ۲). با توجه به اثر متقابل تنش خشکی و توده در شکل ۵، میانگین عملکرد دانه در سطوح تنش خشکی برای توده‌ها از بیشترین مقدار (۲۹۷/۲۳ گرم در مترمربع) برای توده اردستان در تیمار شاهد تا کمترین مقدار (۶۳ گرم در مترمربع) برای توده هندی در تیمار تنش شدید متغیر بود. این روند بیانگر تفاوت توده‌ها از نظر عملکرد در شرایط محیطی مختلف می‌باشد. در تیمار تنش ملایم توده اردستان، در تنش متوسط توده شیراز و در تنش شدید توده تیرانچه بیشترین عملکرد را داشتند. هر چند که در کل در این تیمارها تفاوت توده‌ها در عملکرد معنی‌دار نگردید. در تیمار تنش شدید نسبت به تیمار شاهد، توده جهرم بیشترین (۵۳/۶ درصد) و توده تیرانچه کمترین (۳۱/۴ درصد) کاهش عملکرد را داشتند. در این بررسی، با این‌که توده اردستان کمترین وزن هزار دانه (۹/۹۱ گرم) را داشت ولی با تعداد مناسب دانه در غلاف و به‌خصوص داشتن بیشترین تعداد غلاف در بوته، بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. هم‌چنین توده شیراز با داشتن بیشترین تعداد دانه در غلاف، پس از توده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]



شکل ۶. نمودار درختی توده‌های شنبلیله بر مبنای ۸ صفت مورد بررسی

اردستان بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. صادق‌زاده اهری و همکاران (۲۱ و ۲۲) تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ را بر صفت عملکرد دانه تحت شرایط تنش رطوبتی و عدم تنش و نیز بر بیومس خشک در شرایط تنش رطوبتی در شنبلیله گزارش کردند. به‌طوری‌که توده‌های اردستان، شیراز و یاسوج۱ بیشترین میانگین عملکرد دانه و بیومس خشک را در میان توده‌ها داشته‌اند.

تجزیه خوشه‌ای

در بسیاری از فعالیت‌های تحقیقاتی، تجزیه خوشه‌ای و رسم دندروگرام برای پی بردن به این‌که کدامیک از مواد موجود در یک مجموعه مشابه و یا متفاوت هستند کاربرد دارد (۲۰ و ۲۲). گروه‌بندی توده‌ها بر مبنای صفات مورد بررسی در آزمایش مزرعه‌ای با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در شکل ۶ نشان داده شده است. دندروگرام حاصل در ترسیم خط در فاصله ۲۰۰ دارای سه گروه متمایز می‌باشد. در گروه اول توده اردستان و در گروه دوم توده‌های شیراز و تیرانچه قرار گرفتند. این توده‌ها از لحاظ عملکرد و متحمل بودن به تنش در بالاترین رتبه قرار گرفتند و توده اردستان با برتری نسبت به دو توده دیگر در جایگاه اول قرار دارد. در گروه سوم، توده‌های یزد، جهرم و هندی قرار گرفتند که حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی داشته و عملکرد کمتری در محیط تنش تولید کردند.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش، صفات مختلف در گیاه شنبلیله تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. به‌طوری‌که صفات روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کاهش یافتند. گیاه شنبلیله برای استفاده بهینه از آب در دسترس و بقا، مقدار آب قابل دسترس را صرف کامل کردن سریع مرحله زایشی نموده و بیشتر صفات به‌دلیل تأمین نبودن آب برای استفاده آنها کاهش یافتند. در میان اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته بیشترین کاهش (۳۸/۸ درصد) را نشان داد. در این بررسی، توده‌های اردستان و شیراز که ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتری داشتند، بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را تولید کردند. بین شش توده شنبلیله مورد مطالعه، توده اردستان در تمامی صفات، به‌جز تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه، بالاترین میانگین را داشت. پس از آن توده‌های شیراز و تیرانچه در این صفات برتر بودند و از نظر میانگین عملکرد تولیدی نیز همراه با توده اردستان در گروه اول قرار گرفتند. بیشترین تعداد دانه در غلاف و بیشترین وزن هزار دانه به‌ترتیب متعلق به توده شیراز و توده جهرم بود. با توجه به دندروگرام رسم شده، توده‌های اردستان، شیراز و تیرانچه برای تمامی صفات مورد بررسی نسبت به سایرین برتر بودند و بدین ترتیب می‌توان کشت این سه توده را در مناطق خشک توصیه نمود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]

