Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۶
۳۰۷-۳۱۸
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.586

ارزیابی اثر خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی جمعیت‌های گیاه دارویی بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.)

خدیجه احمدی[۱]، حشمت امیدی[۲*]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد.
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد.

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۸

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. به همین منظور تحقیقی با عنوان بررسی اثر تنش خشکی بر صفات کمی و کیفی جمعیت‌های گیاه دارویی بالنگو در مزرعه پژوهشی گیاهان دارویی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام گرفت. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح خشکی از مرحله گلدهی به بعد به‌عنوان فاکتور اصلی (۱. پتانسیل رطوبت خاک ۰/۵- اتمسفر به‌عنوان شاهد، ۲. پتانسیل رطوبت خاک حدود ۶/۵- اتمسفر به‌عنوان تنش ملایم، ۳. پتانسیل رطوبت خاک حدود ۹/۵- اتمسفر به‌عنوان تنش نسبتاً شدید) و جمعیت‌های بالنگو (چهار جمعیت از استان اصفهان و یک جمعیت از استان کردستان) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده داشت. جمعیت و اثر متقابل آن بر صفات عملکرد دانه، محتوای قندهای محلول برگ، درصد موسیلاژ، شاخص تورم و عملکرد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. تنش خشکی باعث کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بالنگو شد. جمعیت اصفهان۳ در صفات عملکرد دانه و روغن تغییرات کمتری نسبت به سطوح تنش نشان داد و در تنش نسبتاً شدید بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۳۱۲/۷۷ کیلوگرم در هکتار و عملکرد روغن با میانگین ۸۶/۷ کیلوگرم در هکتار را داشت. اگرچه گیاه بالنگو در برابر تنش خشکی با کاهش عملکرد روبرو می‌شود ولی قادر است در تنش نسبتاً شدید زنده بماند و تولید محصول کند.

واژه‌های کلیدی: بالنگو، تنش خشکی، درصد روغن، شاخص برداشت، عملکرد دانه.

مقدمه

با پیشرفت علم و توجه جهانیان به تأثیر زیان‌بار استفاده از ترکیبات شیمیایی و مواد سنتتیک، جهان دوباره به استفاده از فراورده‌های گیاهی روی آورده است، به‌طوری‌که گفته می‌شود قرن بیست و یکم قرن گیاهان دارویی است (Amanzadeh et al., 2011). گیاه دارویی بالنگو (*Lallemantia*) متعلق به خانواده‌ی Lamiaceae بوده و دارای پنج گونه در دنیا است: *L.royleana, L.iberrica, L.canescens, L.baldshuanica* و *L.peltata* که بیشتر آن‌ها گیاهان یک‌ساله بوده و در فصل بهار روییده و تا اوایل فصل تابستان دوام می‌آورند (Rechinqer, 1982; Amanzadeh et al., 2011). بالنگو گیاهی گرمادوست و مقاوم به خشکی است. این گیاه رشد نامحدود و موسم گلدهی آن در اردیبهشت و خرداد ماه است (Rohee Nogh et al., 2011). با توجه به اینکه بالنگو در شمال خراسان به‌طور وسیع کشت می‌شود، حداکثر سطح زیر کشت این گیاه در شهرستان کلات ۱۰۰۰ هکتار است که به‌صورت دیم کشت می‌شود (Rohee Nogh et al., 2011). به ازای هر هکتار ۴ تا ۵ کیلوگرم بذر به‌صورت دستپاش در زمین توزیع می‌گردد. این گیاه هم به‌صورت پاییزه و هم به‌صورت بهاره کشت می‌شود، ولی کشت پاییزه عملکرد بالاتری دارد

* نگارنده پاسخگو: حشمت امیدی. پست الکترونیک: omidi@shahed.ac.ir.

www.SID.ir

Archive of SID

(Rohee Nogh et al., 2011). برداشت بالنگو با کمباین است ولی به دلیل عدم هم‌زمانی در رسیدن دانه‌ها، باید در زمانی که دانه در گل‌آذین و حدوداً نیمه قهوه‌ای است، اقدام به برداشت کرد. رطوبت دانه در زمان برداشت ۹ درصد است. عملکرد دانه بالنگو حدود دو تن در هکتار (بذر پاک‌شده در هکتار) است (Abdolahi et al., 2013).

روغن حاصل از دانه‌های جنس *Lallemantia* کاربرد فراوان در طب سنتی، صنایع غذایی و رنگرزی دارند (Emami et al., 2004). دانه‌های بالنگو منبع خوبی از فیبر (۲۹/۶۶٪)، روغن (۲۸٪-۲۰٪) و پروتئین (۱۸٪) بوده و اثرات دارویی و تغذیه‌ای زیادی دارند. به‌علاوه دانه‌ی بالنگو دارای موسیلاژ است که در درمان اختلالات گوناگون نظیر برخی اختلالات عصبی، کبدی و بیماری‌های کلیوی به کار می‌روند. این گیاه در بین داروهای محلی ایران، نوعی داروی خلط‌آور نیز به شمار می‌رود (Amanzadeh et al., 2011).

گیاهان در طول دوره رشد خود در معرض تنش‌های گوناگونی قرار دارند و در این میان کمبود آب بزرگ‌ترین چالش در تولید محصولات زراعی خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا ازجمله ایران است (Munns, 2002). محدودیت آبی در زمان گلدهی و پر شدن دانه دو مرحله اساسی تکامل دانه شامل مرحله‌ی تقسیمات سلولی و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد (Egli, 1998). زمانی که خشکی غیرقابل‌پیش‌بینی وجود داشته باشد و میزان بارندگی‌ها به‌اندازه کافی در اختیار نباشد گیاهان نمی‌توانند با موفقیت رشد خود را کامل کنند و به همین خاطر عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Kusaka et al., 2005). ثقه‌الاسلامی و همکاران (Seghatoleslami et al., 2013) در بررسی اثر دور آبیاری (۵، ۱۰ و ۱۵ روز) بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی شنبلیله به این نتیجه رسیدند که بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تیمار دور آبیاری ۵ و ۱۵ روز بود.

