University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Investigating and Comparing 49 Ecotypes of Dragon's Head (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey.) in Terms of Yield and Yield Components in East Azerbaijan Region

Jalil Shafagh-Kolvanagh[1]✉ | Adel Dabbagh Mohammadi-Nassab[2] | Yaegoob Raei[3] | Mina Amani[4] | Payvand Samimifar[5]

1. Corresponding Author, Plant Ecophysiology Department, Field of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: Shafagh@tabrizu.ac.ir
2. Plant Ecophysiology Department, Field of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: Adeldabb@tabrizu.ac.ir
3. Plant Ecophysiology Department, Field of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: Yaegoob@tabrizu.ac.ir
4. Physiology of production and post-harvest of horticultural plants, Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: Minaamani@tabrizu.ac.ir
5. Crop Physiology, Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: PayvandSamimifar@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 26 September 2023
Received in revised form
10 November 2024
Accepted 15 November 2024
Published online 30 December 2024

Keywords:
1000 grain weight
Biological yield
Dry herbage yield
Harvest index

ABSTRACT

Objective: The significant importance of identifying, studying, evaluating, and conserving native ecotypes of medicinal plants as part of human heritage, along with the collection of cultivated medicinal plants and the ecological assessment of their native ecotypes, makes the introduction of their compatible ecotypes to farmers a necessity. The purpose of this research was to investigate the ecotypes of common Dragon's head in the region in terms of performance and performance components.

Methods: In order to evaluate the features related to the yield and yield components of 49 ecotypes of Dragon's head collected from different regions of the country, a research in the form of a randomized complete block design with 3 replications. The most important traits measured were the number of capsules in the main and secondary stems, the number of seeds per flower cycle in the main and secondary stems, the number of seeds per plant, the weight of 1000 seeds, biological yield, dry herbage yield and seed yield per unit area and seed harvest index.

Results: Based on the results of the mean comparison, the ecotypes from Alvar Bostanabad village with an average of 116.3 g/m^2, Tabriz 4 with an average of 107.7 g/m^2, and the local ecotype Kolavank 14 with an average of 101.7 g/m^2 had the highest grain yield per unit area. These results indicate the high potential of these ecotypes for grain production and their adaptability to the climatic and soil conditions of the region. The high performance of these ecotypes may be attributed to their genetic characteristics, adaptability to environmental conditions, and appropriate agricultural management. Additionally, the ecotype from Param 2 in Haris and the Zanjan ecotype achieved the highest thousand-grain weights, with averages of 418.5 g and 385.5 g, respectively, among the studied ecotypes. This characteristic not only reflects the high quality of the grains produced by these ecotypes but may also positively impact the final quality of the products and their marketability. Thousand-grain weight is an important indicator in assessing grain quality and can assist farmers in selecting the best ecotypes for cultivation.

Conclusion: Based on the results of this research, the ecotypes from Alvar Bostanabad village, Tabriz 4, and Kolvanagh14 have been identified as the best options in terms of grain yield. These ecotypes, by providing the highest grain yield per unit area, demonstrate their high adaptability to the environmental and climatic conditions of the Tabriz region. Additionally, the ecotypes Tabriz 3, Leilab Varzeqan village, and Alvar Bostanabad village exhibited the highest performance in terms of dry biomass yield and yield components. These results emphasize that these ecotypes can be recognized not only for grain production but also as the most suitable and compatible options for cultivation in the city of Tabriz. Identifying these ecotypes can assist farmers in selecting the best varieties for cultivation, leading to improved agricultural performance and increased productivity in the region. Overall, this research can serve as a solid foundation for future studies and agricultural planning aimed at enhancing agricultural production in the Tabriz area.

Cite this article: Shafagh-Kolvanagh, J., Dabbagh Mohammadi-Nassab, A., Raei, Y., Amani, M., & Samimifar, P. (2024). Investigating and Comparing 49 Ecotypes of Dragon's Head (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey.) in Terms of Yield and Yield Components in East Azerbaijan Region. *Journal of Crops Improvement*, 26 (4), 905-923.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.365786.2853

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.365786.2853

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

بررسی و مقایسه ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey.) از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در منطقه آذربایجان‌شرقی

جلیل شفق کلوانق[۱ ✉] | عادل دباغ محمدی‌نسب[۲] | یعقوب راعی[۳] | مینا امانی[۴] | پیوند صمیمی‌فر[۵]

۱. نویسنده مسئول، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: Shafagh@tabrizu.ac.ir
۲. گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: adeldabb@tabrizu.ac.ir
۳. گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: yaegoob@tabrizu.ac.ir
۴. گروه علوم و مهندسی باغبانی، گرایش فیزیولوژی تولید و پس از برداشت گیاهان باغی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: minaamani@tabrizu.ac.ir
۵. گروه فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: samimifarpeyvand@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰

چکیده

هدف: اهمیت زیاد شناسایی، مطالعه، ارزیابی و حفاظت از اکوتیپ‌های بومی گیاهان دارویی به‌عنوان میراث بشری، جمع‌آوری گیاهان دارویی زراعی و ارزیابی اکولوژیکی اکوتیپ‌های بومی آن‌ها و معرفی اکوتیپ‌های سازگار آن‌ها برای کشاورزان یک ضرورت محسوب می‌گردد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری رایج در منطقه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد بود.

روش پژوهش: به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری (قره زَرَک) جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف کشور، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طی سال‌های ۹۵ و ۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید. مهم‌ترین صفات اندازه‌گیری‌شده شامل تعداد کپسول در ساقه اصلی و فرعی، تعداد دانه در هر چرخه گل در ساقه اصلی و فرعی، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک و عملکرد دانه در واحد سطح و شاخص برداشت دانه بود.

یافته‌ها: براساس نتایج مقایسه میانگین، اکوتیپ‌های روستای الوار بستان‌آباد با میانگین ۱۱۶/۳ گرم در مترمربع، تبریز ۴ با میانگین ۱۰۷/۷ گرم در هر مترمربع و توده محلی کلوانق ۱۴ با میانگین ۱۰۱/۷ گرم در هر مترمربع دارای بیش‌ترین عملکرد دانه در واحد سطح بودند. این نتایج نشان‌دهنده پتانسیل بالای این اکوتیپ‌ها در تولید دانه و سازگاری آن‌ها با شرایط اقلیمی و خاکی منطقه است. عملکرد بالای این اکوتیپ‌ها می‌تواند به دلیل ویژگی‌های ژنتیکی، سازگاری با شرایط محیطی و مدیریت زراعی مناسب باشد. هم‌چنین، اکوتیپ روستای پارام ۲ هریس و اکوتیپ زنجان به‌ترتیب با میانگین ۵/۴۱۸ گرم و ۵/۳۸۵ گرم، بالاترین وزن هزاردانه را در بین اکوتیپ‌های موردمطالعه به خود اختصاص دادند. این ویژگی نه‌تنها نشان‌دهنده کیفیت بالای دانه‌های تولیدی این اکوتیپ‌هاست، بلکه می‌تواند به تأثیر مثبت بر روی کیفیت نهایی محصولات و بازارپسندی آن‌ها منجر شود. وزن هزاردانه یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت دانه است و می‌تواند به کشاورزان در انتخاب بهترین اکوتیپ‌ها برای کشت کمک کند.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج حاصل از این پژوهش، اکوتیپ‌های روستای الوار بستان‌آباد، تبریز ۴ و کلوانق ۱۴ به‌عنوان بهترین گزینه‌ها از نظر صفت عملکرد دانه شناسایی شدند. این اکوتیپ‌ها با ارائه بالاترین میزان عملکرد دانه در واحد سطح، نشان‌دهنده توانایی بالای خود در سازگاری با شرایط محیطی و اقلیمی منطقه تبریز هستند. هم‌چنین، اکوتیپ‌های تبریز ۳، روستای لیلاب ورزقان و روستای الوار بستان‌آباد از نظر صفت عملکرد پیکره رویشی خشک، دارای بیش‌ترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه بودند. این نتایج تأکید می‌کند که این اکوتیپ‌ها نه‌تنها از نظر تولید دانه، بلکه از جنبه‌های دیگر نیز می‌توانند به‌عنوان مناسب‌ترین و سازگارترین گزینه‌ها برای کشت در شهر تبریز شناخته شوند. شناسایی این اکوتیپ‌ها می‌تواند به کشاورزان در انتخاب بهترین گونه‌ها برای کشت کمک کند و بهبود عملکرد زراعی و افزایش بهره‌وری در منطقه را به‌همراه داشته باشد.

