

10.22092/ijmapr.2023.359326.3205

شناسه دیجیتال (DOI):

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران

20.1001.1.17350905.1402.39.2.8.5

شناسه دیجیتال (DOR):

جلد ۳۹، شماره ۲، صفحه ۲۶۴-۲۵۵ (۱۴۰۲)

ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد، موسیلاژ و روغن دانه برخی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* (M.B.) Fisch. & C.A. Mey.) در شرایط دیم

رهام محتشمی^۱

۱- مربی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، یاسوج، ایران، پست الکترونیک: rahamhohtashami01@gmail.com

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۴۰۱

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: تیر ۱۴۰۱

چکیده

تنش آبی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی محدود کننده رشد و عملکرد گیاه در شرایط دیم محسوب می‌شود که ویژگی‌های مورفولوژی و فیزیولوژی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار با هدف ارزیابی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد، موسیلاژ و روغن دانه گیاه دارویی بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* (M.B.) Fisch. & C.A. Mey.) اکوتیپ‌های استان‌های کرمان (کرمان)، اصفهان (نائین)، کردستان (سنندج)، خراسان رضوی (مشهد) و آذربایجان شرقی (ملکان) در شرایط دیم مزرعه پژوهشی گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یاسوج در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر اکوتیپ بر صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد موسیلاژ و عملکرد روغن معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه از اکوتیپ‌های کردستان (۵۲۹ کیلوگرم در هکتار) و مشهد (۵۱۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. بیشترین و کمترین عملکرد روغن به ترتیب متعلق به اکوتیپ‌های کردستان (۲۱۱ کیلوگرم در هکتار) و کرمان (۱۸۹ کیلوگرم در هکتار) بود. اکوتیپ‌های مشهد (۲۲/۷ کیلوگرم در هکتار) و ملکان (۱۸/۲ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد موسیلاژ دانه را داشتند. اگرچه بین درصد روغن و موسیلاژ بذر اکوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بیشترین (۴۱/۳٪) و کمترین (۳۹/۹٪) مقدار روغن به ترتیب به اکوتیپ‌های کرمان و کردستان و بیشترین (۴/۴٪) و کمترین (۳/۷٪) مقدار موسیلاژ به ترتیب به اکوتیپ‌های مشهد و کردستان تعلق داشت. در مجموع، نتایج نشان داد که اکوتیپ‌های کردستان و مشهد با توجه به عملکرد بیشتر دانه، موسیلاژ و روغن دانه برای کشت در شرایط دیم یاسوج مناسب هستند.

واژه‌های کلیدی: بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* L.)، تنش آبی، روغن، گیاه دارویی.

مقدمه

استفاده روزافزون گیاهان دارویی در سطح جهانی اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن‌تر می‌سازد. در حال حاضر تقاضا برای گیاهان دارویی به‌عنوان تولیدات قابل مصرف در صنایع بهداشتی و دارویی در حال افزایش است. بالنگوی یکی از گیاهان دارویی خانواده Lamiaceae و در فلور ایران دارای

پنج گونه *L. baldshuanica* *L. canescens* *L. peltata* *L. royleana* و *L. iberica* است (Mozaffarian, 1996). گونه بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) گیاهی دارویی، یک‌ساله، علفی و مقاوم به خشکی متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) و دانه‌های آن سرشار از روغن‌های خوراکی است (Megaloudi, 2006). منشأ آن قفقاز (Van Soest et



حائز اهمیت است. به طوری که افزایش درصد جوانه‌زنی، یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد بالنگو در شرایط دیم است (Shahbazi et al., 2012). برخی از مواد موجود در پوشش بیرونی بذر از قبیل موسیلاژ موجود در دیواره‌های سلولی، میزان جذب آب را افزایش می‌دهند. موسیلاژ از طریق حفاظت از دانه در برابر خشک شدن در زمان جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه با استفاده از حفظ رطوبت Hedge (۱۹۷۰) و افزایش سطح تماس بذر با خاک، موجب افزایش رطوبت در دسترس دانه و افزایش جوانه‌زنی و در نهایت عملکرد تولید دانه می‌شود (Grubert, 1974).

در پژوهشی Abdollahi و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که تنش آبی سبب کاهش معنی‌دار ۳۱/۷٪ شاخص سطح برگ بالنگو شد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مصرف آب با شاخص سطح برگ، وزن هزاردانه و عملکرد دانه گیاه بالنگو مشاهده شد. در پژوهشی بر روی اکوتیپ‌های مختلف بالنگو در شرایط دیم، گزارش شد که تفاوت معنی‌داری بین اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه وجود دارد. در شرایط دیم صفت تعداد شاخه اصلی بیشترین ضریب همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد (Farzi et al., 2016). در آزمایشی دیگر، نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه جمعیت‌های مختلف بالنگو شد (Pirjalili & Omid, 2017). همچنین در آزمایش رشد و فیزیولوژی بالنگو در شرایط تنش خشکی نتایج نشان داد که عملکرد و محتوای روغن دانه بالنگو به طور معنی‌داری کاهش یافت (Omid et al., 2018). در بررسی عملکرد، موسیلاژ و پروتئین دانه در گونه و اکوتیپ‌های مختلف بالنگو در شرایط تنش خشکی مشخص شد که افزایش تخلیه آب قابل استفاده خاک باعث افزایش درصد موسیلاژ شد. البته بیشترین درصد موسیلاژ دانه مربوط به تیمار ۶۰٪ تخلیه آب قابل استفاده از خاک بود. به طور کلی تحت تأثیر کاهش مقدار آب آبیاری، درصد موسیلاژ در دانه بالنگو، افزایش و درصد پروتئین کاهش یافت (Abdollahi et al., 2014).