شاخص برداشت نشان‌دهنده‌ی کسری از ماده‌ی خشک گیاه است که به دانه‌ها اختصاص می‌یابد. اثر کمبود آب بر شاخص برداشت درنتیجه‌ی برهمکنش زمان و شدت کمبود آب روی فرآیندهای رشد و نمو که اجزای عملکرد را مشخص می‌کنند، پیچیده است (Aleel et al., 2009). در آزمایشی با کاهش مصرف آب، شاخص برداشت کاهش یافت که بیانگر تأثیر بیشتر کمبود رطوبت بر فرآیندهای زایشی در مقایسه با رشد رویشی بود (Eskandari et al., 2009). قندهای محلول به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های اسمزی، ثبات دهنده غشاهای سلولی و حفظ‌کننده تورژسانس سلول‌ها، عمل می کنند. ذخیره قندها در بخش‌های متفاوتی از گیاهان در واکنش به تنش‌های مختلف زیست محیط انجام می‌شود (Prado et al., 2000). تجمع قندهای محلول، به مقدار زیاد به تحمل خشکی در گیاهان ارتباط دارد (Hoekstra and Buitink, 2001).

یکی از مهم‌ترین تغییرات ناشی از تنش خشکی، کاهش محتوای آب نسبی برگ است. این صفت می‌تواند توانمندی گیاه را در مواجهه با تنش خشکی نشان دهد. نتایج تحقیق سلووان و همکاران (Sloane et al., 1990) نشان داد که در شرایط تنش خشکی، پتانسیل آب برگ و محتوای آب نسبی برگ کاهش پیدا می‌کند و فرآیندهایی نظیر توسعه برگ نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. شابهارا و همکاران (Shubhra et al., 2004) در بررسی‌های گیاه خودروی همیشه‌بهار دریافتند که عملکرد دانه و عملکرد روغن در شرایط تنش خشکی به‌شدت کاهش می‌یابد، درحالی‌که درصد روغن در چنین شرایطی افزایش می‌یابد. این‌چنین نتیجه‌ای در آزمایش‌های در مورد بادرشبو نیز گزارش‌شده است (Safikhani et al., 2006). عملکرد روغن یک صفت ژنتیکی است اما تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Sarkar and Sanyal, 2000).

نظر به اینکه در بسیاری از مناطق زراعی ایران، بروز خشکی همواره با مراحل رشد گیاه همراه است و تأثیر آن بر مواد مؤثره گیاهان دارویی به‌طور کامل شناسایی نشده و با توجه به کمبود اطلاعات در مورد گونه‌های گیاه دارویی بالنگو، گردآوری و ارزیابی خصوصیات گیاه‌شناسی و جمعیت‌های بومی بالنگو در ایران به‌منظور شناسایی و گزینش ارقام مناسب در مناطق خشک ضروری است. تاکنون پژوهشی در مورد اثر خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی جمعیت‌های بالنگو شیرازی صورت نگرفته است، بنابراین بررسی عملکرد دانه و ویژگی‌های بیوشیمیایی این گیاه ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام گرفت. مزرعه پژوهشی گیاهان دارویی دانشگاه شاهد دارای طول جغرافیایی ۵۱ درجه و هشت دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه

www.SID.ir

Archive of SID

شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۱۹۰ متر، میانگین بارندگی ۲۱۶ میلی‌متر و میانگین دما ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد بود. خصوصیات خاک و وضعیت آب‌وهوای مزرعه تحقیقاتی در جداول (۱) و (۲) ارائه شده است. با توجه به جدول تجزیه خاک و توصیه کودی و کمبود نیتروژن خاک، حدود ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌صورت اوره و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم به مزرعه داده شد. در ضمن مقدار کمبود ازت طی سه مرحله از زمان کاشت تا مرحله گلدهی به‌صورت محلول در آب آبیاری با استفاده از کود اوره برای گیاه جبران شد.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح خشکی از مرحله گلدهی به بعد به‌عنوان فاکتور اصلی (۱. متوسط پتانسیل رطوبت خاک در حد ۰/۵- اتمسفر به‌عنوان شاهد (FC)، ۲. پتانسیل رطوبت خاک حدود ۶/۵- اتمسفر به‌عنوان تنش ملایم، ۳. پتانسیل رطوبت خاک حدود ۹/۵- اتمسفر به‌عنوان تنش نسبتاً شدید) بود. پنج جمعیت بالنگو شامل چهار جمعیت از استان اصفهان (اصفهان۳، اصفهان۵، اصفهان۶، اصفهان۷) و یک جمعیت از استان کردستان به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. برای انتخاب بذرهای بالنگو، ابتدا جمعیت‌های بومی (وحشی) هر منطقه جمع‌آوری و طی چند سال کشت شدند. تاریخ کشت در نیمه دوم اسفندماه ۱۳۹۳، در کرت‌هایی به مساحت نه مترمربع، با آرایش کاشت ۵×۳۰، جمعیت‌های گیاه بالنگو به‌طور هم‌زمان کشت شدند. فاصله هر کرت با کرت مجاور یک متر در نظر گرفته شد. فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و بذرها در شیارهای به عمق ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر در ۱۰ ردیف در هر کرت کشت شدند و روی بذرها تا ارتفاع سه سانتی‌متر با خاک سبک یا ماسه‌بادی پوشانده شدند.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی.

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil of Research Farm.

بافت خاک Soil Texture	درصد اجزای بافت خاک Components of Soil Percent			کربن آلی (٪) O.C (%)	اسیدیته pH	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($ds\ m^{-1}$)	نیتروژن N (%)	فسفر P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg\ kg^{-1}$)
	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)						
لوم Loam	20	36	44	0.57	7.71	3.75	0.05	7.6	270

جدول ۲. آمار هواشناسی ماهانه منطقه موردمطالعه.

Table 2. Monthly weather statistics in the study area.