کلیدواژه‌ها:
شاخص برداشت
عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک
عملکرد بیولوژیکی
وزن هزاردانه

استناد: شفق کلوانق، جلیل؛ دباغ محمدی‌نسب، عادل؛ راعی، یعقوب؛ امانی، مینا و صمیمی‌فر، پیوند (۱۴۰۳). بررسی و مقایسه ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey.) از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در منطقه آذربایجان‌شرقی. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۴)، ۹۰۵-۹۲۳.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.365786.2853

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

با پیشرفت علم و توجه جهانیان به تأثیر زیان‌بار استفاده از ترکیبات شیمیایی و مواد سنتتیک، جهان دوباره به استفاده از فرآورده‌های گیاهی روی آورده است، به‌طوری‌که گفته می‌شود قرن بیست‌ویکم، قرن گیاهان دارویی است. رویکرد انسان به فرآورده‌های دارویی گیاهان، پیشینه عمیقی دارد، ولی از حدود نیمه دوم قرن بیستم، مسئله افزایش تولید این فرآورده‌ها در سطح مزارع، شکل عملی نو به خود گرفت و بهره‌وری از گیاهان دارویی کشت‌شده، جایگاه تازه و بی‌سابقه‌ای یافته است (شفق کلوانق[1] و همکاران، ۲۰۲۲). از این‌رو، امروزه با توجه به عوارض جانبی داروهای شیمیایی، مصرف داروهای گیاهی در حال افزایش است و کشت‌وکار وسیع گیاهان دارویی از برنامه‌های کشورهای پیشرفته جهان است (اکبرپور[2] و همکاران، ۲۰۲۱؛ رسول[3] و همکاران، ۲۰۲۰).

با توجه به جمعیت رو به افزایش بشر و از بین‌رفتن اعتدال محیطی، به‌کارگیری روش‌های علمی مؤثر در تولید هرچه بیش‌تر محصولات زراعی و ایجاد تنوع بیش‌تر در آن، امری ضروری محسوب می‌گردد (ژانگ[4] و همکاران، ۲۰۲۳). کشاورزی پایدار سودمندترین نحوه استفاده از انرژی خورشید و تبدیل آن به محصولات کشاورزی است که بدون تخریب خاک، آب و محیط زیست انجام می‌گیرد (فخر[5] و همکاران، ۲۰۱۹). رویکرد جهانی به استفاده از گیاهان دارویی و ترکیب‌های طبیعی در صنایع دارویی، آرایشی–بهداشتی و غذایی و به‌دنبال آن توجه مردم، مسئولین و صنایع داخلی به استفاده از گیاهان دارویی و معطر نیاز مبرم به پژوهش‌های وسیعی را در این زمینه نمایان می‌سازد (اکبرپور[6] و همکاران، ۲۰۲۱). گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشند. تنوع آب‌وهوا و شرایط اکولوژیکی مختلف، باعث تنوع و غنای گیاهان دارویی در سراسر ایران شده است. لزوم پژوهش‌های همه‌جانبه و بهره‌برداری صحیح از این گیاهان، به‌ویژه در زمانی‌که استفاده جهان از گیاهان دارویی در صنایع دارویی، آرایشی–بهداشتی و غذایی شتاب گرفته، بسیار ضروری است (نظامی‌وند چگینی و همکاران، ۱۴۰۰).

در این راستا اهمیت زیاد شناسایی، مطالعه، ارزیابی و حفاظت از اکوتیپ‌های بومی گیاهان دارویی به‌عنوان میراث بشری، جمع‌آوری گیاهان دارویی زراعی و ارزیابی اکولوژیکی اکوتیپ‌های بومی آن‌ها و معرفی اکوتیپ‌های سازگار آن‌ها برای کشاورزان یک ضرورت محسوب می‌گردد. عمده مناطق ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. این عامل باعث می‌شود که مسئله کم‌آبی در کنار سوء مدیریت آب، به‌عنوان معضل اساسی در بخش کشاورزی مطرح شود، بنابراین تأمین آب موردنیاز گیاه زراعی به‌عنوان یک عامل محدودکننده عملکرد، عمل می‌کند (شالتوکی[7] و همکاران، ۲۰۲۱). در چنین شرایطی یکی از راه‌کارهای زراعی برای جلوگیری از کاهش عملکرد در مناطق کم‌آب استفاده از گیاهان مقاوم یا با کارایی مصرف آب بالا می‌باشد. گیاه بالنگوی شهری[8] به‌دلیل نیاز آبی کم و یا به‌عبارت دیگر توقع آب کم، دوره رشد کوتاه در حدود ۹۵–۸۰ روز، برای شرایط اقلیمی کشور به‌ویژه آذربایجان، می‌تواند مفید باشد (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۱؛ شفق کلوانق[9] و همکاران، ۲۰۲۲؛ زنگنه[10] و همکاران، ۲۰۲۱؛ الصنافی[11]، ۲۰۱۹).

1. Shafagh-Kolvanagh
2. Akbarpour
3. Rasool
4. Zhang
5. Fakhar
6. Akbarpour
7. Shaltouki
8. *Lallemantia iberica* Fisch. et Mey.
9. Shafagh-Kolvanagh
10. Zanganeh
11. Al-Snafi

۲. پیشینهٔ پژوهش

تنوع زیستی از مهم‌ترین عناصر پایداری در بوم‌نظام‌ها بوده و با فعال‌کردن فرایندهای درون‌نظامی باعث ارتقای ساختار و کارکرد هر بوم‌نظام می‌شود (شالتوکی[1] و همکاران، ۲۰۲۱). بخشی از تنوع زیستی که به‌طور مستقیم توسط انسان ایجاد و یا مدیریت می‌شود تنوع زیستی کشاورزی است که بنا به تعریف، به تنوع زیستی موجود در بوم‌نظام‌های کشاورزی اطلاق می‌شود و عبارت است از تنوع گوناگونی موجودات زنده‌ای که در سطح وسیع در کشاورزی و تولید غذا اهمیت دارند و مورداستفاده قرار می‌گیرند (پاندی[2] و همکاران، ۱۹۸۳). در برخی منابع تنوع زیستی را مرکز ثقل کشاورزی پایدار مطرح نموده‌اند، زیرا از این طریق امکان تولید بیش‌تر و با کیفیت بهتر منابع غذایی برای جمعیت روبه‌رشد بشری فراهم می‌گردد، از منابع طبیعی که کشاورزی بدان‌ها وابسته است حفاظت می‌کند و در مجموع سبب تقویت و ارتقای رفاه اجتماعی جوامع کشاورزی می‌شود (سیروس‌مهر[3] و همکاران، ۲۰۰۸). تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های کشاورزی علاوه بر تولید تعدادی کالاها مانند غذا، الیاف، دارو، سوخت و درآمد، تعدادی خدمات اکولوژیکی نیز فراهم می‌کند (فجینمی[4] و همکاران، ۲۰۲۳). این خدمات در بوم‌نظام به‌طور عمده بیولوژیکی بوده و بنابراین، تداوم آن‌ها متکی به حفظ تنوع زیستی است (اکبرپور[5] و همکاران، ۲۰۲۱). با ازبین‌رفتن این خدمات طبیعی که به‌طور عمده ناشی از ساده‌سازی بیولوژیکی است، هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی افزایش خواهد یافت. به‌عنوان‌مثال، با حذف این خدمات بیولوژیکی در کشاورزی، هزینه تأمین نهاده‌های خارجی و به‌ویژه نهاده‌های شیمیایی برای بوم‌نظام کشاورزی افزایش می‌یابد (عبدلی، ۱۳۹۶). سود تنوع زیستی کشاورزی از تفاوت‌های موجود در تولید گونه‌ها، قیمت محصولات آن‌ها، نیازهای تغذیه‌ای، واکنش به تنش‌ها و نقش بیولوژیکی آن‌ها در کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها حاصل می‌شود (اولد[6] و همکاران ۱۹۸۸). مجموع عوامل ذکرشده منجربه کاهش ریسک در بوم‌نظام زراعی شده و به برگشت‌پذیری و پایداری بوم‌نظام کمک می‌کنند. با توجه به آنچه که مطرح شد ضرورت ایجاد، حفظ و ارتقای تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های کشاورزی بیش از پیش احساس می‌شود (آقایی قراچورلو[7] و همکاران، ۲۰۱۳). بر این اساس نقش گیاهان دارویی به‌ویژه گونه‌های بومی در ایجاد و افزایش تنوع در بوم‌نظام‌های کشاورزی، از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا برخی از گیاهان دارویی بومی در زمره گیاهان فراموش‌شده و کم بهره‌برداری‌شده‌ای هستند که در زمین‌های حاشیه‌ای و شرایط تنش قادر به حفظ پایداری تولید هرچند با عملکرد کم هستند و نقش مهمی در اقتصاد و درآمدزایی مردم این نواحی ایفا می‌کنند (قلی‌زاده خواجه، ۱۳۹۵). لازم به ذکر است هرچند کشت گیاهان دارویی در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران در گذشته مرسوم بوده است، اما در حال حاضر بسیاری از این گونه‌ها در گروه گیاهان فراموش‌شده و کم‌بهره‌برداری‌شده قرار گرفته‌اند و جایگاه مناسب خود را در الگوی کشت بوم‌نظام‌های کشاورزی کشور پیدا نکرده‌اند (شفق کلوانق[8] و همکاران، ۲۰۲۲).