با توجه به محدودیت آبی در مناطق خشک و

(al., 1987) و خاورمیانه می‌باشد (Overeem, 1999). این گیاه در مناطق مختلف ایران وجود دارد (Mozaffarian, 1996). دانه‌های آن حاوی اسانس و موسیلاژ و دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است. بذرها بالنگو دارای موسیلاژ است که در درمان اختلالات گوناگون مانند برخی اختلالات عصبی، کبدی و بیماری‌های کلیوی بکار می‌روند. این گیاه در مصارف سنتی، نوعی داروی محرک جنسی و خلط‌آور نیز محسوب می‌شود (Amanzadeh et al., 2011). دانه‌های بالنگو در رفع سرفه ناشی از سرماخوردگی و نیز به عنوان تقویت‌کننده، مدر و محرک استفاده سنتی دارد (Naghbi et al., 2005). همچنین به عنوان برطرف کننده خونریزی و التهاب لته‌ها (Malik et al., 2011) و تقویت کننده کبد و کلیه (Amanzadeh et al., 2011) بکار می‌رود. روغن بالنگو دارای کاربردهای دارویی، غذایی و جلادهندگی است (Jones & Valamoti, 2005).

گیاهان در طبیعت به طور مداوم در معرض تنش‌های زنده و غیر زنده قرار می‌گیرند. از میان این تنش‌ها، تنش آبی یکی از عمده‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تهدیدی جدی برای تولید محصول پایدار و امنیت مواد غذایی در شرایط تغییر اقلیم به شمار می‌رود (Anjum et al., 2011). آب یکی از عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای در رشد و نمو و میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد. کم‌آبی از عوامل مؤثر بر کمیت تولید بوده که در پاره‌ای مواقع باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد محصول نیز می‌شود (Askari & Ehsanzadeh, 2015). برخی از گیاهان دارویی، هنگامی که در معرض کم‌آبی قرار می‌گیرند ترکیب‌های ثانویه بیشتری را در مقایسه با شرایط آبیاری طبیعی تولید می‌کنند (Kleinwächter & Selmar, 2014). از سوی دیگر، از عوامل مؤثر بر ترکیب و کیفیت متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی، شدت و مدت تنش است (Yang et al., 2018).

با توجه به اهمیت اهلی کردن و کشت زراعی گیاهان دارویی، گزینش ارقام مناسب برای شرایط دیم الزامی به نظر می‌رسد. از سویی با توجه به محدودیت رطوبت و درجه حرارت بالا در شرایط دیم، دستیابی به ارقامی که دارای سرعت جوانه‌زنی بالا و استقرار سریع باشد برای این مناطق

بارندگی به میزان ۵۲۲/۷ میلی‌متر طی فصل رشد) اجرا گردید. برای انتخاب بذرهاى بالنگو، ابتدا توده‌های بومی (وحشی) هر منطقه جمع‌آوری و کشت شدند.

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. زمین محل اجرای پژوهش در آبان‌ماه شخم، دیسک و لولر زده شد و براساس نتایج تجزیه خاک، عناصر نیتروژن و فسفر از منابع کودی اوره به مقدار ۹۰ کیلوگرم در هکتار و سوپر فسفات تریپل به مقدار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. کود سوپر فسفات تریپل در هنگام کشت بذرها به خاک افزوده شد و کود اوره در دو نوبت هنگام کاشت و نیز به صورت سرک در مرحله هشت برگی (ساقه‌دهی گیاه) مصرف شد. میزان بذر مصرفی براساس وزن هزاردانه و تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع بود. کشت ۱۴ آبان‌ماه ۱۳۹۶ بعد از اولین بارندگی پاییزه و به‌صورت دیم انجام شد. هر کرت دارای ابعاد ۳×۴ متر، شامل شش ردیف کاشت و طول هر ردیف ۴ متر بود. روی هر ردیف دو خط کاشت به فاصله ۱۲/۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت دستی و با ایجاد کردن شیارهایی به عمق ۳ تا ۴ سانتی‌متر روی هر ردیف، بذر به‌صورت خطی داخل هر شیار ریخته و روی آن با خاک نرم پوشانیده شد. وجین علف‌های هرز در مرحله ۴ تا ۶ برگی و به‌صورت دستی انجام گردید.