	Months ماه‌های سال											
	دی Jan	بهمن Feb	اسفند March	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد Aug	شهریور Sept	مهر Oct	آبان Nov	آذر Des
بیشینه دما (درجه سانتی‌گراد) Maximum Temperature (°C)	17	9.18	24.2	31.4	35.4	14.4	44	43	37.8	34.4	18.8	16.8
کمینه دما (درجه سانتی‌گراد) Minimum Temperature (°C)	-5.6	-11	0.5	0	13.8	15.4	19	19	15.8	5.4	-0.2	-2.9
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Average Temperature (°C)	4.6	4.6	12.2	18.3	24.6	29.2	32	31	27	17.3	8.9	6.2
مجموع بارش ماهانه (میلی‌متر) Monthly Rainfall Total (mm)	2.5	10.5	14.8	6	9.1	2.3	0.8	0	0	7.4	15.2	8.4

www.SID.ir

Archive of SID

اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی ۱۰ درصد گلدهی مزرعه گیاه دارویی بالنگو صورت گرفت. در طول آزمایش، مراحل داشت شامل وجین، تنک، کود دهی و ... بر اساس نیاز خاک و گیاه انجام گرفت. اعمال تنش خشکی بر اساس دستگاه اکویتنسیومتر (ساخت کشور آلمان شرکت اکوماتیک مدل EQ15 SN:02385) صورت پذیرفت. بدین منظور دستگاه در مزرعه پژوهشی و در عمق ریشه گیاه (۳۰ سانتی‌متری) قرار داده شد. پس از نصب دستگاه، خاک به‌طور کامل اشباع‌شده و روند تغییرات مکش خاک (و محتوای رطوبت خاک) به مدت دو ماه و با فاصله زمانی یک ساعت رصد شد. پس از طی مدت مذکور داده‌ها از حسگرهای دستگاه به رایانه منتقل و ضمن تجزیه تحلیل اطلاعات، رسم نمودار صورت گرفت. پس از محاسبه پتانسیل‌های رطوبتی خاک، اعمال سطوح تنش بعد از مرحله گلدهی به روش آبیاری نشتی (جوی و پشته‌ای) در زمان‌های ۳، ۱۱ و ۲۰ روز به ترتیب برای پتانسیل‌های رطوبتی ۰/۵-، ۶/۵- و ۹/۵- اتمسفر انجام شد.

هنگام نمونه‌برداری، از ابتدا و انتهای هر کرت یک متر به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. برای تعیین عملکرد دانه، بوته‌هایی به مساحت ۴ مترمربع از هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک به‌طور تصادفی برداشت و داده‌های مربوط به عملکرد بذر یادداشت گردید. برای اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی، نمونه‌گیری قبل از اعمال آخرین دور تنش انجام گرفت. از هر کرت با در نظر گرفتن اثرات حاشیه، ۵ گرم برگ گیاه بالنگو برداشت شد. شاخص برداشت نیز با به دست آوردن عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه محاسبه شد. اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول، از روش پاکوین و لچاسر (Paquin and Lechasseur, 1979) انجام شد. جهت اندازه‌گیری میزان موسیلاژ دانه، از روش قاسمی دهکردی (Ghasemi Dehkordi, 2002) و تعیین شاخص تورم، از روش اصغری پور و رضوانی مقدم (Asgharipour and Rezvani Moghaddam, 2002) انجام گرفت. محاسبه محتوای نسبی آب[1] (RWC)، با استفاده از فرمول (۱) و روش لویت (Levitt, 1980) به دست آمد:

$$RWC= (FW-DW/TW-DW)*100 \quad (۱)$$

در این رابطه، FW وزن‌تر برگ‌ها، DW وزن خشک برگ‌ها، TW وزن آماس برگ‌ها و RWC محتوی نسبی آب محاسبه شد. جهت تعیین درصد روغن از روش سوکسله و دستگاه سوکسله استفاده شد (Rasti et al., 2012). عملکرد روغن از حاصل‌ضرب درصد روغن و عملکرد دانه به دست آمد. اطلاعات حاصل، از طریق برنامه آماری SAS 9.1 مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته و میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

طی بررسی نتایج تنش خشکی، جمعیت و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر صفت عملکرد دانه در سطح یک درصد داشت (جدول ۳). عملکرد گیاه پاسخی به میزان کارایی آب در مراحل مختلف رشد گیاه و به‌کارگیری آب در سرتاسر فصل رشد گیاه است (Igbadun et al., 2006). نتایج حاصل از این آزمایش اثبات می‌کند که افزایش تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه شد. بر اساس نتایج پژوهش راستی و همکاران (Rasti et al., 2012) تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه گیاه دارویی بالنگو شیرازی شد. بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به جمعیت اصفهان۶ در عدم تنش (۰/۵- اتمسفر) با میانگین ۱۰۹۵/۸۳ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد دانه در جمعیت کردستان در تنش نسبتاً شدید (۹/۵- اتمسفر) با میانگین ۶۷/۶۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۱). در بین جمعیت‌های بالنگو، جمعیت اصفهان۳ بیش‌ترین عملکرد دانه را با میانگین ۳۱۲/۷۷ کیلوگرم در هکتار در پتانسیل رطوبت ۹/۵- اتمسفر داشت. کاهش معنی‌دار عملکرد با افزایش تنش خشکی در گیاهان دارویی همیشه‌بهار (Rahmani et al., 2008)، آویشن (Letchamo et al., 1994) و نعناع (Misra, and Srivastava, 2000) نیز گزارش شده است.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت ($P<0.01$). با افزایش خشکی عملکرد بیولوژیک ۶۳/۸۸ درصد کاهش پیدا کرد. در شرایط تنش خشکی پیری زودرس

[1] Relative water content

www.SID.ir

Archive of SID

اندام‌های فتوسنتز کننده و هم‌چنین کاهش فتوسنتز جاری گیاه باعث کاهش کل زیست‌توده تولیدی می‌گردد. نتایج مقایسه میانگین تنش خشکی نشان داد که در پتانسیل رطوبت ۰/۵- اتمسفر با میانگین ۷۶۲۸/۹ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی، در تنش ملایم (۶/۵- اتمسفر) با میانگین ۴۷۹۸/۹ کیلوگرم در هکتار و در تنش نسبتاً شدید (۹/۵- اتمسفر) کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۲۷۵۵/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۴). لذا به نظر می‌رسد در تیمارهایی که آب کافی دریافت کرده‌اند به دلیل رشد بهتر اندام‌های هوایی و تأمین سطح فتوسنتزی کارآمد، تولید ماده خشک به نحو مطلوبی صورت گرفته است. به‌طوری‌که ماده خشک تولیدی بین اعضای مختلف گیاه توزیع گردیده و تعیین‌کننده میزان عملکرد اقتصادی است. تنش خشکی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک ژنوتیپ‌های گندم شد (Pireivatlou et al., 2010). امام و نیک‌نژاد (Emam and Niknejhad, 2011) نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی بر گیاهان زراعی گزارش دادند. در این آزمایش نیز می‌توان یکی از علت-های کاهش عملکرد دانه را به کاهش عملکرد بیولوژیک تعمیم داد.