بالنگوی شهری[9] متعلق به تیره نعناعیان است (صمدی[10]، ۲۰۰۷؛ حیدرزاده[11] و همکاران، ۲۰۲۳). ارزیابی توده‌های بومی از نظر پراکنش، شرایط اکولوژیکی، نحوه استفاده و شناسایی مواد مؤثره، بررسی روش‌های نوین در کشت و اهلی‌کردن گیاهان دارویی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا استفاده از گیاهان وحشی، جوابگوی نیاز صنایع داروسازی نخواهد بود، هم‌چنین برداشت این

1. Shaltouki
2. Pandey
3. Sirus Mehr
4. Fajinmi
5. Akbarpour
6. Auld
7. Aghaei-Gharachorlou
8. Shafagh-Kolvanagh
9. *Lallemantia iberica* Fisch. et Mey.
10. Samadi
11. Heydarzadeh

گیاهان از رویشگاه‌های طبیعی موجب نابودی ذخایر پرارزش ژنتیکی خواهد شد (فخر[1] و همکاران، ۲۰۱۹؛ مداحی[2] و همکاران، ۲۰۲۲). توده‌های بومی به دلایل سازشی که در طی دوره تکاملی خود در زیستگاه طبیعی خود کسب کرده‌اند، دارای ژن‌های مطلوبی مانند ژن‌های مقاومت به خشکی، شوری و مقاومت به آفات و بیماری‌ها شده‌اند. تنش‌های محیطی سبب بروز دامنه وسیعی از تغییر بیان ژن و متابولیسم سلول تا تغییر در سرعت رشد و عملکرد محصولات می‌شوند (مسلمی و همکاران، ۱۴۰۱). گیاهان دارویی و معطر به لحاظ کسب درآمد دارای اهمیت ویژه‌ای بوده و در چند سال اخیر به‌دلیل مشخص‌شدن عوارض ثانویه داروهای شیمیایی توجه بیش‌تری به این گیاهان شده است (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از دلایل تولید کم محصولات دارویی در کشور ما و در کشورهای درحال‌توسعه به‌صورت زراعی، کمبود اطلاعات در زمینه مدیریت به‌زراعی و به‌نژادی گیاهان است. کمبود اطلاعات در زمینه به‌نژادی و به‌زراعی روی گیاهان دارویی در ایران صدمات جبران‌ناپذیری به تولیدکنندگان این گیاهان که تجربه کافی نداشته وارد کرده و یا باعث شده که این گیاهان اقتصادی نباشند (نظامی‌وند چگینی و همکاران، ۱۴۰۰). در کشاورزی متداول، گیاهان گاهی فقط عملکرد بالا و گاهی کیفیت مطلوبی پیدا می‌کنند. شناخت عوامل افزایش کمیت و کیفیت امری ضروری است که باتوجه‌به نوع گیاه می‌تواند برای دستیابی به حد مطلوب موردملاحظه قرار گیرد (شفق کلوانق[3] و همکاران، ۲۰۲۲)؛ در همین راستا، در این پژوهش سعی شده است که اکوتیپ‌های بالنگوی شهری رایج در منطقه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد موردارزیابی قرار گرفته و مناسب‌ترین اکوتیپ‌ها برای منطقه شناسایی و معرفی شوند و در صورت نیاز در برنامه‌های اصلاحی موردتوجه قرار گیرند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

۳. ۱. خصوصیات اقلیمی و مشخصات محل آزمایش

توده‌های بومی گونه‌های زراعی و دارویی موجود در طبیعت علاوه بر ایجاد تنوع در اکوسیستم‌های طبیعی نقش بارزی در تغذیه و سلامت بشر و سایر موجودات دارند که در راستای نیل به این هدف و به‌منظور مطالعه برخی از ویژگی‌های مرتبط با سازگاری اکولوژیکی و زراعی در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری، درجهت شناسایی اکوتیپ‌های برتر، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به‌مدت دو سال زراعی ۹۵ و ۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید. این مکان در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز در ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان در ارتفاع ۱۳۶۰ متری از سطح دریا، در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی واقع شده است. براساس اطلاعات هواشناسی، این منطقه جزو اقلیم‌های نیمه‌استپی و نیمه‌خشک سرد محسوب می‌شود. در این منطقه بارندگی در فصل تابستان خیلی به‌ندرت اتفاق می‌افتد، به‌همین دلیل دارای فصل خشک در تابستان می‌باشد، در کل می‌توان گفت دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم می‌باشد و دما در زمستان کم‌وبیش سرد و تا زیر صفر تنزل می‌کند.

۳. ۲. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

نوع خاک محل انجام پروژه براساس اصول صحیح نمونه‌برداری و آزمایش‌های خاک انجام‌گرفته، لومی- شنی بوده و نتایج حاصل از تجزیه آن به شرح جدول (۱) می‌باشد.

1. Fakhar
2. Maddahi
3. Shafagh-Kolvanagh

جدول ۱. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	شن (درصد)	ماده آلی (درصد)	آهک (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل‌جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل‌جذب (پی‌پی‌ام)
لومی – شنی	۷/۷	۱/۱۲	۲۲	۱۸	۶۳	۱/۱	۱۱/۲	۰/۱	۵۸	۲۹۵

۳. ۳. طرح آزمایشی مورداستفاده

کل زمین براساس طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و هر تکرار دارای ۴۹ اکوتیپ که درنهایت به ۱۴۷ کرت تقسیم شد که ابعاد هر کرت به مساحت ۱/۵×۱ مترمربع بود. در هر کرت پنج ردیف کاشت به طول ۱/۵ متر و به فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بین بوته‌ها تقریباً یک سانتی‌متر و کشت بذور به‌صورت خشکه‌کاری و در بستر مسطح انجام گرفت. ۴۹ اکوتیپ به‌صورت تصادفی در هر تکرار موردکشت و مطالعه قرار گرفتند که مشخصات اکوتیپ‌های بالنگوی شهری و محل جمع‌آوری آن‌ها شامل:

۱. محلی (شهرستان کلوانق۱) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲. محلی (شهرستان کلوانق۲) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۳. محلی (شهرستان کلوانق۳) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۴. محلی (شهرستان کلوانق۴) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۵. اهر (مختصات جغرافیایی: ۴۷ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۶. محلی (شهرستان کلوانق۵) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۷. محلی (شهرستان کلوانق۶) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۸. محلی (شهرستان کلوانق۷) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۹. محلی (سراب ۱) (مختصات جغرافیایی: ۴۷/۵۴ درجه شرقی و ۳۷/۹۲ درجه شمالی در استان اردبیل).
۱۰. محلی (شهرستان کلوانق۸) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۸/۱۰ درجه‌شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۱۱. محلی (شهرستان کلوانق۹) (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه‌شرقی و ۳۸/۱۰ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۱۲. تبریز ۲ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۱۳. تبریز ۵ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۱۴. تبریز ۳ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۱۵. تبریز ۱ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۱۶. تبریز ۷ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۱۷. تبریز ۶ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۱۸. تبریز ۸ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۱۹. محلی (شهرستان کلوانق۱۰) (مختصات‌جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه‌شرقی و ۳۸/۱۰ درجه‌شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲۰. محلی (شهرستان کلوانق۱۱) (مختصات‌جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه‌شرقی و ۳۸/۱۰ درجه‌شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲۱. محلی (شهرستان کلوانق۱۲) (مختصات‌جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه‌شرقی و ۳۸/۱۰ درجه‌شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲۲. محلی (شهرستان کلوانق۱۳) (مختصات‌جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه‌شرقی و ۳۸/۱۰ درجه‌شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲۳. تبریز ۴ (مختصات جغرافیایی: ۴۶/۳۰ درجه شرقی و ۳۸/۰۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).

۲۴. محلی (شهرستان کلوانق۱۴) (مختصات‌جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه‌شرقی و ۳۸/۱۰ درجه‌شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲۵. محلی (روستای تازه‌کند۱ هریس) (مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲۶. محلی (شهرستان کلوانق۱۵) (مختصات‌جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه‌شرقی و ۳۸/۱۰ درجه‌شمالی در استان‌آذربایجان‌شرقی).
۲۷. روستای پارام ۱ هریس (مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۲۸. شهرستان زرنق (مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه شرقی و ۳۶/۱۶ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۲۹. ورزقان ۱ (مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و ۳۸/۳۴ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۰. اهر ۱ (مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۱. محلی (روستای تازه‌کند۲ هریس) (مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۲. ملکان (مختصات جغرافیایی ۴۶/۱۰ درجه شرقی و ۳۷/۱۴ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۳. توده مشهد (مختصات جغرافیایی ۵۹ درجه شرقی و ۳۶ درجه شمالی در استان خراسان رضوی).
۳۴. ورزقان ۲ (مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و ۳۸/۳۴ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۵. روستای پارام ۲ هریس (مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۶. پیغام کلیبر (مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و ۳۰ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۷. روستای الوار بستان‌آباد (مختصات جغرافیایی ۴۶/۸۳ درجه شرقی و ۳۷/۸۴ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۸. روستای دهلان هشترود (مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی و ۳۷ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۳۹. روستای کمارسفلی جلفا (مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۴۰. روستای گوندک بیجار کردستان (مختصات جغرافیایی ۴۷/۵۲ درجه شرقی و ۳۵/۸۷ درجه شمالی در استان کردستان).
۴۱. مرز سرو ارومیه (مختصات جغرافیایی ۴۴/۶۴ درجه شرقی و ۳۷/۷۲ درجه شمالی در استان آذربایجان غربی).
۴۲. روستای ارلان مرند (مختصات جغرافیایی ۴۵ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۴۳. روستای مجره خلخال (مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه شرقی و ۳۷ درجه شمالی در استان اردبیل).
۴۴. روستای لیلاب ورزقان (مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۴۵. شهرستان خاروانا (مختصات جغرافیایی ۴۶/۱۷ درجه شرقی و ۳۸/۶۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).
۴۶. کردستان ۲ (مختصات جغرافیایی ۴۶/۹۹ درجه شرقی و ۳۵/۳۱ درجه شمالی در استان کردستان).
۴۷. تکاب (مختصات جغرافیایی ۴۷/۱۱ درجه شرقی و ۳۶/۴۰ درجه شمالی در استان آذربایجان غربی).
۴۸. زنجان (مختصات جغرافیایی ۴۸/۴۸ درجه شرقی و ۳۶/۶۶ درجه شمالی در استان زنجان).
۴۹. نظیرلو و درویش بقال (مختصات جغرافیایی ۴۵ درجه شرقی و ۳۸ درجه شمالی در استان آذربایجان‌شرقی).

۳. ۴. عملیات آماده‌سازی زمین

مراحل آماده‌سازی زمین موردنظر که شامل شخم اولیه (در پاییز ۹۴ و ۹۵ بعد از برداشت محصول) بود، انجام گرفت. سپس با توجه به مساعدشدن شرایط آب‌وهوایی عملیات شخم بهاره و دیسک‌زنی به‌منظور خردکردن کلوخه‌ها در نیمهٔ دوّم فروردین سال ۹۵ و ۹۶ انجام گرفت، جهت افزایش دقت و یکنواختی به هنگام آبیاری قبل از انجام کاشت عملیات تسطیح زمین صورت گرفت. قطعه زمین موردنظر با توجه به نقشه کاشت کرت‌بندی‌شده، تعداد ۱۴۷ کرت به مساحت ۱/۵ مترمربع ایجاد شدند، البته عملیات تسطیح خاک داخل کرت‌ها هم صورت گرفت. عملیات کاشت بذور در سال اول در اواسط اردیبهشت‌ماه سال ۹۵ و در سال دوم در تاریخ اوایل اردیبهشت‌ماه سال ۹۶ انجام گرفت، بدین‌ترتیب که از هر

اکوتیپ ۱۵۰ عدد معادل ۰/۷۲ گرم وزن کرده و جدا شد. ازآنجایی‌که در هر کرت بذرها در پنج ردیف کاشته می‌شد، ۱۵ پاکت از هر اکوتیپ به مقدار گفته‌شده اندازه‌گیری و آمادهٔ کاشت شد، عملیات کاشت به‌صورت دست‌پاش و در بستر مسطح انجام گرفت. هر کرت به مساحت ۱/۵ مترمربع (۱×۱/۵) است که در هر کرت پنج ردیف کاشت به طول ۱/۵ متر با فاصلهٔ بین ردیف ۲۰ سانتی‌متری و فاصلهٔ بین بذور در روی ردیف ۱ سانتی‌متر درنظرگرفته شد. عمق کاشت در حدود ۳-۲ سانتی‌متر از سطح خاک درنظر گرفته شد. کودپاشی قبل از کاشت در هر کرت انجام‌گرفته و سپس به‌وسیلهٔ شن‌کش با خاک زراعی هر کرت به‌خوبی مخلوط می‌شد. میزان کودهای مورداستفاده براساس نیاز خاکی شامل اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار و سوپرفسفات‌تریپل (۴۶ درصد فسفر) به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. تراکم کاشت بالنگوی شهری حدود ۵۰۰-۴۰۰ بذر در مترمربع (۲) بود، پس از کاشت روی بذرها به‌وسیلهٔ خاک نرم پوشانده شد. بعد از کاشت به‌منظور تسهیل در جوانه‌زنی و سبزشدن، اولین آبیاری در سال اول در هفته سوم اردیبهشت‌ماه سال ۹۵ و در سال دوم در هفته دوم اردیبهشت‌ماه سال ۹۶ به‌صورت غرقابی انجام گرفت. آبیاری‌های بعدی به فاصلهٔ هر هفت روز یک‌بار و به‌صورت کرتی انجام می‌شد. کنترل علف‌های هرز مزرعه به‌صورت وجین دستی و هر هفته انجام می‌گرفت. این عمل به‌ویژه در مراحل اولیه رشد گیاه به‌صورت مرتب انجام می‌گرفت.