نیمه‌خشک و واکنش متفاوت اکوتیپ‌های بالنگو و نیز خواص فراوان دارویی و درمانی گیاه بالنگو، این پژوهش با هدف ارزیابی پاسخ برخی ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد، درصد و عملکرد موسیلاژ و روغن دانه اکوتیپ‌های بالنگوی شهری در شرایط دیم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یاسوج در سال ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. این مزرعه دارای طول جغرافیایی ۳۱°۰۶'۵۱"، عرض جغرافیایی ۴۱°۵۹'۳۰" و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۴۰ متر است. میانگین بارندگی ۳۰ ساله ۶۱۱ میلی‌متر و میانگین دما ۱۷/۹ می‌باشد. میزان بارندگی در سال اجرای آزمایش کمتر از میانگین بارندگی بلندمدت و به‌میزان ۵۳۷ میلی‌متر بود. مشخصات آب و هوایی محل آزمایش طی دوره رشد گیاه بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) در جدول ۱ آمده است.

پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج اکوتیپ بالنگوی بومی استان‌های کرمان (کرمان)، اصفهان (نائین)، کردستان (سنندج)، خراسان رضوی (مشهد) و آذربایجان شرقی (ملکان) با ۴ تکرار در شرایط دیم (فقط

جدول ۱- دما و بارش محل آزمایش در طول دوره رشد گیاه بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) (۹۷-۱۳۹۶)

Table 1. Temperature and rainfall in experimental site during *Lallemantia iberica* growth (2017-2018)*

Month	Year	Minimum monthly temperature (°C)	Maximum monthly temperature (°C)	Total monthly rainfall (mm)
November	2017	4.53	21	47.2
December	2017	-0.16	15	66.1
January	2017	-1.3	10.5	78.8
February	2017	-2.2	11.1	124.3
March	2017	0.61	14.6	99.4
April	2018	4.9	19.1	69.2
May	2018	9.3	25.1	33.6
June	2018	12.9	31.9	4.1

*Source: Iranian Meteorological Organization, Meteorological data of the Yasouj Agricultural Research Station.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

Table 2. Physicochemical properties of experimental farm soil*

Texture	pH	EC (dS.m ⁻¹)	Organic matter (%)	Total nitrogen (%)	Phosphorus	Potassium	Iron	Zinc
					(mg.kg ⁻¹)			
Clay-Loam	7.4	0.92	0.96	0.12	11	352	6.53	1.95

*Source: Soil and water laboratory of Fars Agricultural Research Center.

سپس نمونه کاغذ صافی به همراه پودر بذر، در کارتوش دستگاه سوکسله قرار داده شد.

برای هر نمونه با توجه به حجم بالون، حدود ۱۵۰ میلی‌لیتر حلال پترولیوم بنزین (با نقطه جوش ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد) در بالون ریخته شد و بعد دستگاه روشن و شیر آب سرد باز گردید. پس از حدود ۴ تا ۴/۵ ساعت، روغن نمونه استخراج شده و به بالون منتقل شد. پس از طی مراحل بالا، نمونه از مبرد خارج و در آون خشک شد. سپس اقدام به جدا کردن حلال از روغن شد. درصد روغن دانه بر حسب وزن خشک دانه محاسبه شد. از حاصل ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه، عملکرد روغن محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۳ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اکوتیپ‌های بالنگو بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارتفاع بوته، در اکوتیپ‌های بالنگو در شرایط دیم متفاوت بود. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به اکوتیپ کردستان (۵۵/۴ سانتی‌متر) بوده و کمترین ارتفاع بوته را اکوتیپ ملکان (۴۹/۷ سانتی‌متر) داشت. از لحاظ ارتفاع بوته اختلاف آماری معنی‌داری بین اکوتیپ‌های اصفهان و مشهد مشاهده نشد (جدول ۴).

صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی در گیاه، تعداد دانه در گیاه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد و عملکرد موسیلاژ و درصد و عملکرد روغن بود. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از هر کرت تعداد ۲۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی در گیاه، وزن هزاردانه و تعداد دانه در گیاه اندازه‌گیری و میانگین آنها برای هر صفت محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در پایان فصل رشد و پس از رسیدگی کامل که دانه‌ها نیمه قهوه‌ای شدند، از هر کرت آزمایشی، مساحتی برابر با ۳ مترمربع برداشت و برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصد موسیلاژ یک گرم دانه جدا و مقدار موسیلاژ آن با روش (Sharma & Koul, 1986) اندازه‌گیری شد. در این روش، یک گرم دانه خشک با ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تا زمانی که در پوسته دانه تغییر رنگ بوجود آید حرارت داده شد، سپس ۶۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶٪ به محلول موسیلاژ بدست آمده اضافه و به مدت ۵ ساعت در یخچال نگهداری شد. رسوب حاصل پس از صاف کردن در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت قرار داده شد. پس از این مراحل، مقدار موسیلاژ به درصد ثبت گردید. از حاصل ضرب درصد موسیلاژ دانه در عملکرد دانه، عملکرد موسیلاژ محاسبه شد.