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مختلف جمعیت‌های بالنگو شیرازی تحت تنش خشکی.

Table 3. Variance analysis of different traits for Shirazi Balangu populations under stress.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain Yield	عملکرد بیولوژیک Biomass Yield	شاخص برداشت Harvest Index	قندهای محلول Soluble Sugars
Block	بلوک	2	946.11	26773688.30	3.57	14.41
Drought	تنش خشکی	2	553463.85**	8983356545.30**	1087.28**	1587.91**
Main Error	خطای اصلی	4	829.47	17348035.70	7.51	6.12
Population	جمعیت	4	267999.66**	1628351.50^{ns}	4.70^{ns}	1326.82**
Drought × Population	خشکی×جمعیت	8	117910.11**	2588293.50^{ns}	11.00^{ns}	258.65**
Sub Error	خطای فرعی	24	4826.07	1948498.50	4.57	7.19
CV (%)	ضریب تغییرات (٪)		18.71	27.50	14.23	6.40

جدول ۳. ادامه

Table 3. Continued

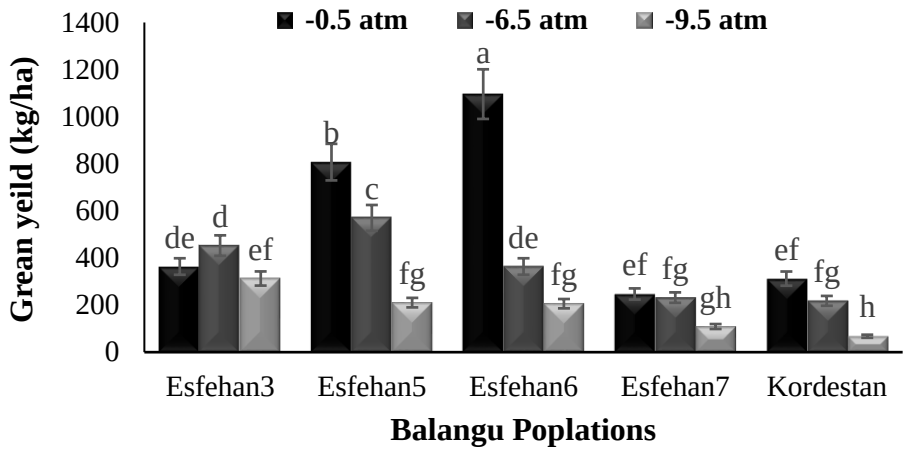
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	درصد موسیلاژ Mucilage percentage	فاکتور تورم Inflation Factor	محتوای نسبی آب برگ RWC	درصد روغن Oil Percentage	عملکرد روغن Oil Yield
Block	بلوک	2	0.42	8.89	88.4	136.5	3636.1
Drought	تنش خشکی	2	1.17*	146.62**	3933.2**	41.4^{ns}	38251.8**
Main Error	خطای اصلی	4	0.23	0.01	141.07	8.7	567.04
Population	جمعیت	4	8.54**	185.25**	374.12^{ns}	18.5^{ns}	17799**
Drought × Population	خشکی×جمعیت	8	15.38**	106.79**	231.13^{ns}	11.3^{ns}	8912.6**
Sub Error	خطای فرعی	24	0.25	0.01	134.8	14.9	732.2
CV (%)	ضریب تغییرات (٪)		9.08	12.50	28.30	15.90	28.90

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at the 5 and 1%.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی و جمعیت بر عملکرد دانه (میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد تفاوت آماری می‌باشند).

Fig. 1. Mean comparison of drought and population interaction of for Grain yield (average with the same letters are no difference.

جدول ۴. مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش خشکی.

Table 4. Mean comparison of drought stress levels.

تنش خشکی (اتمسفر) **Drought stress (atm)**	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) **Biomass** (kg/ha)	شاخص برداشت (درصد) **Harvest index** (٪)	محتوای نسبی آب برگ (درصد) **RWC** (٪)
شاهد ۰/۵- **Control (-0.5)**	7628.9a	10.33a	59.1a
تنش ملایم ۶/۵- **Gentle tension (-6.5)**	4798.9b	8.58b	35.4b
تنش نسبتاً شدید ۹/۵- **Severe tension (-9.5)**	2755.5c	7.21c	28.1b

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن هستند.

Means with the same letters in each column are no differences according to Duncan test.

شاخص برداشت

شاخص برداشت بیانگر چگونگی تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام اقتصادی گیاه (دانه)، نسبت به کل مواد تولیدی ذخیره‌شده در گیاه است. با توجه به نتایج این پژوهش تنش خشکی بر صفت شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر خشکی نشان داد که پتانسیل رطوبت ۰/۵- اتمسفر با میانگین ۱۰/۳۳ درصد بیش‌ترین شاخص برداشت، در تنش ملایم (۶/۵- اتمسفر) با میانگین ۸/۵۸ درصد و در تنش نسبتاً شدید (۹/۵- اتمسفر) کم‌ترین شاخص برداشت با میانگین ۷/۲۱ درصد بود (جدول ۴). تنش خشکی عملکرد دانه و بیولوژیک کاهش داد و به دنبال آن باعث کاهش شاخص برداشت شد. مرادی و همکاران (Moradi et al., 2008) نتیجه گرفتند که دلیل احتمالی کاهش شاخص برداشت این است که در پایان دوره رشد به دلیل کمبود آب قابل‌دسترس، قدرت انتقال مواد پرورده به دانه کاهش‌یافته و منجر به افت عملکرد دانه می‌شود که با یافته‌های این پژوهش همخوانی داشت. همچنین کاهش تعداد غلاف در بوته که سهم مهمی در تولید عملکرد دارد از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در تیمار تنش محسوب می‌شود.

