تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد ششم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۳، ص ۳۲۴-۳۱۱

مقاله پژوهشی

مقایسه عملکرد و برخی صفت‌های زراعی مرتبط با آن در بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* L.) و شیرازی (*Lallemantia royleana* L.) در کشت دیم پاییزه و بهاره

نصرالله عباسی دهکرد[۱]، سعیده ملکی فراهانی[۲*]، مریم میردورقی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

* مسئول مکاتبه: maleki@shahed.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۶ **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.424183.1378**

چکیده

به‌منظور بررسی عملکرد و برخی صفت‌های زراعی مرتبط با آن در بالنگوی شهری و شیرازی در کشت پاییزه و بهاره، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول دو گونه بالنگو (بالنگو شهری و شیرازی)، و فاکتور دوم تاریخ کاشت (۲۹ آبان و ۸ اسفند به‌ترتیب به عنوان کاشت پاییزه و بهاره) بودند. نتایج نشان داد که اثر ساده گونه بر وزن‌هزاردانه در سطح احتمال پنج درصد، تعداد شاخه فرعی، درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. به‌طوری‌که تعداد شاخه فرعی و درصد موسیلاژ در بالنگو شیرازی به ترتیب ۱۲۱/۷ و ۸۸/۶ درصد نسبت به بالنگو شهری بیش‌تر بود. همچنین با بررسی اثر ساده تاریخ کاشت (پاییزه و بهاره)، تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال پنج درصد، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص‌برداشت، عملکرد موسیلاژ و کارایی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد در تاریخ کاشت پاییزه نسبت به تاریخ کاشت بهاره بیش‌تر بود. در این راستا عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در کشت پاییزه به ترتیب ۱۲۵/۸ و ۱۲۶/۶ درصد در مقایسه با کشت بهاره بیش‌تر بودند. علاوه بر این، عملکرد موسیلاژ و شاخص برداشت در کشت پاییزه بالنگوی شیرازی به ترتیب ۲۷۱/۳ و ۳۶/۶ درصد نسبت به کشت بهاره بالنگوی شهری بیش‌تر بود. به‌طورکلی تاریخ کاشت ۲۹ آبان (کشت پاییزه) به دلیل طولانی بودن فصل، مساعد بودن دما، رطوبت و بارندگی‌های کافی نسبت به ۸ اسفند (کشت بهاره) را می‌توان برای هر دو گونه بالنگوی شیرازی و شهری تحت شرایط خشک و نیمه‌خشک مناسب دانست.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، کارایی مصرف آب، کشت بهاره، گیاه دارویی، موسیلاژ

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین مسائل در کشت گیاهان دارویی در شرایط خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (Elmendorf *et al.*, 2015). زیرا یکی از مواردی که ممکن است تأثیر نامطلوب قابل توجهی بر رشد گیاه داشته باشد کمبود آب است (Chai *et al.*, 2016). در مقابل، توانایی گونه‌های گیاهی برای تحمل کمبود آب و شرایط مرطوب متفاوت است و این ویژگی معمولاً برای شناسایی گونه‌های مقاوم به خشکی استفاده می‌شود (Alvarez *et al.*, 2018). توانایی بالنگو برای تولید در شرایط دیم نشان دهنده انعطاف‌پذیری و سازگاری این گیاه در شرایط تنش خشکی است.

بالنگو با نام علمی *Lallemantia* sp. یکی از گیاهان دارویی خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد. بالنگو گیاهی یک‌ساله یا چندساله، علفی یا درختچه‌ای و گرمادوست و مقاوم به خشکی است. این گیاه در کشاورزی پایدار مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Samimifar *et al.*, 2019). بالنگوی شهری (*L. iberica*) و بالنگوی شیرازی (*L. royleana*) گونه‌های یک‌ساله هستند. بالنگو گیاهی است که به دلیل خواص دارویی و صنعتی و همچنین کاربرد آن در کشاورزی مصارف مختلفی دارد. تمام قسمت‌های هوایی آن (برگ‌ها و دانه‌ها) صرفه اقتصادی دارد. برای درمان سرفه‌های ناشی از سرماخوردگی، از دانه‌های بالنگو به عنوان نرم کردم گلو استفاده می‌شود. علاوه بر این، از آن‌ها در درمان مشکلات گوارشی، کلیوی و ادراری و همچنین اختلالات سیستم عصبی استفاده می‌شود. روغن دانه بالنگو شهری از ۶۸ درصد لینولنیک اسید، ۱۰/۸ درصد لینولئیک اسید، ۱۰/۳ درصد اولئیک اسید،

۶/۵ درصد اسید پالمیتیک و ۱/۸ درصد اسید استئاریک تشکیل شده است (Overeem *et al.*, 1999). روغن این گیاه به دلیل غلظت بالای اسید لینولنیک در بسیاری از صنایع مفید است (Ion *et al.*, 2011).

از آنجایی که شرایط آب و هوایی بیش‌ترین اهمیت را در رشد و نمو گیاهان دارد، تغییرات آب و هوایی با کاهش یا افزایش ماده مؤثر بر تولید و اثربخشی گیاهان دارویی تأثیر می‌گذارد. در نتیجه می‌توان تاریخ کاشت را تحت تأثیر اقلیم به عنوان عامل تعیین کننده‌ای در نظر گرفت که بیش‌ترین تأثیر را بر تولید ماده موثره گیاه دارد (Tabatabaie *et al.*, 2011). تاریخ کشت یکی از مهم‌ترین جنبه‌های زراعی است که گیاهان دارویی را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا بر کمیت و کیفیت تولید گیاه تأثیر بسزایی دارد. بهترین تاریخ کاشت در هر منطقه به وقوع دماهای مطلوب در طول دوره نمو گیاه از جوانه‌زنی تا رسیدگی بستگی دارد (Torabi *et al.*, 2008). در تاریخ کشت بهینه کمیت و کیفیت عملکرد گیاه افزایش می‌یابد (Farahani pad *et al.*, 2012; He *et al.*, 2018). بالنگو به دو صورت پاییزه و بهاره کشت می‌شود. مطالعات حاکی از این است که کشت پاییزه آن عملکرد بالاتری دارد (Amanzadeh *et al.*, 2011). تغییر در تاریخ کاشت بر تراکم مطلوب بوته و مقدار آب در دسترس گیاه در طول دوره نمو تأثیر می‌گذارد (Hajmohammadnia Ghalibaf *et al.*, 2020). محققان در بررسی اثر کم‌آبیاری بر دو گونه بالنگو گزارش کردند کاهش رطوبت قابل استفاده خاک تا ۶۰ درصد طرفیت مزرعه اثر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ، محتوی رنگدانه‌های فتوسنتزی، عملکرد دانه و شاخص برداشت نداشت (Abdolahi and Maleki Farahani, 2015). در پژوهشی دیگر گزارش کردند که با تأخیر در تاریخ کاشت عملکرد دانه سیاهدانه کاهش می‌یابد (D'Antuono *et al.*, 2002). همچنین محققان در بررسی شدت و زمان اعمال تنش خشکی گزارش کردند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پرشدن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه و وزن هزاردانه می‌شود (Yadollahi *et al.*, 2017). همچنین محققان بیان کردند بیان کردند که به طور کلی کشت پاییزه در تمامی تیمارهای مورد بررسی درصد موسیلاژ بالاتری داشت (Karimi Jalilehvandi *et al.*, 2020).