۳. ۵. عملیات برداشت، نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات موردارزیابی

در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه بالنگوی شهری تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شد که در این انتخاب اثر حاشیه نیز منظور گردید. بعد از انتخاب، نمونه‌ها به آزمایشگاه اکولوژی گیاهان زراعی انتقال داده شدند و در آنجا نمونه‌ها پس از هواخشک‌شدن، صفات تعداد کپسول در ساقه اصلی و شاخه جانبی، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در هر چرخه گل در ساقه اصلی و شاخه جانبی اندازه‌گیری و شمارش شد. به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، برداشت نمونه‌ها در مردادماه صورت گرفت. نمونه‌ها از مساحتی حدود ۰/۵ مترمربع در قسمت وسط کرت که در مجموع معادل با ۲/۵ متر طولی بود انتخاب شدند. تمام بوته‌های موجود در این مساحت از خاک بیرون کشیده شده و هم‌زمان شمارش شدند. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و پس از هواخشک‌شدن وزن شدند که به‌این‌ترتیب عملکرد بیولوژیکی در ۰/۵ مترمربع به‌دست آمد، سپس با یک تناسب ساده عملکرد بیولوژیکی در ۱ مترمربع به‌راحتی محاسبه گردید. کپسول‌های بالنگوی شهری که دانه‌ها در داخل آن‌ها قرار دارند، در هوای خشک بسته هستند که این امر مانع از ریزش بذور از داخل کپسول‌ها می‌گردد، اما در هوای مرطوب کپسول‌ها به‌طور خودبه‌خود باز شده و دانه‌ها خارج می‌شوند. با استفاده از این خاصیت طبیعی گیاه و بعد از جمع‌آوری نمونه‌ها در آزمایشگاه، مقداری آب روی قسمت گل‌آذین بوته‌ها اسپری گردید. مدت ۲۰ الی ۲۵ دقیقه زمان داده شد تا گل‌آذین کاملاً مرطوب و نرم شود، سپس دهانه کپسول‌ها باز شدند، بعد از آن بوته‌ها را دسته‌دسته گرفته و به‌صورتی‌که سر گیاه به سمت پایین و داخل یک ظرف بزرگ باشد، با چند ضربه به دیوارهٔ ظرف دانه‌ها به‌راحتی از داخل کپسول خارج شده و به داخل ظرف ریختند که پس از جمع‌آوری و هواخشک‌شدن به‌مدت ۴۸ ساعت، توزین گشته و عملکرد دانه در ۰/۵ مترمربع به‌دست آمد و سپس برای ۱ مترمربع محاسبه گردید. شاخص برداشت از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$\text{شاخص برداشت (HI)} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی (گرم بر مترمربع)}}{\text{عملکرد بیولوژیکی (گرم بر مترمربع)}} \times ۱۰۰ \qquad \text{رابطه ۱)}$$

عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک نیز با تفریق عملکرد دانه از عملکرد بیولوژیکی تعیین شد. وزن هزاردانه با اندازه‌گیری وزن صددانه توسط ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۰۰۰۱ و تناسب بستن ساده برای هر اکوتیپ محاسبه گردید.

۳. ۶. روش‌ها و محاسبات آماری

آزمون نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و تجزیه آماری داده‌ها براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین داده‌های صفات موردارزیابی بااستفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن[1] در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت. هم‌چنین برای ترسیم شکل‌ها از نرم‌افزار اکسل[2] استفاده گردید.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. تعداد کپسول در ساقه اصلی و شاخه جانبی

تجزیه واریانس تعداد کپسول در ساقه اصلی، نشان‌دهنده معنی‌داربودن اثر اکوتیپ بر روی این صفت بود (جدول ۲). بررسی میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد کپسول در ساقه اصلی مربوط به اکوتیپ‌های توده محلی تازه‌کند ۱ هریس با میانگین ۴۴/۲۵ کپسول و توده بومی روستای ارلان مرند با میانگین ۴۴/۰۷ کپسول و اکوتیپ کردستان ۲ با میانگین ۴۴/۰۶ کپسول بود. کم‌ترین تعداد کپسول در ساقه اصلی مربوط به اکوتیپ روستای مجره خلخال با میانگین ۲۹/۰۷ کپسول بود (شکل ۱).

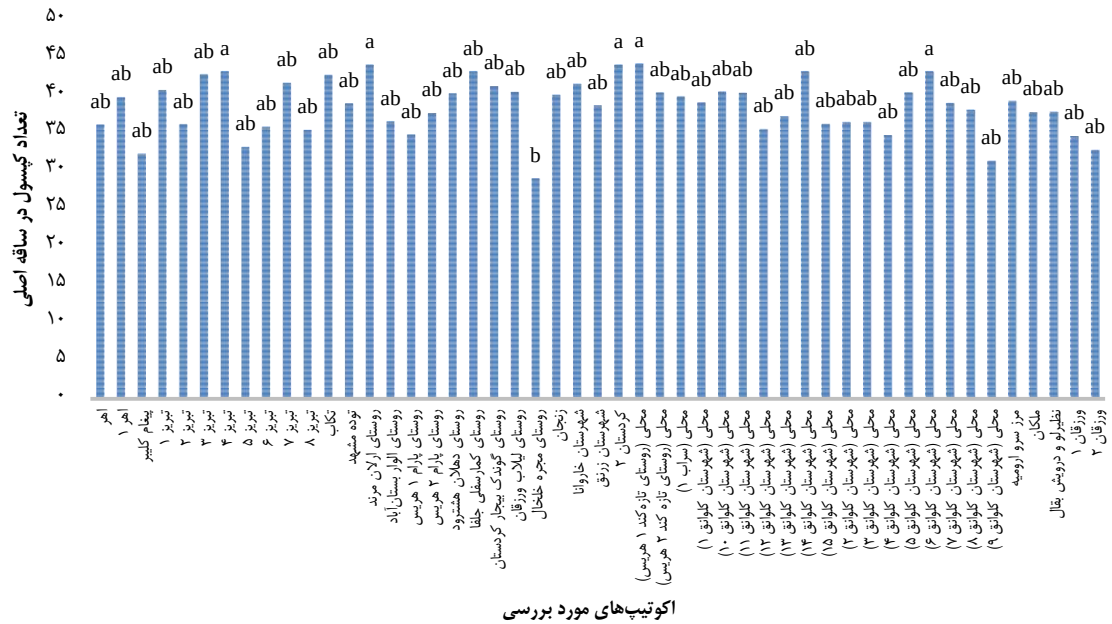
جدول ۲. تجزیه واریانس صفات در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد کپسول در ساقه اصلی	تعداد کپسول در هر شاخه فرعی	تعداد دانه در هر چرخه گل در ساقه اصلی	تعداد دانه در هر چرخه گل در شاخه فرعی	تعداد دانه در هر بوته	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه در واحد سطح (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح (گرم در متر مربع)	عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک در واحد سطح (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت دانه (درصد)
سال	۱	۵۸/۰۸^{ns}	۲۰۹/۱^{ns}	۸۷/۱^{ns}	۷۵/۱^{ns}	۵۷۰/۰۱^{ns}	۰/۶^{ns}	۵۱۰/۹^{ns}	۲۲۹۸/۵^{ns}	۱۱۶۳/۵^{ns}	۱۵/۴^{ns}
خطای ۱	۴	۳۷۲/۶	۹۵/۴	۱۷/۶	۳/۶	۲۳۸۵/۲	۰/۲	۲۱۸۹/۵	۴۷۸۳۸/۶	۳۰۰۲۲/۶	۸۷/۶
اکوتیپ	۴۸	۷۶/۹**	۵۳/۳**	۱۸/۶**	۲۰/۱**	۳۷۶۰/۷**	۰/۳**	۱۱۸۵/۰۳**	۱۰۶۲۱/۹**	۶۱۷۳/۲**	۶۸/۱**
اکوتیپ× سال	۴۸	۲/۶۸۵^{ns}	۲۴/۱^{ns}	۰/۳۵۲^{ns}	۰/۰۲۳^{ns}	۰/۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۵۱۴^{ns}	۰/۵^{ns}	۴/۲^{ns}	۲/۳^{ns}
خطای ۲	۱۹۲	۲۹/۳	۲۸/۲	۶/۵	۵/۹	۱۳۱۹/۴	۰/۰۶	۳۵۷/۷	۴۳۴۷/۷	۲۸۱۷/۰۲	۲۷/۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۰۵	۵۴/۵	۱۷/۱	۲۹/۹	۲۹/۳	۵/۲	۲۲/۹	۲۵/۴	۳۰/۲	۱۵/۷