برای استخراج و اندازه‌گیری درصد روغن دانه از روش سوکسله (Soxhlet, 2003) استفاده شد. ابتدا بذره‌های مورد نظر آسیاب شدند. سپس نمونه‌های آسیاب شده از الک ۲۰ مش عبور داده شدند و حدود ۵ تا ۱۰ گرم بذر پودر شده (با دقت ۰/۱۰ گرم) داخل کاغذ صافی پیچانده شد.

تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه

اثر اکوتیپ‌های بالنگو بر تعداد شاخه‌های جانبی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). به طوری که بیشترین تعداد شاخه جانبی به اکوتیپ کردستان (۸/۳۱) و کمترین تعداد شاخه جانبی به اکوتیپ کرمان (۵/۷۸) تعلق داشت. همچنین بین سایر اکوتیپ‌ها از نظر تعداد شاخه جانبی در شرایط دیم تفاوت معنی‌داری وجود داشت. البته تعداد شاخه جانبی اکوتیپ مشهد (۷/۴۲)، نسبت به اکوتیپ کردستان (۸/۳۱) کمتر بود. از لحاظ تعداد شاخه جانبی اختلاف معنی‌داری بین اکوتیپ‌های ملکان و اصفهان مشاهده نشد؛ اما تعداد شاخه جانبی این دو اکوتیپ نسبت به اکوتیپ کردستان کاهش قابل توجهی نشان داد (جدول ۴).

تعداد دانه در گیاه

تعداد دانه در اکوتیپ‌های مختلف بالنگو تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تعداد دانه در گیاه اکوتیپ کردستان (۳۹۳) بیشتر از اکوتیپ‌های اصفهان، ملکان و کرمان بود (جدول ۴). هرچند تعداد دانه در گیاه اکوتیپ مشهد (۳۷۹) نسبت به اکوتیپ کردستان کاهش کمی داشت؛ ولی این کاهش تعداد دانه در اکوتیپ‌های کرمان، ملکان و اصفهان نسبت به اکوتیپ کردستان قابل ملاحظه بود. همچنین تعداد دانه در اکوتیپ‌های کرمان، ملکان و اصفهان نسبت به اکوتیپ مشهد کاهش نشان داد. در پاسخ به شرایط دیم اختلاف بین بیشترین (۳۹۳) و کمترین (۲۸۵) تعداد دانه در اکوتیپ‌های بالنگو ۱۰۸ عدد بود.

وزن هزاردانه

در پاسخ به شرایط دیم، وزن هزاردانه اکوتیپ‌های مختلف بالنگو در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد وزن هزاردانه در اکوتیپ‌های ملکان و مشهد به ترتیب با میانگین‌های ۴/۵ و ۴/۲ گرم بیشترین بوده و اکوتیپ‌های اصفهان و کرمان با میانگین‌های ۳/۸ و ۳/۴ گرم کمترین وزن هزاردانه را داشتند. از لحاظ

وزن هزاردانه به استثناء اکوتیپ کرمان اختلاف معنی‌داری بین سایر اکوتیپ‌های بالنگو مشاهده نشد (جدول ۴). وزن هزاردانه اکوتیپ کردستان تنها ۰/۳ گرم نسبت به اکوتیپ مشهد کاهش داشت. حداکثر تفاوت بین بیشترین و کمترین وزن هزاردانه در اکوتیپ‌های بالنگو ۱/۱ گرم بود.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که در این بررسی عملکرد دانه اکوتیپ‌های مختلف بالنگو تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشتند (جدول ۳). اکوتیپ‌های کردستان و مشهد به ترتیب با متوسط عملکرد ۵۲۹ و ۵۱۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند. کمترین عملکرد دانه مربوط به اکوتیپ‌های کرمان و ملکان به ترتیب با میانگین‌های ۴۵۸ و ۴۹۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). اگرچه عملکرد دانه اکوتیپ مشهد، فقط ۱۴ کیلوگرم نسبت به اکوتیپ کردستان کاهش داشت؛ اما این کاهش عملکرد در اکوتیپ‌های کرمان و ملکان نسبت به اکوتیپ کردستان به ترتیب ۷۱ و ۳۸ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد دانه اکوتیپ‌های کرمان، ملکان و اصفهان نسبت به اکوتیپ مشهد به ترتیب ۵۷، ۲۴ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار کاهش نشان داد. حداکثر تفاوت بین بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه در اکوتیپ‌های بالنگو به میزان ۷۱ کیلوگرم در هکتار بود.

درصد روغن دانه

بین درصد روغن دانه اکوتیپ‌های بالنگو تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). در میان اکوتیپ‌های بالنگو، بیشترین و کمترین مقدار روغن به میزان ۴۱/۳٪ و ۳۹/۹٪ به ترتیب به اکوتیپ‌های کرمان و کردستان تعلق داشت. از لحاظ درصد روغن اختلاف معنی‌داری بین اکوتیپ‌های بالنگو مشاهده نشد. حداکثر تفاوت بین بیشترین و کمترین میزان روغن دانه در اکوتیپ‌های بالنگو ۱/۴٪ بود (جدول ۴).