در بررسی‌های انجام شده مشخص شد که تا کنون اثر تاریخ کاشت‌های متفاوت در شرایط دیم بر روی دو گونه بالنگو شهری و شیرازی مورد مطالعه قرار نگرفته است. از سویی دیگر کشور ما با چالش کمبود منابع آبی و وابستگی بسیار شدید به واردات دانه‌های روغنی مواجه است. بیش از ۹۰ درصد روغن مورد نیاز کشور از خارج تأمین می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد نیاز به محصولات روغنی جدید با سازگاری بیش‌تر به شرایط خشکی و احتیاجات غذایی کم‌تر به شدت احساس می‌شود. علاوه بر این مطالعه سازگاری گیاهان دارویی امکان کشت و تولید گیاهان دارویی را در شرایط دیم کشور فراهم می‌کند. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مقایسه عملکرد و برخی صفت‌های زراعی مرتبط با آن در بالنگوی شهری (*Lalelemantia iberica* L.) و شیرازی (*Lalelemantia royleana* L.) در کشت پاییزه و بهاره انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول دو گونه بالنگو شامل بالنگوی شهری (*Lalelemantia iberica* M.Bieb.) و شیرازی (*Lalelemantia royleana*) Benth.) و فاکتور دوم شامل تاریخ کاشت (در دو تاریخ ۲۹ آبان و ۸ اسفند به‌ترتیب به عنوان کاشت پاییزه و بهاره) بودند. به منظور آماده‌سازی زمین که در زراعت قبلی به‌صورت آیش بود، ابتدا خاک مزرعه بوسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. پس از آن عمل دیسک زدن به منظور خرد کردن کلوخه‌ها انجام گرفت و پس از آن به وسیله فاروئر به صورت جوی و پشته درآمد. سپس اقدام به کرت‌بندی و تعیین خطوط زمین کاشت مورد آزمایش شد. مشخصات آب و هوای منطقه در جدول ۱ نشان داده شده است. قبل از انجام کشت، جهت بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از خاک مزرعه نمونه‌گیری مرکب (پنج نمونه) از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد (جدول ۲). بذرهای بالنگو از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. جهت تعیین مقدار بذر لازم برای کشت، قبل از کاشت درصد جوانه‌زنی بذرها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. سپس بذرها با فاصله ردیف

کاشت ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر و فاصله روی ردیف پنج سانتی‌متر با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع در عمق سه سانتی‌متر خاک به صورت دستی کشت شدند. در طول آزمایش عملیات داشت مانند وجین و تنک کردن برحسب نیاز گیاه به‌صورت دستی انجام شد. در این آزمایش در هیچ‌کدام از مراحل رشد گیاهان آبیاری صورت نگرفت.

جدول ۱- آمار هواشناسی مربوط به سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ منطقه مورد مطالعه

Table 1- Meteorological statistics related to the crop year 2018-2019 of the studied area

	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.	اسفند Mar.	فروردین Apr.	اردیبهشت May.
حداقل دما Minimum temperature (C°)	5.00	-1.000	-4.000	-4.000	-2.000	3.00	3.00
حداکثر دما Maximum temperature (C°)	20.0	19.0	۰.15	16.0	27.0	27.0	22.0
میانگین دما Average temperature (C°)	12.0	9.00	5.00	8.00	10.0	17.0	15.2
میانگین رطوبت هوا Average air humidity (%)	50.0	65.0	61.0	57.0	39.8	47.3	35.1
بارندگی (mm) Precipitation	0.000	11.2	28.2	21.8	10.2	72.6	0.000

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 2- Physicochemical analysis of farm soil

بافت خاک Soil texture	رس Clay (%)	سیلت (%) Silt	شن Sand (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
Silty loam	22.0	42.0	36.0	0.09	2.24	596	7.70	7.89

میزان سبزینگی برگ یا شاخص سبزینگی برگ (SPAD) به‌وسیله دستگاه کلروفیل‌متر دستی (مدل Minolta-502، ساخت ژاپن) در مرحله گلدهی اندازه‌گیری شد. همچنین به‌منظور تعیین درصد موسیلاژ دانه بالنگو، از هر تیمار دو گرم دانه جدا و درصد موسیلاژ آن مطابق با روش کالیاسوندارام و همکاران (Kalyanasundaram *et al.*, 1982) اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد موسیلاژ با استفاده از رابطه ۱ تعیین گردید:

(۱)

(۱۰۰/میزان موسیلاژ × عملکرد بذر) = عملکرد موسیلاژ

تخمین رطوبت خاک برای هر کرت با استفاده از معادله تعادل آب و خاک (معادله ۲) انجام شد (Zhang *et al.*, 2005; Qiu *et al.*, 2008):

$$ET = CR + P + DW - D - R \quad (۲)$$

که در آن CR= صعود مویینگی، P= بارش، D= زهکشی، R= رولناب (mm)، DW= تغییر در محتوای خاک برای عمق ۱ متری. محتوای آب خاک به صورت وزن سنجی برای هر لایه ۲۵ سانتی متری (تا ۱۰۰ سانتی متر) اندازه‌گیری شد. در مکان آزمایشی، مقادیر زهکشی، جریان رو به بالا و رواناب ناچیز بود. بنابراین DW ET = P + تحت شرایط آزمایشی ما استفاده شد.