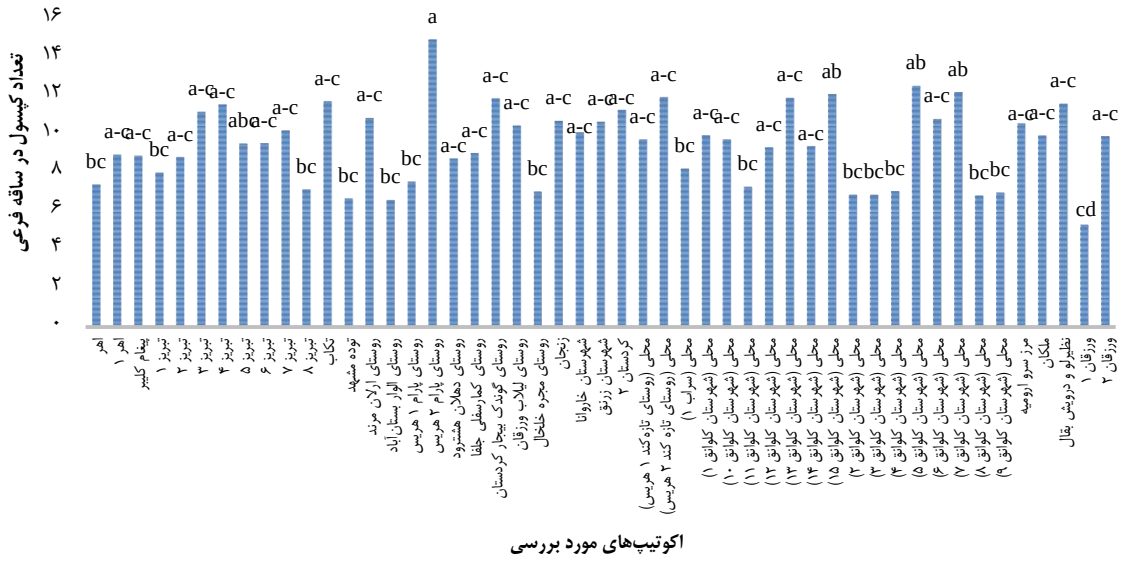
**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر اکوتیپ بر تعداد کپسول در شاخه فرعی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین تعداد کپسول در شاخه جانبی مربوط به اکوتیپ روستای پارام ۲ هریس با میانگین ۱۴/۹۵ کپسول و اکوتیپ توده محلی کلوانق ۵ با میانگین ۱۲/۵۴ کپسول در رتبه بعدی قرار داشت، درحالی‌که اکوتیپ ورزقان ۱ با میانگین ۵/۳۳ کپسول و اکوتیپ‌های روستای الوار بستان‌آباد و توده مشهد به‌ترتیب با میانگین‌های ۶/۶۲ کپسول و ۶/۶۹ کپسول به‌ترتیب کم‌ترین کپسول را دارا بودند (شکل ۲).

1. Duncan's multiple range test
2. Excel



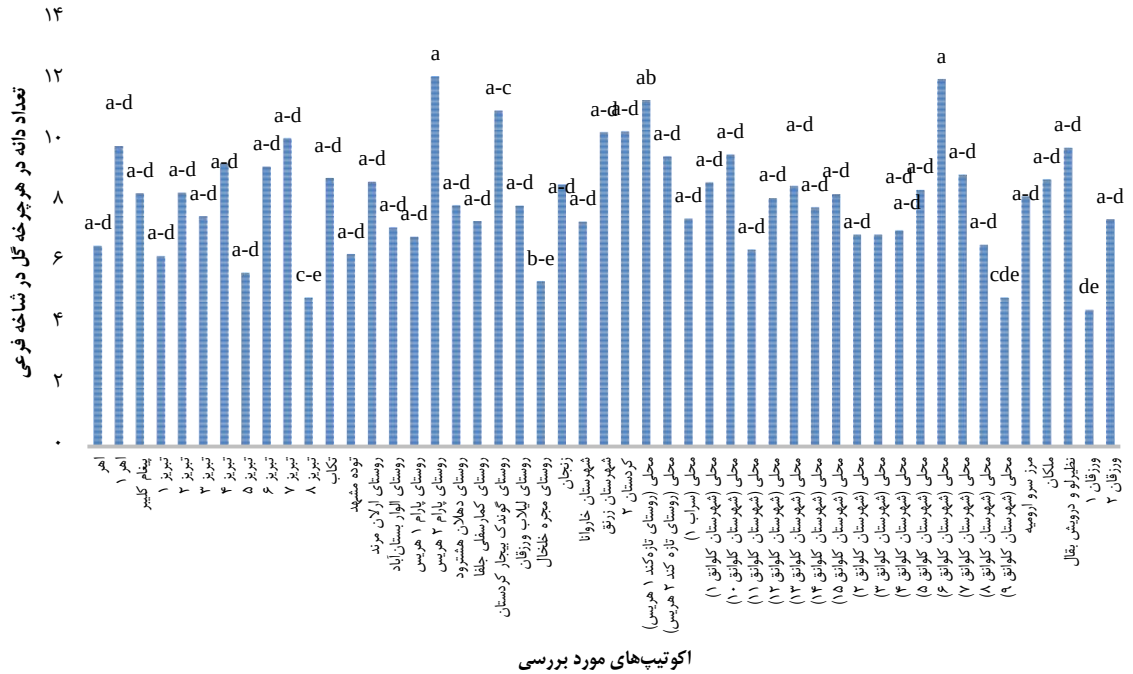
شکل ۱. میانگین تعداد کپسول در ساقه اصلی در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.



شکل ۲. میانگین تعداد کپسول در شاخه جانبی در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

۴. ۲. تعداد دانه در هر چرخه گل در شاخه جانبی

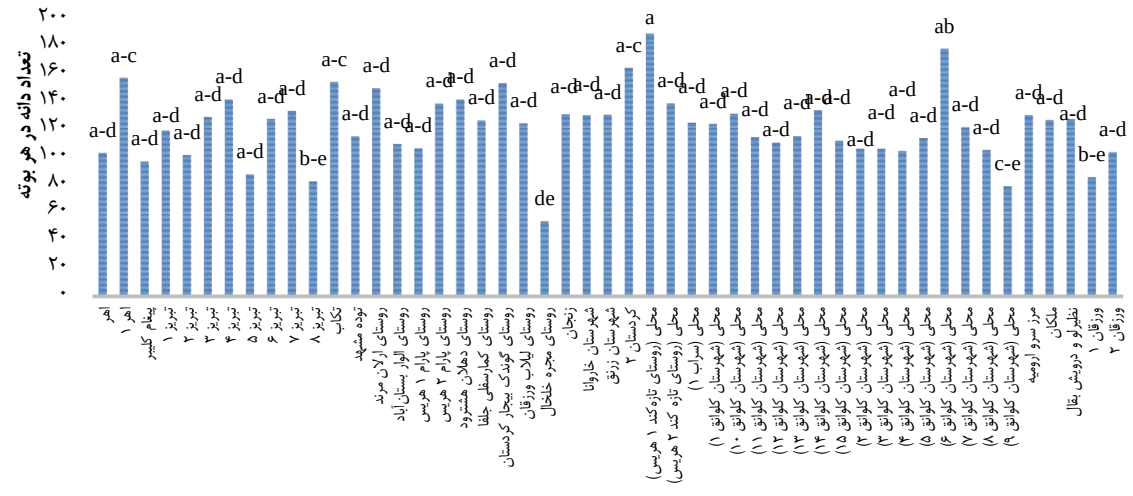
باتوجه‌به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) اثر اکوتیپ بر تعداد دانه در هر چرخه گل در شاخه جانبی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین تعداد دانه در هر چرخه گل در شاخه جانبی مربوط به اکوتیپ روستای پارام ۲ هریس با میانگین ۱۲/۱۴ دانه بود، درحالی‌که کم‌ترین تعداد آن در اکوتیپ ورزقان ۱ با میانگین ۴/۴۹ دانه مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳. میانگین تعداد کپسول در هر چرخه گل در شاخه جانبی در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