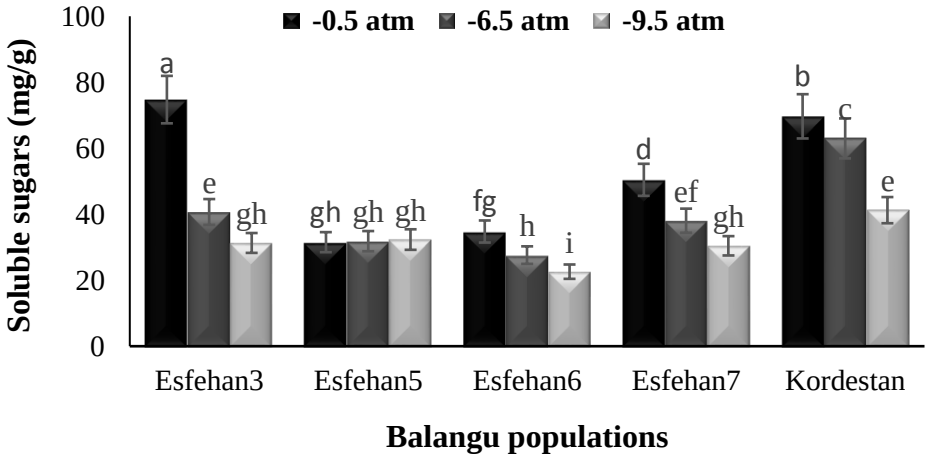
www.SID.ir

Archive of SID

قندهای محلول

یافته‌های این پژوهش نشان داد که خشکی، جمعیت و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر میزان قندهای محلول بافت برگ در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۳). خشکی باعث کاهش میزان قندهای محلول برگ شد. کاهش میزان قندهای محلول در تیمارهای تنش شدید می‌تواند به دلیل مصرف قندهای محلول برگ‌ها در سنتز متابولیت‌هایی چون پرولین در اندام هوایی باشد (Irigoyen et al., 1992).

با توجه به شکل ۲، بیش‌ترین میزان قندهای محلول را جمعیت اصفهان۳ در پتانسیل رطوبت ۰/۵- اتمسفر و کم‌ترین آن را جمعیت اصفهان۶ در پتانسیل رطوبت ۹/۵- اتمسفر داشت. در مواجه با تنش خشکی محتوای قندهای محلول برگ جمعیت اصفهان۵ تغییری نشان نداد (شکل ۲). عباس زاده و همکاران (Abbaszadeh et al., 2007) نیز کاهش محتوای قندهای محلول در گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) را با افزایش تنش خشکی گزارش کردند.



شکل۲. مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی و جمعیت بر قندهای محلول (میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد تفاوت آماری می‌باشند).

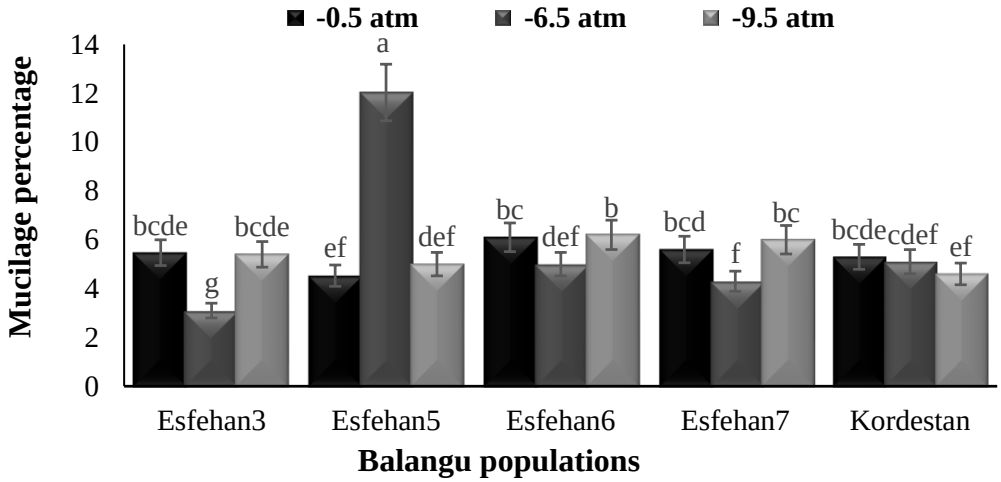
Fig. 2. Mean comparison of drought and population interaction of for soluble sugars (average with the same letters are no difference).

درصد موسیلاژ دانه

درصد موسیلاژ که درواقع میزان موسیلاژ در یک گرم بذر است، تحت اثر تنش خشکی در سطح احتمال پنج درصد و جمعیت و اثر متقابل آن بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در نتایج اثرات برهمکنش، بیش‌ترین و کم‌ترین درصد موسیلاژ به ترتیب در جمعیت‌های اصفهان۵ و اصفهان۳ در تنش ملایم مشاهده شد. با افزایش تنش خشکی درصد موسیلاژ دانه در جمعیت کردستان کاهش یافت اما در دیگر جمعیت‌ها در تنش ۹/۵- اتمسفر به‌طور نسبی افزایش درصد موسیلاژ دانه مشاهده شد (شکل ۳). علت افزایش موسیلاژ در شرایط کم‌آبی در پوسته بذر، ناشی از سازگاری ژنتیک و مورفولوژیک گیاه به تنش خشکی برای حفظ جنین نوبارور بذر در برابر خشکی شدید است. هرچقدر بذرها از درصد موسیلاژ و شاخص تورم بیشتری برخوردار باشند کیفیت آن‌ها نیز بالاتر خواهد بود (Ahmad et al., 2007; Singh et al., 2003). با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه کاهش و درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه افزایش یافتند (Bannayan et al., 2008; Koocheki et al., 2007).