کارایی مصرف آب نیز مطابق معادله ۳ اندازه‌گیری شد (Qiu *et al.*, 2008):

$$WUE = \frac{EY}{ET\ crop} \quad (۳)$$

WUE کارایی مصرف آب برحسب کیلوگرم در مترمکعب، EY عملکرد اقتصادی برحسب کیلوگرم در هکتار (عملکرد دانه)، ET crop حجم آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) در شرایط دیم می‌باشد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک و پس از مشاهده علائم ظاهری رسیدگی در گیاه شامل زرد و خشک شدن برگ‌ها و نیمه‌قهوه‌ای شدن دانه‌ها در سنبله‌ها، برداشت گیاهان صورت گرفت. به‌منظور تعیین اجزاء عملکرد تعداد پنج بوته از هر کرت انتخاب و اجزاء عملکرد شامل، تعداد شاخه جانبی، تعداد فندقه در چرخه گل، تعداد چرخه گل در بوته، ارتفاع گیاه، و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و

عملکرد دانه بالنگو در هر کرت از یک مترمربع (پس از حذف اثر حاشیه) برداشت انجام شد و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. شاخص برداشت نیز از تقسیم شدن عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک و ضرب عدد به دست آمده در ۱۰۰، محاسبه گردید.

در پایان تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (SAS (Ver. 9.1 انجام شد. میانگین تیمارها نیز توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

سبزینگی برگ

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳ اثر متقابل گونه × تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۱) بر سبزینگی برگ معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج اثر متقابل نشان داد مقدار شاخص سبزینگی برگ با میانگین ۵۹/۴۰ در تاریخ کاشت بهاره‌ی گونه شهری در مقایسه با شاخص سبزینگی برگ با میانگین۴۶/۰۶ در تاریخ کاشت بهاره‌ی گونه شیرازی بیش‌تر بود (جدول ۴). با توجه به اکسیداسیون نوری رنگدانه‌های فتوسنتزی، کاهش محتوای شاخص سبزینگی برگ در شرایط دیم به عنوان شاخصی از تنش اکسیداتیو در نظر گرفته شده است (Anjum *et al.*, 2011). مقدار شاخص سبزینگی برگ در گونه شهری در تاریخ کاشت بهاره نسبت به پاییزه بیش‌تر بود، اما در گونه شیرازی تاریخ کاشت پاییزه نسبت به بهاره شاخص سبزینگی برگ بالاتری نشان داد (جدول ۴).

با توجه به اینکه شاخص سبزینگی برگ به عنوان شاخص تحمل به تنش در نظر گرفته می‌شود، به نظر می‌رسد که بالنگو شهری مقاومت بیش‌تر در برابر تنش با افزایش محتوای شاخص سبزینگی برگ در طی کاشت بهاره با افزایش دمای هوا نشان می‌دهد. این به نوعی خود تنظیمی توسط گیاه در پاسخ به کمبود آب اشاره دارد، زیرا اجزای فتوسنتزی گیاه با افزایش محتوای شاخص سبزینگی برگ، نور بیش‌تری را جذب می‌کنند (Herbingr *et al.*, 2002).

عملکرد و اجزای عملکرد

بررسی‌ها نشان داده است تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر اثر گونه گیاهی ($p\leq$۰/۰۱) و تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۵) قرار می‌گیرد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر گونه گیاهی نشان داد که تعداد شاخه‌های فرعی در بالنگوی شیرازی با میانگین ۱۳/۶۶ عدد نسبت به بالنگوی شهری با میانگین ۶/۱۶، ۱۲۱/۷ درصد بیش‌تر بود (جدول ۵). محققان بر خلاف این یافته‌ها دریافتند که بالنگوی شهری دارای شاخه‌های بیش‌تری نسبت به نوع شیرازی است (Abdolahi and Maleki Farahani, 2015). در پژوهشی دیگر بر روی تأثیر تاریخ کاشت بر گونه‌های مختلف پژوهشگران بیان کردند که تأثیر تاریخ کاشت بر تعداد شاخه‌های جانبی معنی‌دار است (Sarkees and Tahir, 2016). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین دو تاریخ کاشت وجود دارد. بر همین اساس کشت پاییزه تعداد شاخه فرعی بیش‌تری نسبت به کشت بهاره داشت (جدول ۵). به گفته محققان، این به دلیل افزایش رشد رویشی گیاه در طول دوره رشد رویشی در نتیجه شرایط محیطی مطلوب از نظر دما و رطوبت است (Khamdi and Nezami, 2009).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۱) بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که کشت پاییزه با میانگین ۹۲۹ کیلوگرم در هکتار افزایش ۱۲۶ درصدی نسبت به کشت بهاره با میانگین ۴۱۱ کیلوگرم در هکتار داشت (جدول ۴). نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که تاریخ کاشت نسبت به گونه‌های بالنگو تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه دارد، زیرا در تاریخ کاشت بهاره به دلیل کوتاه بودن طول دوره رشد (رویشی و زایشی) گیاه در استفاده از تمام عوامل محیطی فرصت کمتری دارد که در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود. بر اساس مطالعات انجام شده، کاهش رشد، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در تاریخ کاشت بهاره ناشی از تغییرات در مراحل فنولوژیک یا شرایط محیطی مانند خشکی، افزایش دما در پایان فصل رشد و یا ناتوانی گیاه در استفاده از باران و رطوبت اولیه فصل است (Karimi Jalilehvandi *et al.*, 2017).

نتایج بیانگر تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که کشت پاییزه با میانگین ۱۸۱۰ کیلوگرم در هکتار افزایش ۸۴/۱ درصدی نسبت به کشت بهاره با میانگین ۹۸۳ کیلوگرم در هکتار داشت (جدول ۵). محققین گزارش کردند که افزایش

عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشـــت پاییزه احتمالاً ناشـــی از مواجهه گیاهان با شـــرایط محیطی مطلوب‌تر و در نتیجه رشـــد رویشی مناسب‌تر بوده است (Nezami *et al.*, 2009). همچنین در پژوهشی دیگر محققین تأثیر تاریخ کاشت بر رشد و گلدهی بابونه را بررســـی کردند و دریافتند که تاخیر در کاشـــت بابونه تأثیر منفی بر رشد دارد و دوره رشد بابونه را کوتاه می‌کند و در نتیجه رشد رویشی و وزن خشک اندام‌های هوایی بابونه کاهش می‌یابد (Ebadi *et al.*, 2010). علاوه بر کاهش قابل توجه عملکرد بیولوژیک ناشی از کوتاه شدن دوره رشد، تخصیص مواد فتوســـنتزی از منبع به مخزن نیز در تاریخ کاشـــت بهاره کاهش یافت. در نتیجه گیاهان در تخصیص ماده خشک به دانه کارایی کم‌تری داشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گونه‌های شهری و شیرازی بالنگو در تاریخ کاشت پاییزه و بهاره در شرایط دیم