عملکرد روغن دانه

اثر اکوتیپ‌های بالنگو بر صفت عملکرد روغن دانه در

اختلاف عملکرد روغن دانه بین اکوتیپ‌های اصفهان و ملکان از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. مقدار کاهش عملکرد روغن دانه اکوتیپ کرمان نسبت به اکوتیپ مشهد قابل توجه و به میزان ۲۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴).

سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). اکوتیپ‌های کردستان (۲۱۱/۱) و مشهد (۲۰۹/۶) بیشترین و اکوتیپ کرمان (۱۸۹/۱) کمترین عملکرد روغن را داشتند. حداکثر تفاوت بین بیشترین و کمترین مقدار عملکرد روغن دانه در اکوتیپ‌های بالنگو به میزان ۲۲ کیلوگرم در هکتار بود. البته

جدول ۳- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد کمی و کیفی برخی اکوتیپ‌های

بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) در شرایط دیم

Table 3. ANOVA of morphological characteristics and quantitative and qualitative yield in some *Lallemantia iberica* ecotypes under dryland conditions

S.O.V.	d.f.	Plant height	Number of branches per plant	Number of seeds per plant	1000-seed weight	Seed yield	Oil percentage	Oil yield	Mucilage percentage	Mucilage yield
Replication	3	3.07ns	0.88 ns	1.63 ns	0.49 ns	5.27 ns	1.07 ns	3.22 ns	0.079 ns	1.513ns
Ecotype	4	65.8*	92.4*	127**	37.4*	4537.5**	1.93 ns	271.9**	1.55 ns	18.04 *
Experimental error	12	4.33	2.07	2.51	0.68	51.4	0.829	35.7	0.49	7.21
C.V. (%)		14.5	17.1	16.2	11.4	13.7	8.3	12.6	7.8	15.1

n.s., *, and **: non-significant, significant at 5%, and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد کمی و کیفی برخی اکوتیپ‌های

بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) در شرایط دیم

Table 4. Means comparison of morphological characteristics and quantitative and qualitative yield in some *Lallemantia iberica* ecotypes under dryland conditions

Ecotype	Plant height (cm)	Number of branches per plant	Number of seeds per plant	1000-seed weight (g)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Oil (%)	Oil yield (kg.ha ⁻¹)	Mucilage (%)	Mucilage yield (kg.ha ⁻¹)
Kerman	52.6 ^c	5.78 ^d	285 ^e	3.4 ^c	458 ^c	41.3 ^a	189.1 ^d	4.1 ^a	18.8 ^c
Isfahan	54.3 ^b	6.55 ^c	307 ^c	3.8 ^b	503 ^c	40.5 ^a	203.7 ^c	3.9 ^a	19.6 ^b
Kurdistan	55.4 ^a	8.31 ^a	393 ^a	3.9 ^b	529 ^a	39.9 ^a	211.1 ^a	3.7 ^a	19.1 ^b
Mashhad	53.9 ^b	7.42 ^b	379 ^b	4.2 ^{ab}	515 ^b	40.7 ^a	209.6 ^b	4.4 ^a	22.7 ^a
Malekan	49.7 ^d	6.21 ^c	291 ^d	4.5 ^a	491 ^d	41.1 ^a	201.8 ^c	3.8 ^a	18.2 ^c

In each column, means with similar letters are not significantly different (Duncan test)

تفاوت معنی‌داری بین اکوتیپ‌های بالنگو مشاهده نشد. اکوتیپ کردستان نسبت به اکوتیپ کرمان به میزان ۵/۰٪ کاهش موسیلاژ داشت (جدول ۴).

عملکرد موسیلاژ دانه

عملکرد کل موسیلاژ حاصل از کل دانه برداشت شده در یک هکتار می‌باشد. مطابق جدول ۳ عملکرد موسیلاژ اکوتیپ‌های بالنگو تحت تأثیر شرایط دیم قرار گرفت.

درصد موسیلاژ دانه

درصد موسیلاژ دانه اکوتیپ‌های مختلف بالنگو در تجزیه واریانس، معنی‌دار نشد (جدول ۳). در میان اکوتیپ‌های بالنگو، بیشترین و کمترین درصد موسیلاژ دانه به میزان ۴/۴٪ و ۳/۷٪ به ترتیب به اکوتیپ‌های مشهد و کردستان تعلق داشت. به طوری که حداکثر تفاوت بین بیشترین و کمترین درصد موسیلاژ دانه در اکوتیپ‌های بالنگو ۰/۷٪ بود. از نظر آماری برای درصد موسیلاژ دانه

شرایط دیم، کم‌آبی باعث کاهش تعداد دانه در گیاه اکوتیپ‌های بالنگو شد. با تنش آبی میزان تنفس غلاف‌ها به سرعت افزایش یافته که می‌تواند سبب اتلاف بیش از حد مواد فتوسنتزی شود. بنابراین، مواد غذایی کافی به دانه‌ها نرسیده و درصد دانه در غلاف کاهش یافت و به تبع آن منجر به کاهش تعداد دانه در گیاه شد.