www.SID.ir

Archive of SID

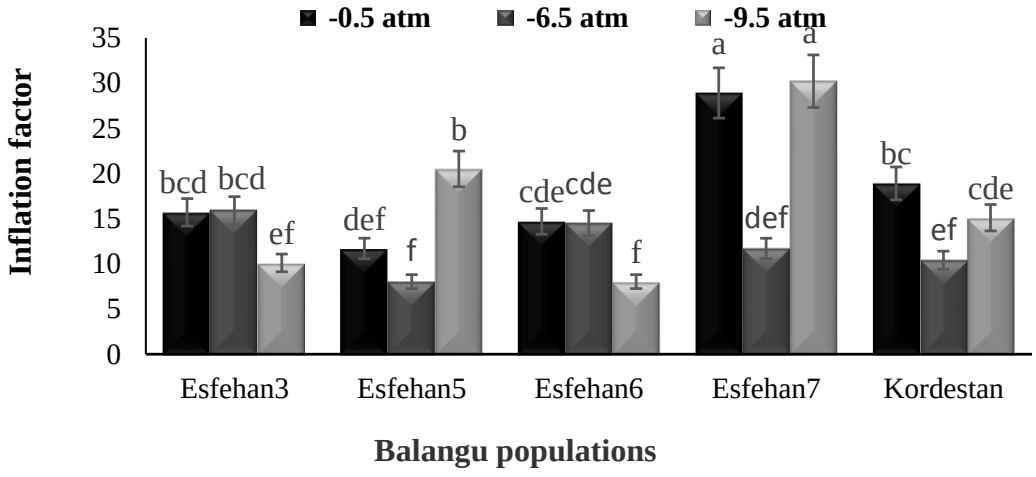


شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی و جمعیت بر درصد موسیلاژ (میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد تفاوت آماری می‌باشند).

Fig. 3. Mean comparison of drought and population interaction of for mucilage percentage (average with the same letters are no difference).

فاکتور تورم

نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار تنش خشکی، جمعیت و اثر برهمکنش آن‌ها بر فاکتور تورم بود ($P<0.01$). با افزایش خشکی فاکتور تورم کاهش پیدا کرد. بیش‌ترین و کم‌ترین فاکتور تورم به ترتیب مربوط به جمعیت‌های اصفهان۷ با میانگین ۳۰/۲ در پتانسیل رطوبت ۹/۵- اتمسفر و اصفهان۵ با میانگین ۸/۰۳ بود. جمعیت‌های اصفهان۵ و اصفهان۷ با افزایش تنش خشکی افزایش فاکتور تورم مشاهده شد و در دیگر جمعیت‌ها تنش خشکی اثر منفی بر این صفت داشت (شکل ۴). تورم بذر از خصوصیات بذرهای حاوی موسیلاژ است که در اثر جذب آب موسیلاژ موجود در بذر متورم می‌شود (Bhagat, 1980) و گونه‌های دارای شاخص تورم بالا الزاماً دارای درصد موسیلاژ بیشتری نیستند (Ebrahimzadeh et al., 1994).



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی و جمعیت بر شاخص تورم (میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد تفاوت آماری می‌باشند).

Fig. 4. Mean comparison of drought and population interaction of for Inflation factor (average of with the same letters are no difference).

www.SID.ir

Archive of SID

محتوای نسبی آب برگ

طبق بررسی تحقیق حاضر اثر خشکی بر صفت محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی محتوای آب نسبی برگ گیاه بالنگو شیرازی کاهش پیدا کرد (Rasti et al., 2012). با افزایش خشکی میزان محتوای نسبی آب در تنش نسبتاً شدید نسبت به شاهد کاهش ۵۲/۴۵ درصدی نشان داد. کم‌ترین محتوای نسبی آب با میانگین ۲۸/۱ درصد در تنش ۹/۵- اتمسفر به دست آمد (جدول ۴). کاهش رطوبت نسبی برگ کاهش توسعه سطح برگ و فتوسنتز بالنگو را در پی دارد. مولنار و همکاران (Molnár et al., 2005) نیز اظهار کردند که تنش خشکی به‌طور نسبی پتانسیل آب برگ و محتوای آب نسبی برگ را کاهش می‌دهند.

درصد و عملکرد روغن دانه

خشکی، جمعیت و اثر برهمکنش آن‌ها بر درصد روغن دانه غیر معنی‌دار و بر عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش خشکی عملکرد روغن دانه کاهش پیدا کرد. طبق یافته‌های پژوهش راستی و همکاران (Rasti et al., 2012) تنش خشکی باعث کاهش عملکرد روغن دانه گیاه بالنگو شیرازی تحت تنش خشکی شد. در بررسی زارعی و همکاران (Zarei et al., 2010) بر گیاه کلزا، تنش خشکی کاهش چشمگیری بر درصد روغن دانه نداشت و عملکرد روغن دانه تحت تأثیر کمبود رطوبت خاک قرار گرفته است. به نظر می‌رسد که دلیل این امر ناشی از کنترل بیشتر درصد روغن دانه توسط عوامل ژنتیکی و تأثیرپذیری بالای عملکرد روغن از تغییرات عملکرد دانه نسبت به درصد روغن بوده است. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل، در جمعیت‌های اصفهان۳ و کردستان در تنش نسبتاً شدید به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد روغن دانه مشاهده شد (شکل ۵).