Table 3- Analysis of the variance of quantitative and qualitative traits of (*L. iberica*) and (*L. royleana*) Species in autumn and spring sowing dates in dryland condition

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد موسیلاژ Mucilage percentage	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield	کارایی مصرف آب Water use efficiency
بلوک Block	2	3658^{ns}	23529^{ns}	7.55^{ns}	0.224^{ns}	14.3^{ns}	0.0031ns
تاریخ کاشت Sowing date (SD)	1	806564**	2050430**	284**	0.00040^{ns}	7327**	0.732**
گونه Species (S)	1	21594^{ns}	82807^{ns}	6.60^{ns}	105**	2737**	0.02^{ns}
S×SD	1	21.8^{ns}	36524^{ns}	59.6*	0.378	456*	0.00003^{ns}
خطا Error	6	9282	18837	5.83	0.312	43.6	0.0085
ضریب تغییرات C.V. (%)		14.3	9.82	5.18	5.80	10.4	14.4

^{ns}،* و **: به‌ترتیب تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **: non-significant and significant at 5 and 1% probability level, respectively.

ادامه جدول ۳

Table 3 Continued.

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی df	سبزینگی برگ Leaf greenness	تعداد چرخه گل در بوته Number of inflorescence per plant	تعداد فندقه در چرخه گل Number of achene per inflorescence	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعی Number of sub-branches	وزن هزاردانه 1000-seed weight
بلوک Block	2	4.84^{ns}	18.8^{ns}	0.083^{ns}	18.1^{ns}	4.08^{ns}	0.657^{ns}
تاریخ کاشت Sowing date (SD)	1	5.33^{ns}	368^{ns}	3.00^{ns}	6745^{**ns}	30.0*	0.129^{ns}
گونه Species (S)	1	28.2^{ns}	82.6^{ns}	1.33^{ns}	38.5^{ns}	168**	3.68*
C×SD	1	31.2**	20.0^{ns}	0.000^{ns}	1.02^{ns}	14.0^{ns}	1.20^{ns}
خطا Error	6	11.8	66.6	2.19	70.8	3.97	0.606
ضریب تغییرات C.V. (%)	11.0	6.60	21.2	21.6	15.5	20.0	26.5

^{ns}،* و **: به‌ترتیب تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **: non-significant and significant at 5 and 1% probability level, respectively.

جدول ۴- اثر متقابل گونه گیاهی و تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی گونه‌های شهری و شیرازی بالنگو در تاریخ کاشت پاییزه و بهاره در شرایط دیم

Table 4- The interaction effect of plant species and sowing date on the quantitative and qualitative characteristics of (*L. iberica*) and (*L royleana* L.) species in autumn and spring sowing dates in dryland condition

تاریخ کاشت Sowing date	گونه‌های گیاهی Plant species	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield (kg ha^{-1})	سبزینگی برگ Leaf greenness
بهاره Spring	*L. iberica*	44.6^{b}	29.4^{d}	47.8^{b}
پاییزه Autumn		49.9^{a}	66.7^{b}	59.4^{a}
بهاره Spring	*L. royleana*	38.7^{c}	47.2^{c}	46.0^{b}
پاییزه Autumn		52.9^{a}	109^{a}	55.0^{a}

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون مقایسه میانگین حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Columns with similar letters are not significantly different from each other based on the mean comparison test of the minimum significant difference at the 5% probability level.

جدول ۵- اثرات ساده گونه گیاهی و تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی گونه‌های شهری و شیرازی بالنگو در تاریخ کاشت پاییزه و بهاره در شرایط دیم

Table 5- Simple effects of plant species and sowing date on quantitative and qualitative characteristics of *(L. iberica*) and (*L. royleana*) species in autumn and spring sowing dates in dryland condition

تیمارها Treatments	تعداد شاخه فرعی Number of sub-branches	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (kg ha^{-1})	درصد موسیلاژ Mucilage percentage (%)	وزن هزاردانه 1000-seed weight (g)	کارایی مصرف آب Water use efficiency (kgha^{-1})
بالنگوی شهری *L. iberica*	6.16^{b}	-	-	-	6.68^{b}	3.48^{a}	-
بالنگوی شیرازی *L. royleana*	13.6^{a}	-	-	-	12.60^{a}	2.38^{b}	-
پاییزه Autumn	-	77.8^{a}	929.5^{a}	1810^{a}		-	0.884^{a}
بهاره Spring	-	30.4^{b}	411.0^{b}	983^{b}		-	0.390^{b}

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون مقایسه میانگین حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Columns with similar letters are not significantly different from each other based on the mean comparison test of the minimum significant difference at the 5% probability level.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار گونه ($p\leq$۰/۰۱) بر درصد موسیلاژ دانه بود (جدول ۳). نتایج نشان داد، در مقایسه هر دو گونه، موسیلاژ بذر گونه شیرازی بیش‌تر از گونه شهری بود. بیش‌ترین درصد موسیلاژ دانه ۱۲/۶۰ درصد در گونه شیرازی و کم‌ترین آن۶/۶۸ درصد در گونه شهری مشاهده شد (جدول ۴). به طور کلی بذرهایی که درصد موسیلاژ و شاخص تورم بالاتری دارند از کیفیت بالاتری برخوردار خواهند بود. محققان تفاوت قابل توجهی در درصد موسیلاژ بین دو نوع بالنگو را گزارش دادند (Abdolahi and Maleki Farahani, 2015). بنابراین بالنگو شیرازی ۸۸/۶ درصد موسیلاژ بیشتری نسبت به بالنگوی شهری دارد. موسیلاژ با افزایش سطح تماس بذر با خاک و در نتیجه افزایش عرضه رطوبت به دانه و به حداقل رساندن از دست دادن آب، عامل مهمی در مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های محیطی به حساب می‌آید (Yang *et al.*, 2010). با توجه به نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک (جدول ۲) که هدایت الکتریکی را ۷/۸۹ دسی زیمنس بر متر

نشان داد، در این مطالعه مشاهد شد که در شرایط شوری ۷/۸۹ دسی زیمنس بر متر، گونه بالنگو شیرازی موسیلاژ بیشتری را در مقایسه با گونه بالنگو شهری دارد. پژوهشگران بیان کردند در شرایط تنش شوری و خشکی موسیلاژ به جوانه‌زنی بذر در تنش خشکی و شوری کمک کرده و نقش مهمی را از نظر اکولوژیکی در چرخه زندگی گیاه بازی می‌کند (Yang *et al.*, 2010).