۴. ۳. تعداد دانه در هر بوته

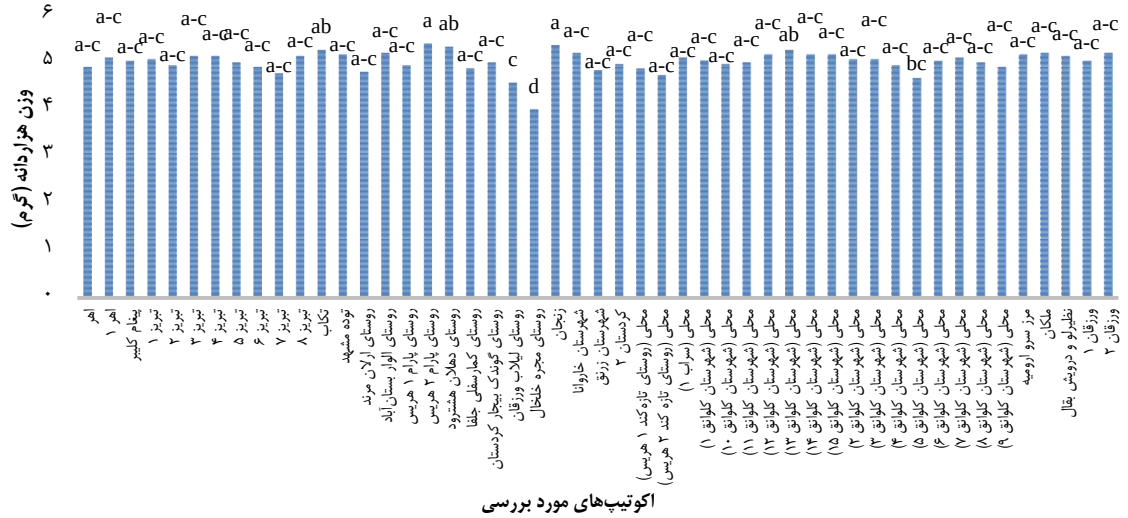
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد دانه در هر بوته در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد دانه در بوته متعلق به اکوتیپ روستای تازه‌کند ۱ هریس و کم‌ترین تعداد دانه در بوته مربوط به اکوتیپ روستای مجره خلخال به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۸۹/۲ و ۵۴/۳ بود (شکل ۴).



شکل ٤. میانگین تعداد دانه در هر بوته در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

۴. ۴. وزن هزاردانه

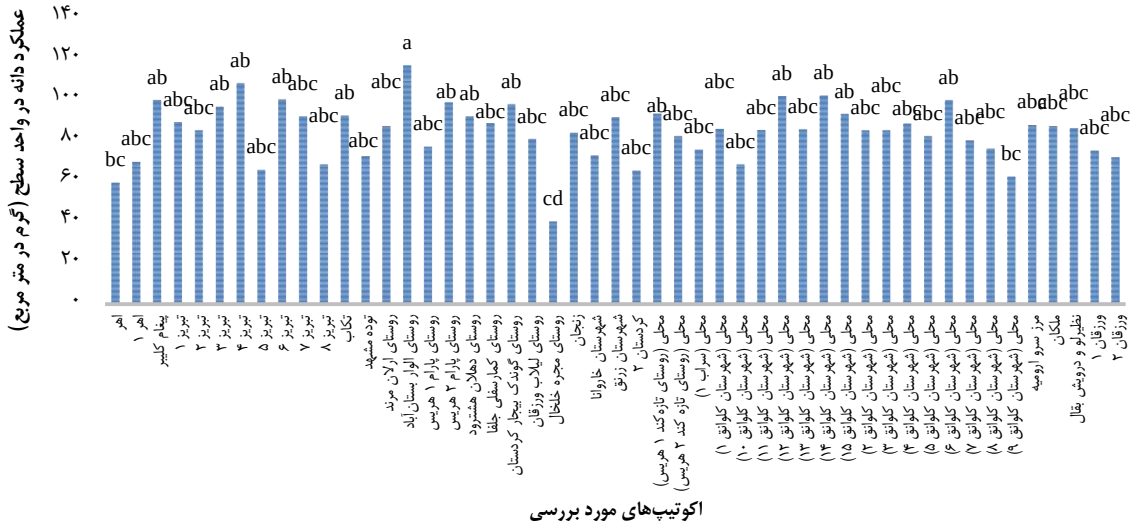
اکوتیپ‌های موردبررسی از نظر وزن هزاردانه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با هم داشتند (جدول ۲)، به‌طوری‌که اکوتیپ روستای پارام ۲ هریس با میانگین ۵/۴۲ گرم بیش‌ترین و اکوتیپ توده محلی روستای مجره خلخال با میانگین ۴/۰۲ گرم کم‌ترین وزن هزاردانه را داشتند (شکل ۵).



شکل ۵. میانگین وزن هزاردانه در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

۴. ۵. عملکرد دانه در واحد سطح

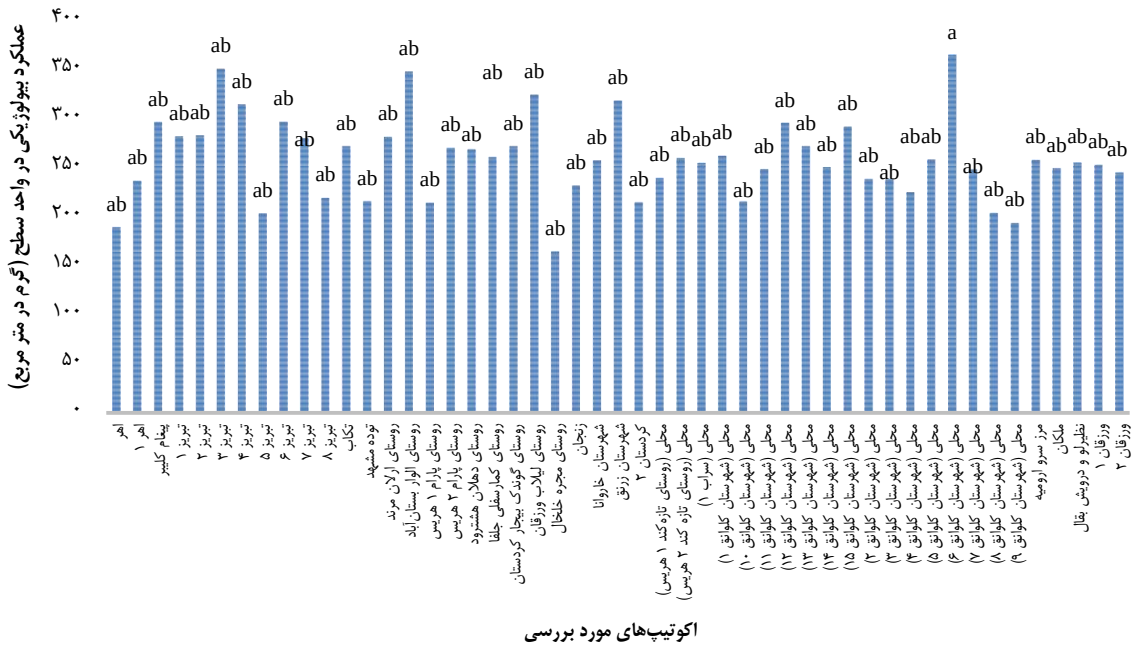
نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس، حاکی از اثر معنی‌دار اکوتیپ بر عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد دانه در واحد سطح مربوط به اکوتیپ روستای الوار بستان‌آباد با میانگین ۱۱۶/۳ گرم در مترمربع و کم‌ترین عملکرد دانه در واحد سطح متعلق به اکوتیپ روستای مجره خلخال با میانگین ۴۰/۲۵ گرم در مترمربع بود (شکل ۶).



شکل ٦. میانگین عملکرد دانه در واحد سطح در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

۴. ۶. عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح

اثر اکوتیپ بر عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح مربوط به اکوتیپ توده محلی کلوانق ۶ با میانگین ۳۶۵ گرم در مترمربع بود، درحالی‌که اکوتیپ روستای مجره خلخال با میانگین ۱۶۵/۱ گرم در مترمربع کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح را از خود نشان داده است (شکل ۷).