کاهش وزن هزاردانه در شرایط دیم می‌تواند در اثر کمبود رطوبت برای جذب مواد معدنی از خاک و انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به محل سنتر و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه باشد. نتایج این پژوهش با یافته‌های Hang و Gilliard (۱۹۹۱) که بیان کردند کمبود رطوبت در مرحله رشد زایشی باعث کاهش جذب املاح از خاک و در نهایت کاهش فتوسنتز و شیره پرورده می‌شود و منجر به صدمه زدن به تشکیل دانه در غلاف و کاهش وزن هزاردانه گیاه کلزا می‌گردد مطابقت داشت. همچنین با یافته‌های Dogan (۲۰۱۹) که گزارش کرد افزایش مقادیر آب در آبیاری تکمیلی تأثیری بر وزن هزاردانه کلزای دیم ندارد، مغایرت داشت.

در پژوهشی کاهش عملکرد رویشی و زایشی بالنگو در شرایط تنش خشکی به کاهش تاج پوشش و فتوسنتز نسبت داده شد (Ahmadi & Omid, 2019). گیاه برای مقابله با کم‌آبی بخشی از مواد پرورده را به ریشه برای توسعه سیستم ریشه منتقل کرده، در نتیجه از سهم اختصاص یافته به تولید دانه کاسته می‌شود. هنگامی که خشکی در هر مرحله از رشد و نمو گیاه حادث شود، عملکرد کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (Richards et al., 2002). در این بررسی میزان کاهش عملکرد دانه در اکوتیپ‌های کرمان و ملکان بیش از اکوتیپ‌های کردستان و مشهد بود که علت را می‌توان به توانایی سازگاری ژنتیکی و فیزیولوژیکی ارتباط داد. همه اکوتیپ‌های بالنگو به استثنای اکوتیپ اصفهان دارای تفاوت عملکرد بودند، به نحوی که عدم تفاوت عملکرد دانه اکوتیپ اصفهان می‌تواند بیانگر آن باشد که این گونه به لحاظ ژنتیکی و اکولوژیکی ویژگی‌هایی دارد که چندان تحت تأثیر محیط رشد قرار نمی‌گیرد. گزارش‌های دیگر محققان نیز حکایت از آن دارد که در بین جمعیت‌های مورد بررسی

اکوتیپ مشهد بیشترین و اکوتیپ‌های کرمان و ملکان کمترین عملکرد موسیلاژ را داشتند (جدول ۴). حداکثر تفاوت بین بیشترین و کمترین مقدار عملکرد موسیلاژ دانه، در اکوتیپ‌های بالنگو به میزان ۴/۵ کیلوگرم در هکتار و برابر ۲۵٪ بود. از لحاظ عملکرد موسیلاژ دانه، اکوتیپ‌های مشهد و کردستان در یک سطح آماری قرار گرفتند؛ همین‌طور کرمان و ملکان نیز در یک سطح آماری بودند.

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از اکوتیپ‌های مختلف بالنگو، تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشتند. به نظر می‌رسد این اختلاف ارتفاع ناشی از تفاوت ژنتیکی اکوتیپ‌های بالنگو باشد. Pavlista و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند در شرایط دیم طول میانگرمه و ارتفاع گیاه کلزا کاهش یافت. به‌طور کلی، در شرایط دیم، کمبود آب از طریق کاهش میانگرمه‌ها و تعداد گره‌ها ارتفاع گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. Zollinger و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیان کردند هم‌زمان با افزایش تنش آبی ارتفاع بوته سرخارگل کاهش یافت. آنان این کاهش ارتفاع را در نتیجه کمبود رطوبت و کاهش تعداد گره‌ها و طول میانگرمه‌ها دانستند.

براساس نتایج این بررسی تعداد شاخه جانبی در گیاه و در شرایط دیم کاهش یافت. کاهش تعداد شاخه جانبی در شرایط دیم شاید به علت کاهش تعداد جوانه‌های زایشی در اکوتیپ‌های بالنگو باشد. از آنجایی که بالنگو گیاهی با رشد نامحدود است، به همین دلیل تولید و رشد شاخه‌های جانبی می‌تواند در تمام طول دوره رشد آن تداوم داشته باشد. نظر به هم‌زمانی رشد ساقه بالنگو با رشد شاخه‌های جانبی، کم‌آبی نه تنها مواد ذخیره‌ای ساقه را کاهش داد بلکه از توسعه اندام‌های ذخیره‌ای و شاخه‌های جانبی جلوگیری بعمل آورد و به‌طور غیرمستقیم از طریق کاهش مواد فتوسنتزی و کاهش شاخه جانبی منجر به کاهش عملکرد دانه شد.

نتایج آزمایش بیانگر این است که در این بررسی در

دانه در گیاه، عملکرد دانه، عملکرد روغن و موسیلاژ بالاتری را در منطقه یاسوج نشان دادند.

سیاسگزاری

این پژوهش قسمتی از نتایج طرح پژوهشی با شماره مصوب ۹۶۱۲۶۰-۰۴۴-۱۵۵۳-۵۶-۳ است، از مسئولان محترم مؤسسه تحقیقات دیم کشور به دلیل فراهم کردن امکانات پژوهش قدردانی می‌شود.