همبستگی پیرسون صفات

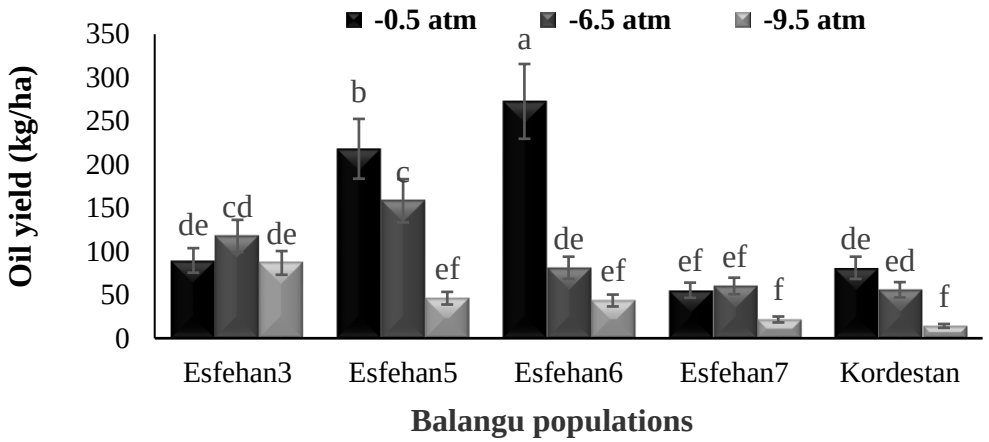
نتایج همبستگی پیرسون بین صفات نشان داد که بین عملکرد دانه با عملکرد روغن (r = ۰/۹۵۸**)، شاخص برداشت (r = ۰/۶۳۰**)، عملکرد بیولوژیک (r = ۰/۳۳۷*) و محتوای نسبی آب (r = ۰/۳۲۷*) همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد. عملکرد بیولوژیک با محتوی نسبی آب (r= ۰/۵۵۴**)، قندهای محلول (r= ۰/۴۹۰**)، عملکرد روغن (r= ۰/۴۲۸**)، درصد روغن (r= ۰/۴۲۶**) همبستگی مثبت معنی‌دار و با شاخص برداشت (r=-۰/۳۳۰**) همبستگی منفی معنی‌داری داشت. شاخص برداشت بین عملکرد روغن (r= ۰/۵۰۷**) و قندهای محلول (r= ۰/۳۳۸**) همبستگی مثبت معنی‌دار و با فاکتور تورم (r=-۰/۳۲۸**) همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد. قندهای محلول همبستگی مثبت معنی‌داری با صفت محتوای نسبی آب (r= ۰/۵۶۲**) داشت. بین فاکتور تورم و درصد روغن با عملکرد روغن به ترتیب همبستگی منفی و مثبت معنی‌داری مشاهده شد. محتوی نسبی آب با عملکرد روغن (r= ۰/۳۰۴*) دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بود. با توجه به نتایج جدول همبستگی عملکرد روغن با ضریب (r = ۰/۹۵۸**) بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت و عملکرد دانه با دیگر صفات مورد ارزیابی در این پژوهش غیر معنی‌دار شد (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش تنش خشکی باعث کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی جمعیت‌های گیاه دارویی بالنگو شد. به نظر می‌رسد که بالنگو یکی از انواع گیاهان دارویی بوده که در برابر تنش خشکی از خود مقاومت نشان می‌دهد، بنابراین کشت این گیاه در مناطق نیمه‌خشک می‌تواند صورت پذیرد. از سوی دیگر مشاهدات نشان داد پاسخ جمعیت‌های بالنگو به تنش خشکی در صفات موردمطالعه متفاوت است که می‌توان گفت به دلیل تنوع ژنتیکی که بین جمعیت‌ها وجود دارد به ما این امکان را می‌دهد برای هر صفت یک جمعیت معرفی کنیم. بعضی از جمعیت‌ها تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی نشان دادند ولی از عملکرد پایینی برخوردار بودند. عملکرد دانه دارای بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد روغن دانه بود. جمعیت اصفهان۳ در صفات عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه تغییرات کمتری نسبت به سطوح تنش نشان داد و به ترتیب با میانگین ۳۱۲/۷۷ و ۸۶/۷ کیلوگرم در هکتار در تنش نسبتاً شدید بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن را داشت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی و جمعیت بر عملکرد روغن دانه (میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد تفاوت آماری می‌باشند).

Fig. 5. Mean comparison of drought and population interaction of for seed oil yield (average with the same letters are no difference).

جدول ۵. ضرایب همبستگی ساده بین صفات موردمطالعه در جمعیت‌های بالنگو تحت تنش خشکی.

Table 5. Correlation coefficients between studied traits for Shirazi Balangu populations under stress.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 عملکرد دانه Grain Yield	1								
2 عملکرد بیولوژیک Biomass Yield	0.337*	1							
3 شاخص برداشت Harvest Index	0.630**	-0.330*	1						
4 قندهای محلول Soluble Sugars	-0.136	0.490**	0.338**	1					
5 درصد موسیلاژ Mucilage percentage	0.186	-0.043	0.197	-0.153	1				
6 فاکتور تورم Inflation Factor	-0.273	0.220	-0.328**	0.142	-0.226	1			
7 درصد روغن Oil Percentage	0.292	0.426**	-0.051	0.163	0.118	-0.254	1		
8 عملکرد روغن Oil Yield	0.958**	0.428**	0.507**	-0.111	0.211	-0.295*	0.511**	1	
9 محتوای نسبی آب RWC	0.327*	0.554**	-0.044	0.562**	0.026	0.112	0.181	0.304*	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** are significant at the 5 and 1%.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئولین دانشکده کشاورزی، آزمایشگاه‌های گیاهان دارویی و زراعت به خاطر فراهم کردن امکانات لازم برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, A., Ardakani, M.R., Aliabadi Farahani, H., Alizadeh Sohrabi, A., 2007. The effect of nitrogen fertilizer on the yield and quality of lemon balm. Proceedings of the Second National Conference on Ecological Agriculture of Iran, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, October 26-25, 61. [In Persian with English Summary]

Abdolahi, M., Maleki Farahani, S., Fotokian, M.H., Hasan Zade Ghorttapeh, A., 2013. Ecophysiological characteristics of balangu (*Lallemantia* sp) ecotypes under drought stress. Master Thesis of Agriculture, Faculty of Agriculture, Shahed University, [In Persian with English Summary]

Ahmad, Z., Arshad, M., Ghafoor, A., 2007. *Plantago ovata*-a crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance: 231-249. In: Ochatt, S., Jain, S.M., (Eds.). Breeding of Neglected and Under-Utilized Crops, Spices and Herbs, CRC Press, 468p.

Aleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Faroog, M., Al-Juburi, H.J, Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology, 11(1), 100-105.