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد اثر گونه بر وزن هزاردانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که وزن هزار دانه بالنگوی شهری با میانگین ۳/۴۸ گرم نسبت به بالنگوی شیرازی با میانگین ۲/۳۸ گرم، ۴۶/۲۱ درصد بیش‌تر بود (جدول ۵). تفاوت معنی‌دار وزن هزار دانه بین دو گونه گیاهی در شرایط یکسان، مؤید این مطلب است که وزن هزار دانه تحت تأثیر ژنتیک نیز است (Mokari, 2020).

اثر تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۱) بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). بین دو تاریخ کاشت مورد بررسی، ارتفاع بوته در تاریخ کاشت پاییزه با میانگین ۷۷/۸۳ سانتی‌متر نسبت به کاشت بهاره با میانگین ۳۰/۴۱ سانتی‌متر، تقریباً ۱۵۵/۹ درصد بیش‌تر بود (جدول ۵). تغییرات شرایط محیطی مانند دما، مدت روز و رطوبت موجود خاک در طول فصل رشد تحت تأثیر تاریخ کاشت بوده و بر سرعت رشد و ارتفاع گیاه تأثیر می‌گذارد (Zareei Siahbidi *et al.*, 2021). پژوهشگران گزارش دادند که کشت به موقع و وقوع دماهای بهینه در طول دوره رشد رویشی گیاه باعث افزایش ارتفاع آن نسبت به کشت دیررس می‌شود (Faraji, 2003).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳ اثر تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۱) و اثر متقابل گونه و تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۵) بر شاخص برداشت معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که شاخص برداشت در هر دو گونه گیاهی بالنگو در کشت پاییزه بیش‌تر بود. به‌طوری‌که شاخص برداشت در کشت پاییزه گونه شیرازی با میانگین ۵۲/۹۱ درصد افزایش نشان داد، که با میزان شاخص برداشت بالنگو شهری در کشت پاییزه تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد و در کشت بهاره گونه شیرازی با میانگین ۳۸/۷۱ درصد کم‌تر بود (جدول ۴). علت بالاتر بودن شاخص برداشت در تیمار تاریخ کاشت پاییزه را می‌توان به بیش‌تر بودن عملکرد دانه در مقایسه با تاریخ کاشت بهاره نسبت داد (جدول ۵). همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص برداشت با عملکرد دانه (r=۰/۷۰۹**)، صحت این مطلب را تأیید می‌کند (جدول ۶). محققین در آزمایشی در مشهد مشاهده نمودند که شاخص برداشت گیاهان نخود در کاشت بهاره (۱۶ اسفند) نسبت به کاشت پاییزه (۲۴ مهر و ۱۱ آبان)، کم‌تر بود (Nezami and Bagheri, 2005). آن‌ها دلیل احتمالی این کاهش را به افزایش نسبت رشد رویشی به رشد زایشی گیاهان در تاریخ کاشت بهاره مربوط دانستند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) مشخص شد که اثرات تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۱)، گونه ($p\leq$۰/۰۱) و اثر متقابل گونه و تاریخ کاشت ($p\leq$۰/۰۵) بر عملکرد موسیلاژ معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، عملکرد موسیلاژ گونه شیرازی بیش‌تر از گونه شهری بود. عملکرد موسیلاژ گونه شیرازی با میانگین ۱۰۹/۲ گرم در متر مربع در کشت پاییزه با افزایش ۲۷۱/۳ درصدی نسبت به کشت بهاره بالنگو شهری با میانگین ۲۹/۴ گرم در متر مربع به طور معنی‌دار کم‌تر بود (جدول ۴) که با نتایج Ahmadi and Maleki Farahani, 2021 مطابقت داشت.

از آنجایی که تأثیر پارامترهای هواشناسی بر تاریخ‌های مختلف کاشت متفاوت است، آب یک عامل اساسی در مدیریت تولید محصول است. دما، تابش آفتاب و سایر شرایط هواشناسی به تنهایی یا به طور مشترک بر رشد و بهره وری گیاه تأثیر می‌گذارند (Abdolahi and Maleki Farahani, 2015). نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) همچنین بیانگر اثر معنی‌دار تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر کارایی مصرف آب بود. بین دو تاریخ کاشت مورد بررسی، کارایی مصرف آب در تاریخ کاشت پاییزه با میانگین ۰/۸۸۴ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به کاشت بهاره با میانگین ۰/۳۹۰ کیلوگرم بر متر مکعب، تقریباً ۱۲۶/۶ درصد بیش‌تر بود (جدول ۵). این موضوع اهمیت تغییر تاریخ کاشت را به عنوان یک استراتژی سازگاری با تغییرات آب و هوایی برای کاهش تبخیر تعرق نشان می‌دهد (Rahimi Moghaddam *et al.*, 2016). یک مطالعه نشان داد که تاریخ کاشت پاییزه به دلیل دمای پایین تبخیر و تعرق کمتری نسبت به تاریخ کاشت بهاره دارد (Deihimfard and Rahimi Moghadam, 2016). در واقع، کاشت زود هنگام

باعث می‌شود که چرخه رشد در دماهای پایین‌تر به پایان برسد و همین مشکل باعث کاهش تعرق در سطح گیاه و تبخیر سطح خاک می‌شود.

ضریب همبستگی

نتایج همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۶ آورده شده است. عملکرد دانه به ترتیب با صفت‌های کارایی مصرف آب (r= ۱/۰**) و عملکرد بیولوژیک (r=۰/۹۹۲**)، ارتفاع بوته با صفات عملکرد دانه (r=۰/۹۹۶**)، کارایی مصرف آب (r=۰/۹۹۶**) و عملکرد بیولوژیک (r=۰/۹۸۲*)، تعداد شاخه فرعی با عملکرد موسیلاژ (r=۰/۹۸۶*) و درصد موسیلاژ (r=۰/۹۶۲*) همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد. ضریب همبستگی بالا بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد که رشد رویشی خوب و گیاهان با قدرت رشد کافی برای دستیابی به عملکرد بالا مورد نیاز است (Dahie-Zehi *et al.*, 2020). بر اساس یافته‌های مطالعه عبدالهی و همکاران (Abdolahi *et al.*, 2014)، بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و کارایی مصرف آب همبستگی مثبت و معنی‌دار آماری وجود دارد. در مطالعه دیگری، محققان همبستگی مثبت و معنی‌دار آماری بین مقدار آب مصرفی و عملکرد دانه و ارتفاع گیاه پیدا کردند، که نشان می‌دهد میزان آب مصرفی نقش مهمی در افزایش ارتفاع گیاه دارد. بنابراین، همبستگی معنی‌دار بین مقدار آب مصرفی و عملکرد و اجزای عملکرد دانه نشان‌دهنده حساسیت گیاه به افزایش دما و کمبود آب است و پیشنهاد می‌کند که مدیریت بهینه آب در کشت گیاه در نظر گرفته شود (Salamati *et al.*, 2021).