References

- Abdollahi, M., Maleki Farahani, S., Fotokian, M.H. and Hasanazade Goorut Tappe, A., 2014. Evaluation of yield, yield components and water use efficiency of shahri and shirazi balangu (*Lallemantia* sp.) under drought stress. *Journal Water and Irrigation Management*, 3(2): 103-120.
 - Ahmadi, K. and Omid, H., 2019. Evaluation of morphological characteristics, yield components and catalase enzymes activity of *Lallemantia royleana* Benth. under drought stress. *Agroecology*, 11: 757-774.
 - Amanzadeh, Y., Khosravi Dehaghi, N., Gohari, A.R., Monsef-Esfahani, H.R. and Sadat Ebrahimi, S.E., 2011. Antioxidant activity of essential oil of *Lallemantia iberica* in flowering stage and post-flowering stage. *Research Journal of Biological Sciences*, 6(3): 114-117.
 - Anjum, S.A., Xie, X.Y., Wang, L.C., Saleem, M.F., Man, C. and Lei, W., 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6(9): 2026-2032.
 - Askari, E. and Ehsanzadeh, P., 2015. Osmoregulation-mediated differential responses of field-grown fennel genotypes to drought. *Industrial Crops and Products*, 76: 494-508.
 - Dogan, E., 2019. Effect of supplemental irrigation on vetch yield components. *Agricultural Water Management*, 213: 978-982.
 - Douglas, J.A., Follett, J.M. and Heaney, A.J., 2002. The effect of plant density on of valerian root. *Acta Horticulture*, 426: 264-272.
 - Farzi, M., Alizadeh, K. and Arshad, M., 2016. Study on Balangu (*Lallemantia iberica* L.) landraces under supplementary irrigation and rainfed conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 10(2): 401-412.
 - Grubert, M., 1974. Studies on the distribution of myxospermy among seeds and fruits of Angiospermae and its ecological importance. *Pirjalili* (Pirjalili, 2017).
- بیشترین عملکرد دانه مربوط به جمعیت مشهد بود (Pirjalili, 2017).
- در این پژوهش نوع اکوتیپ بالنگو بر خصوصیات مورفولوژیک که از اندام‌های رویشی گیاه محسوب می‌شوند تأثیر گذاشته و در نتیجه عملکرد دانه، روغن و موسیلاژ را افزایش داد. تفاوت معنی‌داری بین درصد روغن اکوتیپ‌های بالنگو مشاهده نشد اما بین عملکرد روغن این تفاوت مشهود بود. به نظر می‌رسد که دلیل این موضوع از سویی 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. از سوی دیگر افزایش عملکرد روغن در اکوتیپ کردستان می‌تواند به علت ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی، وزن هزاردانه و تعداد دانه بالاتر و در نتیجه عملکرد دانه بیشتر باشد. مشابه آن، کاهش روغن گیاه بالنگو در اثر تنش آبی توسط Ahmadi و Omid (2019) گزارش شد. محققان نتایج مشابهی را در مورد کاهش عملکرد دانه بالنگو در شرایط کم‌آبی گزارش کردند (Farzi et al., 2016; Abdollahi et al., 2014).
- به‌طور کلی می‌توان گفت که افزایش عملکرد موسیلاژ ناشی از افزایش عملکرد دانه است، به‌نظر می‌رسد این درصد موسیلاژ تحت کنترل ژنتیکی بوده، یا اینکه کمتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد. تولید متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش بیشتر می‌شود و تولید موسیلاژ هم سازوکاری در برابر تنش آبی است (Douglas, 2002). با توجه به اینکه عملکرد موسیلاژ حاصل‌ضرب مقدار موسیلاژ در عملکرد دانه می‌باشد، به‌طبع این صفت تحت تأثیر عملکرد دانه تغییر می‌کند.
- به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که اختلاف معنی‌داری بین صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه، موسیلاژ و روغن اکوتیپ‌های بالنگو در شرایط دیم وجود داشت. با این حال، بین درصد موسیلاژ و درصد روغن اکوتیپ‌های بالنگو، اختلاف معنی‌داری بدست نیامد. براساس نتایج، اکوتیپ‌های کردستان و مشهد در مقایسه با اکوتیپ‌های کرمان و ملکان، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد

- renewable feedstock for environment-friendly crosslinkers in powder coatings. *Industrial crops and products*, 10(3): 157-165.
- Pavlista, A.D., Hergert, G.W., Margheim, J.M. and Isbell, T.A., 2016. Growth of spring canola (*Brassica napus*) under deficit irrigation in Western Nebraska. *Industrial Crops and Products*, 83: 635-640.
 - Pirjalili, F. and Omidi, H., 2017. Effects of drought stress on grain yield and qualitative characteristics of three populations of *Lallemantia royleana* Benth. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 33(1): 25-38.
 - Richards, R.A., Rebetzke, G.J., Condon, A.G. and Van Herwaarden, A., 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop science*, 42: 111-121.
 - Shahbazi, S., Alizadeh, K. and Fathirezai, V., 2012. Study on planting possibility of Dragon's head (*Lallemantia iberica* F. & C.M) landraces in cold rainfed conditions. *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 1(2): 82-95.
 - Sharma, P.K. and Koul, A.K., 1986. Mucilage in seeds of *Plantago ovata* and its wild allies. *Journal of ethnopharmacology*, 17(3): 289-295.
 - Soxhlet, F.V., 2003. Die gewichts analytische Bestimmung des Milchfettes. *Polytechnisches Journal*, 1879: 232-261.
 - Van Soest, L.J.M., Doorgeest, M. and Ensink, E., 1987. Introductie-demonstratie tun potentiele nieuwe gewassen (in-formatie, knelpunten en potentie). Center for genetic resources, Wageningen: 29-31.
 - Yang, L., Wen, K.S., Ruan, X., Zhao, Y.X., Wei, F. and Wang, Q., 2018. Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules*, 23(4): 762-771.
 - Zollinger, N., Kjellgren, R., Cerny-Koenig, T., Kopp, K. and Koenig, R., 2006. Drought responses of six ornamental herbaceous perennials. *Scientia Horticulturae*, 109: 267-274.
 - Acta Biol Venez, 8: 315-551.
 - Hang, A.N. and Gilliard, G.C., 1991. Water requirement for winter rapeseed in central Washington. In McGregor, DI proceedings of the eighth international rapeseed congress, Saskatoon, Canada. Organizing committee, Saskatoon, 9-14 July: 1235-1240.
 - Hedge, I.C., 1970. Observation on the mucilage of *Salvia* fruits. *Notes Royal Botanic Gardens Edinburgh*, 30: 79-95.
 - Jones, G. and Valamoti, S.M., 2005. *Lallemantia*, an imported or introduced oil plant in Bronze Age northern Greece. *Vegetation history and archaeobotany*, 14(4): 571-577.
 - Kleinwächter, M. and Selmar, D., 2014. Influencing the product quality by applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. In *Physiological mechanisms and adaptation strategies in plants under changing environment*. *Industrial Crops and Products*, 42: 558-566.
 - Malik, K., Arora, G., Singh, I. and Arora, S., 2011. *Lallemantia reylenne* seeds as superdisintegrant: Formulation and evaluation of nimesulide orodispersible tablets. *International journal of Pharmaceutical Investigation*, 1(3): 192-198.
 - Megaloudi, F., 2006. Plants and Diet in Greece from Neolithic to Classic Periods: the archaeobotanical remains. Oxford, Archaeopress, 111p.
 - Mozaffarian, V., 1996. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang Moaser, Tehran, Iran, 671.
 - Naghibi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S.M. and Ghorbani, A., 2005. Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 4(2): 63-79.
 - Omidi, H., Shams, H., Sahandi, M.S. and Rajabian, T., 2018. Balangu (*Lallemantia* sp.) growth and physiology under field drought conditions affecting plant medicinal content. *Plant Physiology and Biochemistry*, 130: 641-646.
 - Overeem, A., 1999. Seed oils rich in linolenic acid as

Evaluation of morphological characteristics, yield, mucilage, and seed oil in some *Lallemantia iberica* (M.B.) Fisch. & C.A. Mey. ecotypes under dryland conditions

R. Mohtashami¹

1- Instructor of Seed and Plant Improvement Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Yasooj, Iran
E-mail: rahammohtashami01@gmail.com

Received: July 2022

Revised: December 2022

Accepted: February 2023

Abstract

Water stress is one of the most important abiotic stresses limiting growth and plant yield under dryland conditions, which affects the morphological and physiological characteristics of plants. To evaluate morphological characteristics, yield, mucilage, and seed oil of *Lallemantia iberica* (M.B.) Fisch. & C.A. Mey. ecotypes [Kerman (Kerman province), Naein (Isfahan province), Sanandaj (Kurdistan province), Mashhad (Razavi-Khorasan province), and Malekan (East-Azerbaijan province)] under dryland conditions, an experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications in the medicinal plants research farm of Yasooj Agricultural Research Center and Natural Resources in the 2016-2017 crop year. The results showed that ecotype significantly affected morphological traits, seed yield, mucilage yield, and oil yield. The highest seed yield was obtained from Kurdistan (529 kg ha⁻¹) and Mashhad (515 kg ha⁻¹) ecotypes. The highest and lowest oil yield was related to Kurdistan (211 kg ha⁻¹) and Kerman (189 kg ha⁻¹) ecotypes, respectively. Mashhad (22.7 kg ha⁻¹) and Malekan (18.2 kg ha⁻¹) ecotypes had the highest and lowest seed mucilage yield, respectively. Although there was no significant difference between the oil and seed mucilage percentage of the ecotypes, the highest (41.3%) and lowest (39.9%) oil content was found in Kerman and Kurdistan ecotypes and the highest (4.4%) and lowest (3.7%) mucilage percentage belonged to Mashhad and Kurdistan ones, respectively. Overall, the results showed that Kurdistan and Mashhad ecotypes are suitable for cultivation under dryland conditions of Yasooj due to higher yield of seeds, mucilage, and seed oil.

Keywords: Balangu (*Lallemantia iberica* (M.B.) Fisch. & C.A. Mey.), water stress, oil, medicinal plant.