منابع مورد استفاده

1. Ahmad Alhadi, F., B. Taha Yasseen and M. Jabr. 1999. Water stress and gibberellic acid effects on growth of fenugreek plants. *Irrigation Science* 18: 185-190.
2. Basch, E., C. Ulbricht, G. Kuo, P. Szapary and M. Smith. 2003. Therapeutic application of fenugreek. *Alternative Medicine Review* 8: 20-27.
3. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp. 43-77.
4. Boutra, T. and F. E. Sanders. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 187: 251-257.
5. Cabuslay, G. S., O. Ito and A. A. Alejar. 2002. Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. *Plant Science* 163: 815-827.
6. Ehyaei, H. R., P. Rezvani Moghadam and M. B. Amiri. 2009. Effect of drought stress on some morphological indices of sweet basil and fenugreek in greenhouse conditions. The first National Conference on Environmental Stresses in Agricultural Science, 28-29 January, Birjand University, pp. 136. (In Farsi).
7. Golparvar, A. R., I. Majidi- Haravan, F. Darvish, A. Rezaei and A. Ghasemi- Pirbalouti. 2004. Genetic assessment of some morpho-physiological traits in bread wheat under drought stress conditions. *Pajouhesh and Sazandegi* 62: 90-95. (In Farsi).
8. Hashemi-Nejad, A. and A. Bahadori. 2008. Medicinal and Aromatic Plants Recognition 1 & 2. Farhikhtegan Daneshgah Press, Tehran. (In Farsi).
9. Khalid, K. A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* spp.). *International Agrophysics* 20: 289-296.
10. Khazaei, H. R., M. Sabet Teimouri and F. Najafi. 2007. Investigation on yield and quality of Isabgol (*Plantago ovata* L.) under different irrigation regimes and seeding rates. *Iranian Journal of Field Crops* 5: 77-84. (In Farsi).
11. Koocheki, A., M. Nassiri Mahallati and G. Azizi. 2006. The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foenicolum vulgare*) landraces. *Iranian Journal of Field Crops* 4: 131-140. (In Farsi).
12. Koocheki, A., L. Tabrizi and M. Nassiri Mahallati. 2007. The effect of irrigation intervals and manure on quatitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. *Asian Journal of Plant Science* 6: 1229-1234.
13. Lebaschi, M. H. and E. Sharifi Ashourabadi. 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 20: 249-261. (In Farsi).
14. Lust, J. B. 2001. The Herb Book: The Complete and Authoritative Guide to More than 500 Herbs. Beneficial Books, 700 p.
15. Moyer, J. R., S. N. Acharya, Z. Mir and R. C. Doram. 2003. Weed management in irrigated fenugreek grown for forage in rotation with other annual crops. *Candian Journal of Plant Science* 83: 181-188.
16. Newall, C. A., L. A. Anderson and J. D. Phillipson. 1996. Herbal Medicines: A Guide for Health-Care Professionals. The Pharmaceutical Press, London, 296 p.
17. Omidbaigi, R. 2008. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 3, 5th ed., Astane Ghods Press, Mashhad. (In Farsi).
18. Omidbaigi, R. and M. Mahmoodi Sourestani. 2010. Effect of water stress on morphological traits, essential oil content and yield of Anise Hyssop (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze). *Iranian Journal of Hoticultural Science* 41: 153-161. (In Farsi).
19. Petropoulos, G. A. 2002. Fenugreek, the Genus Trigonella. Taylor and Francis, London, 225 p.
20. Riasat, M., A. R. Nasirzadeh, A. A. Jafari and L. Jokar. 2005. Resistance of Trigonella perennial accessions to drought stress. *Iranian Journal of Rangeland and Forest Plant Breeding and Genetic Research* 13: 189-208. (In Farsi).
21. Sadeghzadeh-Ahari, D., A. K. Kashi, M. R. Hassandokht, A. Amri and K. H. Alizadeh. 2009. Assessment of drought tolerance in Iranian fenugreek landraces. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 414-419.
22. Sadeghzadeh-Ahari, D., M. R. Hassandokht, A. K. Kashi, A. Amri and K. H. Alizadeh. 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.
23. Safikhani, F., H. Heydari Sharifabadi, A. Syadat, A. Sharifi Ashourabadi, M. Syednedjad and B. Abbaszadeh. 2007. The effect of drought stress on yield and morphologic characteristics of Deracocephalum moldavica L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23: 183-194. (In Farsi).
24. Singh, D. B. 2005. Plant Breeding: Principle and Method. Kalyani Pub., pp. 451-481.
25. Sreevalli, Y., K. Baskaran, R. Chandrashekara, R. Kuikkarni, S. SuShil Hasan, D. Samresh, J. Kukre, A. Ashok, K. SharmrSingh, S. Srikantand and T. Rakesh. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]

and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 22: 356-358.
26. Tadayon, M. R. 2009. Physiological Responses of Plants to Environmental Stresses. Shahrekord University Press, 214 p. (In Farsi).
27. Yazdani, D., S. Shahnazi and H. Seifi. 2004. Cultivation of Medicinal Plants. Jahad-e- Daneshgahi Press, Tehran. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-07-31]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.2.3]