Amanzadeh, Y., Khosravi dehaghi, N., Ghorbani, A.R., Monsef-Esfahani, H.R., Sadat-Ebrahimi, S.E., 2011. Antioxidant activity of Essential oil of *Lallemantia iberica* in Flowering stage and Post-Flowering stage. Biological Sciences, 6(3), 114-117. [In Persian with English Summary]

Asgharipour, M., Rezvani Moghaddam, P., 2002. The effects of planting date and seeding rates on the quantity of herb ovata. Master thesis of Agriculture Faculty of Agriculture, University of Mashhad. [In Persian with English Summary].

Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., Rastgoo, M., 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments, Industrial Crops and Products, 27(1), 11-16.

Bhagat, N.R., 1980. Studies on Variation and association among seed yield and some component traits in *Plantago ovata* Forsk. Crop Improvement, 7, 60-63.

Ebrahimzadeh, H., Mir Masomi, M., Fakhreh Tabatabai, S.M., 1994. Mucilage production aspects of the culture in some areas ovata, plantain and psyllium. Research and Development. 6(22):125-141. [In Persian]

Egli, D.B. 1998. Seed Biology and the Yield of Grain Crops. CAB International, 184p.

Emam, Y., Niknejhad, M. 2011. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. Shiraz University Press, Pp. 571. [In Persian]

Emami, Sh., Ardekani, M.R., invertebrates, A., 2004. Illustrated Dictionary, herbs, Research Center for Traditional Medicine and Materia Medica, Martyr Beheshti University of Medical Sciences, [In Persian with English Summary]

Eskandari, H., Zehtab Salmasi, S., Ghassemi Golezani, K., Gharineh, M.H., 2009. Effects of water limitation on grain and oil yields of sesame cultivars. Journal of Food, Agriculture and Environment, 7(2), 339-342. [In Persian with English Summary].

Ghasemi Dehkordi, N., 2002. Iranian Herbal Pharmacopoeia Standards Committee, Herbal Pharmacopoeia Volume 2, Tehran: Ministry of Health and Medical Education, Department of Food and Drugs, 262-261, [In Persian]

Hoekstra, F.A., Buitink, J., 2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends in Plant Science, 8, 431-438.

Igbadun, H.E., Mahoo, H.F., Tarimo, A.K.P.R., Salim, B.A., 2006. Cropwater productivity of an irrigated maize crop in Mkoji sub-catchment of the Great Ruaha River Basin. Tanzania, Agricultural Water Management, 85, 141-150.

Irigoyen, J.J., Emerich, D.W., Sanches-Disz, M., 1992. Alfalfa leaf sencscence induced by drought stress, photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution, Physiologia Plantarum, 84, 67-72.

Koocheki, A., Tabrizi, L., Nassiri Mahallati, M., 2007. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. Asian Journal of Plant Sciences, 6(8), 1229-1234.

Kusaka, M., Lalusin, A.G., Fujimura, T., 2005. The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum* [L.] Leeke) cultivars with different root structures and

www.SID.ir

Archive of SID

osmo-regulation under drought stress. Plant Science, 168, 1-14.

Levitt, J., 1980. Response of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses. Collegiate Press, New Yourk, pp: 187-211.

Molnár, I. S. Dulai, Á. Csernák, J. Prónay and M.M. Láng. 2005. Photosynthetic responses to drought stress in different Aegilops species. Acta Biology, 49, 141-142.

Moradi, A., Ahmadi, A., Hossein Zadeh, A., 2008. Agro-Physiological responses of Mung Bean (cv. Partov) to severe and moderate drought stress applied at vegetative and reproductive growth stages. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 45, 671-659. [In Persian]

Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment, 25, 239-250.

Paquin, R., Lechasseur, P., 1979. Observations sur une method dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. Canadian Journal of Botany, 57, 1851-1854.

Pireivatlou, A.S., Dehdar Masjedlou, B., Ramiz,. T.A., 2010. Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions. African Journal of Agricultural Research, 5, 2829-2836.

Prado, F.E., Boero, C., Gallarodo, M., Gonzalez, J.A., 2000. Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* willd seeds. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 41, 27-34.

Rasti, S., Omidi, H., Fotokian, M.H., 2012. The effect of planting date and drought on quality and quantity characteristics Balangu Shirazi (*Lallemantia royleana* (wall) Benth.). Master Thesis of Agriculture, Faculty of Agriculture, Shahed University, [In Persian with English Summary].

Rechinqer, K.H., 1982. Lallemantia (*Labiatae*) in Rechinger Flora Iranica No. 150,: Akademische Druck-und Verlagsanstalt, Graz–Austria.

Roohi Noogh, A., Koocheki, A., Ghorbani, R., Rezvani Moghaddam, P., 2011. Effect of Organic Fertilizers and Plant Density on Quantitative and Qualitative Characteristics of Balangu (*Lallenamntia royleana* B.). Master Thesis of Agriculture, Faculty of Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian with English Summary]

Safikhani, F., Heidari Sharif Abad, H., Siiadat, A., Ashvrabady Sharifi, A., Sydnegad, M., Abbaszadeh, B., 2006. Effects of water stress on yield and morphological characteristics of medicinal plants moldavian (*Dracocephalum moldavica*). Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 23(2), 183-194. [In Persian]

Sarkar, S., Sanyal, S.R., 2000. Production potential and economic feasibility of sesame (*Sesamum indicum)* based on intercropping system with pulse and oil seed crops on rice fallow land. Indian Journal of Agronomy, 45, 545-555.

Seghatoleslami, M.J., Mousavi, G.R., Mahdavi, R. andH.R, Zabihi, 2013, Response of yield and yield components of *Fenugreek* to irrigation intervals, potassium and zinc. Annual Review and Research in Biology, 3(4), 466-474.

Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C.L., Munjal, R., 2004. Effects of water-deficit on oil of *Calendula aerial* parts. Biologia Plantarum. 48(3), 445-448.

Singh, D., Chand, S., Anvar, M., Patra, D.D., 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol in sodic soil under greenhouse conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25(2), 414-419.

Sloane, R. J., Patterson, R.P., Carter, T.G., 1990. Field drought tolerance of soybean plant introduction. Crop Science. 30, 118 -123.

Zarei, G., Shamsi, H., Dehghani, S.M., 2010. The effect of drought stress on yield, yield components and seed oil content of three autumnal rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). Journal of Research in Agricultural Science, 6, 29-37. [In Persian].

www.SID.ir