جدول۶- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه گونه‌های شهری و شیرازی بالنگو در تاریخ کاشت پاییزه و بهاره در شرایط دیم

Table 6- Correlation coefficients of studied traits of (*L. iberica*) and (*L. royleana*) species in autumn and spring sowing dates in dryland condition

	سبزینگی برگ (۱) Leaf greenness (1)	تعداد چرخه گل در بوته (۲) Number of inflorescence per plant (2)	تعداد فندقه در چرخه گل (۳) Number of achene per inflorescence (3)	ارتفاع بوته (۴) Plant height (4)	تعداد شاخه فرعی (۵) Number of sub-branches (5)	وزن هزاردانه (۶) 1000-seed weight (6)	عملکرد دانه (۷) Seed yield (7)	عملکرد بیولوژیک (۸) Biologic yield (8)	شاخص برداشت (۹) Harvest Index (9)	درصد موسیلاژ (۱۰) Mucilage percentage (10)	عملکرد موسیلاژ (۱۱) Mucilage yield (11)	کارایی مصرف آب (۱۲) Water use efficiency (12)
1	1											
2	-0.424^{ns}	1										
3	0.55^{ns}	0.503^{ns}	1									
4	-0.090^{ns}	0.848^{ns}	0.871^{ns}	1								
5	-0.055^{ns}	0.652^{ns}	-0.181^{ns}	0.311^{ns}	1							
6	-0.243^{ns}	-0.116^{ns}	0.609^{ns}	0.219^{ns}	-0.828^{ns}	1						
7	-0.081^{ns}	0.806^{ns}	0.911^{ns}	0.996**	0.226^{ns}	0.299^{ns}	1					
8	-0.188^{ns}	0.805^{ns}	0.917^{ns}	0.982*	0.158^{ns}	0.387^{ns}	0.992**	1				
9	0.320^{ns}	0.654^{ns}	0.825^{ns}	0.913^{ns}	0.322^{ns}	0.060^{ns}	0.909^{ns}	0.849^{ns}	1			
10	-0.341^{ns}	0.432^{ns}	-0.552^{ns}	-0.074^{ns}	0.874^{ns}	-0.8260^{ns}	-0.159^{ns}	-0.185^{ns}	-0.160^{ns}	1		
11	-0.050^{ns}	0.909^{ns}	0.413^{ns}	0.797^{ns}	0.820^{ns}	-0.403^{ns}	0.741^{ns}	0.686^{ns}	0.768^{ns}	0.497^{ns}	1	
12	-0.082^{ns}	0.806^{ns}	0.911^{ns}	0.996**	0.224^{ns}	0.302^{ns}	1.0**	0.992**	0.908^{ns}	-0.160^{ns}	0.740^{ns}	1

ns، * و **: به‌ترتیب تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: non-significant and significant at 5 and 1% probability level, respectively.

نتیجه‌گیری کلی

از این پژوهش چنین نتیجه‌گیری می‌شود که عملکرد دانه در کشت پاییزه بیش‌تر از کشت بهاره بود. علت را می‌توان به افزایش کارایی مصرف آب در کشت پاییزه نسبت داد. زیرا همبستگی مثبت و معنی‌دار بین کارایی مصرف آب با عملکرد دانه نشان دهنده حساس بودن گیاه به افزایش دما و کمبود آب و توجه به مدیریت بهینه زراعی در کشت گیاه دارد. از طرف دیگر درصد موسیلاژ در گونه بالنگو شیرازی بیش از بالنگو شهری است که به نظر می‌رسد نوعی واکنش و استراتژی گیاه در شرایط دیم برای افزایش جذب آب و هدایت آن به دانه و

ادامه فرایندهای فیزیولوژیک درون دانه، تولید موسیلاژ بیش‌تر باشد. علاوه بر این با توجه به شرایط شوری خاک در این مطالعه و افزایش موسیلاژ گونه بالنگوی شیرازی نسبت به گونه بالنگو شهری، با این حال ضروری است که تحقیقات مکمل در این زمینه در شرایط مزرعه صورت پذیرد. به طورکلی تاریخ کاشت ۲۹ آبان (کشت پاییزه) به دلیل طولانی بودن فصل، مساعد بودن دما، رطوبت و بارندگی‌های کافی نسبت به ۸ اسفند (کشت بهاره) را می‌توان برای هر دو گونه بالنگو شیرازی و شهری تحت شرایط خشک و نیمه‌خشک مناسب دانست.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

References

Abdolahi, M. and Maleki Farahani, S., 2015. Evaluation of seed yield, mucilage and protein of different species and ecotypes of balangu (Lallemantia sp.) under drought stress. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 31,* pp.676-678. [In Persian]. **doi: org/10.22092/ijmapr.2015.102684**

Abdolahi, M., Maleki Farahani, S., Fotukian, M.H. and Hasanzadeh Gorttapeh, A., 2014. Evaluation of yield, yield components and water use efficiency of shahri and shirazi balangu (Lallemantia sp) under drought stress for irrigation management. *Journal of Water and Irrigation Management, 3,* pp.103-120. [In Persian]. **doi: org/10.22059/jwim.2014.50045**

Ahmadi, R. and Maleki Farahani, S., 2021. Effects of sowing date and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics, and nitrogen efficiency in *Lallemantia iberica* (M.Bieb.) Fisch. & C.A.Mey. and *Lallemantia royleana* (Benth.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 37,* pp.65-82. [In Persian]. **doi: org/10.22092/ijmapr.2021.351894.2864**

Amanzadeh, Y., Khosravi Dehaghi, N., Gohari, A., Monsef-Esfahani, H. and Sadat Ebrahimi, S., 2011. Antioxidant activity of essential oil of Lallemantia iberica in flowering stage and post-flowering stage. *Research Journal of Biological Sciences, 6,* pp.114-117.

Anjum, S., Wang, L., Farooq, M., Khan, I. and Xue, L., 2011. Methyl jasmonate-induced alteration in lipid peroxidation, antioxidative defence system and yield in soybean under drought. *Journal of Agronomy and Crop Science, 197,* pp.296-301. **doi: org/10.1111/j.1439-037x.2011.00468.x**

Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H.L., Waskom, R.M., Niu, Y. and Siddique, K.H., 2016. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agronomy for Sustainable Development, 36,* pp.1-21. **doi: org/10.1007/s13593-015-0338-6**

D'Antuono, L., Moretti, A. and Lovato, A.F.S., 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil contentand composition of Nigella sativa L. and Nigella damascena L. *Industrial Crops and Products, 15,* pp.59-69. **doi: org/10.1016/s0926-6690(01)00096-6**

Dahie-Zehi, F., Ramroudi, M. and Raissi, A., 2022. Investigation of Some Morphological Traits, Yield, Yield Components, and Oil Percentage of Sesame Genotypes under Drought Stress Conditions. *Journal of Crops Improvement, 24,* pp.41-51. [In Persian]. **doi: org/10.22059/jci.2021.316826.2499**

Deihimfard, R. and Rahimi Moghadam, S., 2016. Assessing the yield of spring and autumn-sown sugar beet in Mashhad and Neyshabor, Khorasan using a simulation model. *Journal of Plant Production, 22,* pp.157-180.

[In Persian].

Ebadi, M.T., Azizi, M., Omidbaigi, R. and Hasanzadeh khayat, M., 2010. Effect of sowing date and harvest frequency on flower yield, essential oil percent and composition of chamomile (*Matricaria recutita* L.) CV. Presov. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *26*, pp.213-226. [In Persian].

doi: org/10.1055/s-0030-1264356

Elmendorf, S.C., Henry, G.H., Hollister, R.D., Fosaa, A.M., Gould, W.A., Hermanutz, L., Hofgaard, A., Jonsdottir, I.S., Jorgenson, J.C. and Levesque, E., 2015. Experiment, monitoring, and gradient methods used to infer climate change effects on plant communities yield consistent patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*, pp.448-452. **doi: org/10.1073/pnas.1410088112**

Farahani pad, P., Paknejad, F., Fazeli, F., Ilkaee, M.N. and Davoodi fard, M., 2012. Effect of sowing date on dry matter and yield components in four soybean cultivars. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8,* pp.203-212. [In Persian].

Faraji, A., 2003. Effect of sowing date and plant density on rapeseed varieties. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *5*, pp.64-73. [In Persian].

Hajmohammadnia Ghalibaf, K., Bannayan Aval, M., Rashed Mohassel, M.H., Valaei, N., Yaghoubi, F. and Rashidi, Z., 2020. Effects of Sowing Date and Deficit Irrigation on Water Use Efficiency of Cumin (*Cumin Cyminum* L.) at two different Densities in Mashhad Conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research, 18,* pp.213-224. [In Persian].

He, W., Yang, J.Y., Qian, B., Drury, C.F., Hoogenboom, G., He, P., Lapen, D. and Zhou, W., 2018. Climate change impacts on crop yield, soil water balance and nitrate leaching in the semiarid and humid regions of Canada. *Plos one, 13.* **doi: org/10.1371/journal.pone.0207370**

Herbingr, K., Tausz, M., Wonisch, A., Soja, G., Sorger, A. and Grill, D., 2002. Complex interactive effects of drought and ozone stress on the antioxidant defense system of two wheat cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry, 40,* pp.691-696. **doi: org/10.1016/s0981-9428(02)01410-9**

Ion, V., Basa, A.G., Sandoiu, D.I. and Obrisca, M., 2011. Results regarding biological characteristics of the species Lallemantia iberica in the specific conditions from south Romania. *Scientific Papers, UASVM Bucharest*, *54,* pp.275-280.

Kalyanasundaram, N.K., Patel, P.B. and Dalal, K.C., 1982. Nitrogen need of *Plantago ovata* Forsk in relation to the available nitrogen in soil. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, *52*, pp.240-242.

Karimi Jalilehvandi, T., Maleki Farahani, S. and Rezazadeh, A., 2020. Effects of sowing date and chemical fertilizer on the flavonoid content and quantitative and qualitative characteristics of lady's mantle (*Lallemantia royleana* Benth.) seed. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 35, pp.1059-1075. **doi: org/10.22092/ijmapr.2020.122860.2368**

Karimi Jalilehvandi, T., Maleki farahani, S. and Rezazadeh, A.R., 2017. Effects of sowing date and chemical fertilizer on seed vigor and qualitative and quantitative characteristics of Lady's mantle (*Lallemantia royleana* Benth.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants,* 33, pp. 126-138. [In Persian]. **doi:**

org/10.22092/ijmapr.2017.109717

Khamdi, N., Nezami, A. and Bagheri, A.R., 2009. Effect of autumn sowing on phenology and morphology of cold hardy lentils (*Lens culinaris* Medik.) in Mashhad conditions. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 2,* pp.39-51. [In Persian]. **doi: org/10.22077/escs.2009.51**

Mokari, M., 2021. Investigation the Effect of Changing the Irrigation Method on the Harvest Index and Water Productivity of Two Wheat Cultivars with the Use of Nitrogen Fertilizer. *JWSS-Isfahan University of Technology, 24,* pp.141-158. [In Persian]. **doi: org/10.47176/jwss.24.4.22993**

Nezami, A. and Bagheri, A., 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring sowing: I-phenology and morphology. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *3,* pp.143-155. [In Persian].

Nezami, A., Korramdel, S., Nassiri-Mahallati, M. and Mohammad-Abadi, A.A., 2009. Effect of sowing dates on cumin (*Cuminum cyminum* L.) landraces in Mashhad conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences, 2,* pp.1-13. [In Persian]. **doi: org/10.22077/escs.2009.10**

Overeem, A., Buisman, G.J.H., Derksen, J.T.P., Cuperus, F.P., Molhoek, L. and Grisnich, W., 1999. Seed oils rich in linolenic acid as renewable feedstock for environment-friendly crosslinkers in powder coatings. *Industrial Crops and Products, 10,* pp.157-165. **doi: org/10.1016/S0926-6690(99)00018-7**

Qiu, G.Y., Wang, L., He, X., Zhang, X., Chen, S., Chen, J. and Yang, Y., 2008. Water Use Efficiency and Evapotranspiration of Winter Wheat and Its Response to Irrigation Regime in the North China Plain. *Agricultural and Forest Meteorology, 148,* pp.1848–1859. **doi: org/10.1016/j.agrformet.2008.06.010**

Rahimi Moghaddam, S., Kambouzia, J. and Deihimfard, R., 2016. Investigating the maize (*Zea mays* L.) water use efficiency in hot areas under climate change conditions. *Environmental Sciences, 14,* pp.27-40. [In Persian].

Salamati, S., Danaie, A. and Behbahani, L., 2021. Comparison and Evaluation of the Effects of Different Levels of Tape Drip Irrigation on Yield and Water Use Efficiency of Two Local Behbahan and Shevin Sesame Varieties. *Journal of Water and Soil Science, 25,* pp.13-24. [In Persian]. **doi: org/10.47176/jwss.25.2.26986**

Samimifar, P., Shafagh kolvanagh, J., Dabbagh mohammadi nassab, A. and Raei, Y., 2019. Evaluation of Grain Yield and Oil and Protein of 49 dragon's Head (*Lallemantia iberica* Fisch. E Mey) Ecotype at East Azarbaijan. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29,* pp.159-174. [In Persian].

Sarkees, N.A. and Tahir, D.S.H., 2016. Seed yield and oil content of safflower as affected by genotypes and sowing dates. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 47,* pp.56-65.

Tabatabaie, R., Amini Dehaghi, M., Shahmoradi, M. and Kaviani Ahangar, F., 2011. Effects of Sowing Date and Different Amounts of Nitrogen Fertilizer on the Yield and Yield Components of Two Marigold Varieties (Calendula Officinalis). *Daneshe Zeraat,* 3, pp.103-118. [In Persian].

Torabi, H., Naghdibadi, H.A, Omidi, H., Amirshekari, H. and Miransari, M., 2008. Effects of soil tillage, canola (Brassica napus L.) cultivars and sowing date on canola yield, and oil and some biological and physical properties of soil. *Archives of Agronomy and Soil Science, 54,* pp.175-188. **doi: org/10.1080/03650340701814292**

Yadollahi, P., Asgharipour, M.R., Marvane, H., Kheiri, N. and Amiri, A., 2017. The effects of drought stress on grain and oil yield of two cultivars on sunflower. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, *1*, 65-76. [In Persian].

Yang, X., dong, M. and huang, Z., 2010. Role of mucilage in the germination of Artemisia sphaerocephala achens exposed to osmotic stress and salinity. *Plant Physiology and Biochemistry*, *48*, pp.131-135. **doi: org/10.1016/j.plaphy.2009.12.006**

Zareei Siahbidi, A., Rezaizad, A., Asgari, A. and Shiranirad, A.H., 2021. Investigation of the Effect of Delayed Sowing Date on some Agronomic Characteristics of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars in Kermanshah. *Plant Production Technology*, *13*, pp.105-118. [In Persian].

Zhang, X., Chen, S., Liu, M., Pei, D. and Sun, H., 2005. Improved Water Use Efficiency Associated with Cultivars and Agronomic Management in the North China plain. *Agronomy Journal*, *97*, pp. 783–790. **doi: org/10.2134/agronj2004.0194**

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 6, Issue 4, Winter 2024, P. 311-324

Yield comparison and agronomic properties of Dragon's head (*Lalelemantia iberica* L.) and Lady's mantle (*Lalelemantia royleana* L.) under dry land farming in autumn and spring sowing

Nasrullah Abbasi Dehkord[1], Saeideh Maleki Farahani[2*], Maryam Mirdoraghi[3]

[1] M.Sc Student, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
[2] Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
[3] Ph. D Student, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
[*] Corresponding Author: maleki@shahed.ac.ir

Received: 7 November 2023 Accepted: 16 July 2024 **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.424183.1378**

Abstract

Introduction: The dragon's head, with the scientific name *Lallemantia* sp, is one of the medicinal plants of the mint family (*Lamiaceae*). Dragon's head is a plant that has various uses due to its medicinal and industrial properties as well as its use in agriculture. This plant is used in sustainable agriculture in arid and semi-arid regions of Iran. Drought is one of the most important issues in the cultivation of medicinal plants in arid and semi-arid conditions. Because one of the factors that may have a significant adverse effect on plant growth is water scarcity. In contrast, the ability of plant species to tolerate water deficit and wet conditions varies, and this characteristic is usually used to identify drought-tolerant species. Dragon's head ability to produce in dry conditions shows the flexibility and adaptability of this plant in drought stress conditions. In summary, weather conditions greatly impact the production and effectiveness of medicinal plants by affecting the levels of active substances. Changes in sowing dates influence plant density and water availability during growth. Effective irrigation planning, considering factors like water use efficiency, seed yield, and overall water utilization, is crucial for maximizing plant growth and economic performance. By considering weather conditions, adjusting sowing dates, and implementing efficient water management strategies, farmers can enhance water use efficiency, economic performance, and the overall quality of medicinal plant production. Considering the lack of information about the response of different dragon head species in autumn and spring sowing under arid and semi-arid conditions, the present study was conducted to investigate the effect of sowing date on yield and quantitative and qualitative traits of dragon's head (*L. iberica*) and lady's mantle (*L. royleana*) in dry and semi-dry conditions.

Materials and Methods: To investigate the effect of planting date on the yield, quantitative and qualitative traits of the dragon's head *(L. royleana and L. iberica)* under dryland condition, a factorial experiment was conducted in the form of a randomized complete block design in three replications. The first factor was two types of *Lallemantia* (*L. royleana* and *L. iberica*), and the second factor was the planting date (November 29 and March 8, respectively, as autumn and spring sowing).

Results and Discussion: The results showed that the simple effect of species on the thousand seed weight at the 5% probability level, number of sub-branches was significant, mucilage percentage and mucilage yield at the 1% probability level. So, the number of sub-branches and mucilage percentage in *L. royleana* increased by 121.7% and 88.6%, respectively, compared to *L. iberica*. Also, by examining the simple effect of sowing date (autumn and spring), the number of sub-branches increased at the 5% probability level. Plant height, seed yield, biological yield, harvest index, mucilage yield, and water use efficiency increased at the 1% probability level at the autumn sowing date compared to the spring sowing date. In this regard, grain yield and water use efficiency on the

autumn sowing date showed an increase of 125.8% and 126.6%, respectively, compared to the spring sowing date. In addition, the mucilage yield and harvest index in the autumn sowing of *L. royleana* were 271.3% and 36.6% higher, respectively, than the spring sowing of *L. iberica.*
Conclusions: In general, the sowing date of 29 November (autumn sowing) due to the length of the season, favorable temperature, humidity, and sufficient rainfall compared to 8 March (spring sowing) can be considered suitable for both (*L. royleana* and *L. iberica*) dragon's head species under dryland condition. In addition, considering the soil salinity conditions in this study and the increase in mucilage of *L. royleana* species compared to the *L. iberica* species, it is necessary to carry out additional research in field condition.

Keywords: Drought stress, Medicinal plant, Mucilage, Spring sowing, Water use efficiency