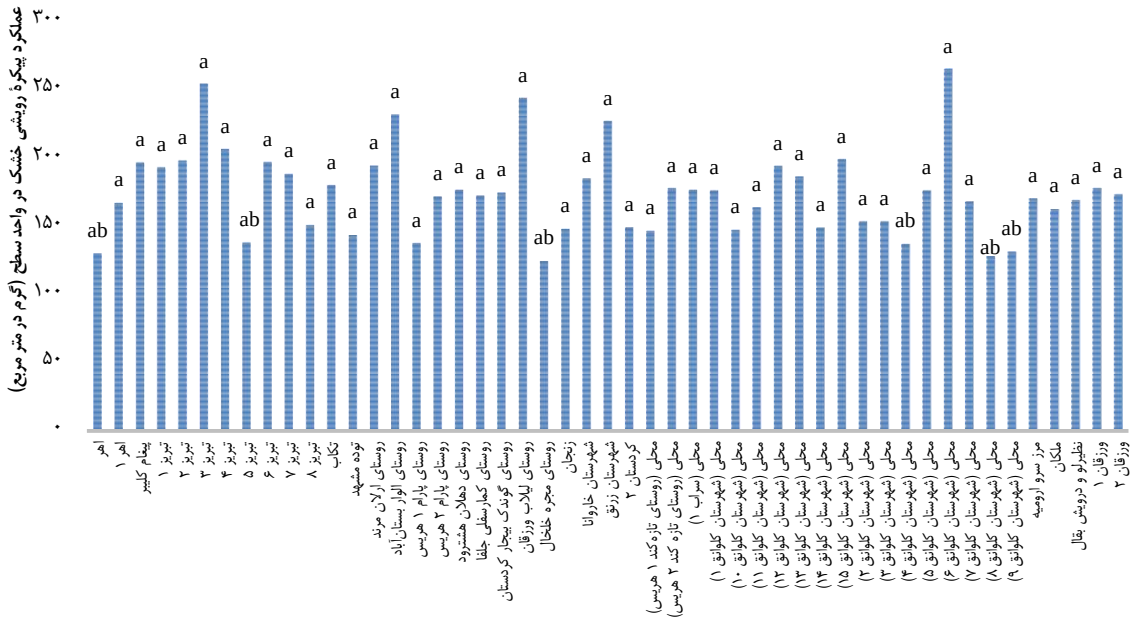
شکل ۷. میانگین عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

۴. ۷. عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک در واحد سطح

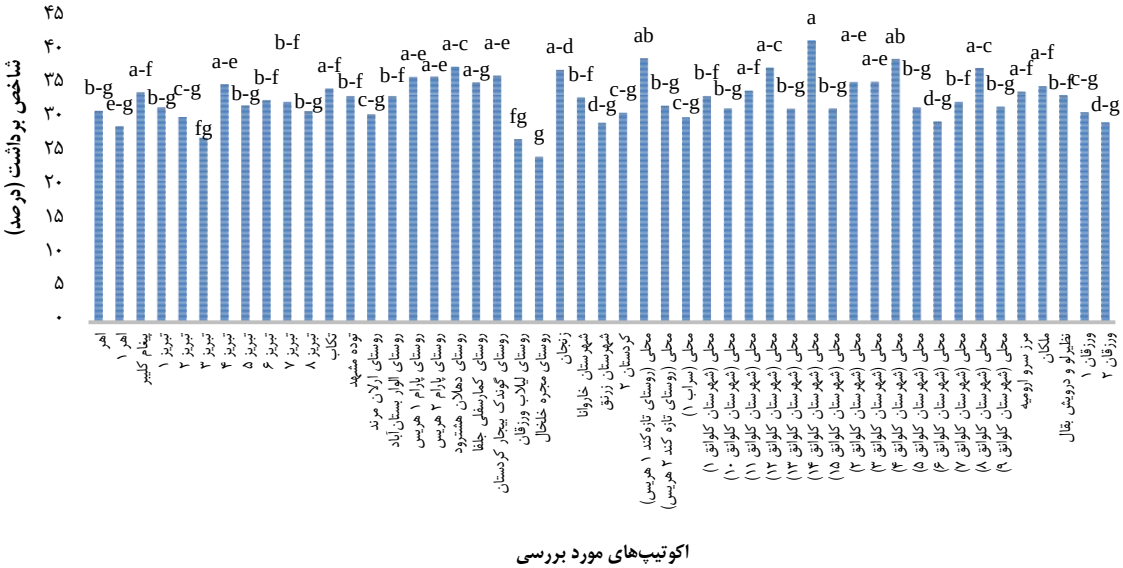
براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر اکوتیپ بر عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک در واحد سطح در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که در مقایسه میانگین‌ها اکوتیپ توده بومی تبریز ۳ با میانگین ۲۵۴/۶ گرم در مترمربع و سپس اکوتیپ توده بومی روستای لیلاب ورزقان با میانگین ۲۴۴/۲ گرم در مترمربع بیش‌ترین عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک را از خود نشان دادند، درحالی‌که اکوتیپ توده بومی روستای مجره خلخال، با میانگین ۱۲۴/۹ گرم در مترمربع پایین‌ترین عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک را داشت (شکل ۸).

۴. ۸. شاخص برداشت

شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت‌تأثیر اکوتیپ قرار گرفت (جدول ۲). اکوتیپ توده محلی کلوانق ۱۴ با میانگین ۴۱/۶۴ درصد بیش‌ترین شاخص برداشت را داشت. اکوتیپ‌های توده محلی روستای تازه‌کند ۱ هریس با میانگین ۳۸/۹۶ درصد و توده محلی کلوانق ۴ با میانگین ۳۸/۸۶ درصد به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. اکوتیپ روستای مجره خلخال با میانگین ۲۴/۴۳ درصد در پایین‌ترین رتبه قرار گرفت (شکل ۹).



شکل ۸. میانگین عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک در واحد سطح در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.



شکل ۹. میانگین شاخص برداشت در ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری.
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ندارند.

۵. بحث

تعداد کپسول در گیاه از این نظر که به‌طور مستقیم در محصول دانه بالنگوی شهری نقش دارد، یکی از اجزای مهم عملکرد می‌باشد، زیرا کپسول‌ها ازیک‌طرف دربرگیرنده تعداد دانه بوده و از طرف دیگر تأمین‌کننده مواد فتوسنتزی

موردنیاز برای دانه‌ها هستند، لذا تعداد کپسول بیش‌تر، منجربه افزایش تعداد دانه در بوته و در نتیجه آن افزایش عملکرد دانه می‌شود (عبدلی، ۱۳۹۶). نتایج مطالعه دیگری روی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (قلی‌زاده خواجه، ۱۳۹۵). در پژوهشی بر روی ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری در تبریز انجام گرفته است بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد کپسول در شاخه فرعی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (عبدلی، ۱۳۹۶)، درحالی‌که در مطالعه دیگری بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد کپسول در شاخه فرعی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است (قلی‌زاده خواجه، ۱۳۹۵). بالابودن تعداد کپسول در هر چرخه گل در شاخه فرعی از طریق افزایش تعداد دانه در شاخه فرعی و تعداد دانه در بوته بر عملکرد دانه تأثیر مثبت می‌گذارد، به‌عبارتی افزایش تعداد کپسول در هر چرخه گل در شاخه فرعی، عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. تعداد کپسول در بوته نه‌تنها دارای بزرگ‌ترین اثر مستقیم روی عملکرد دانه در بوته می‌باشد، بلکه اجزاء دیگر نیز از طریق تأثیر مثبت بر آن بر عملکرد دانه تأثیر می‌گذارند (رائو[1] و سینگ[2]، ۱۹۸۳). بیش‌ترین تعداد کپسول در هر چرخه گل در ساقه اصلی در اکوتیپ توده محلی شهرستان کلوانق ۵ دیده شد، درحالی‌که اکوتیپ توده محلی روستای تازه‌کند ۱ هریس بیش‌ترین تعداد دانه در کپسول را داشت. ازآنجایی‌که تعداد دانه در هر چرخه گل در ساقه اصلی متأثر از دو عامل تعداد کپسول در هر چرخه گل در ساقه اصلی و تعداد دانه در کپسول می‌باشد، بنابراین اکوتیپ توده محلی روستای تازه‌کند ۱ هریس دارای تعداد دانه در هر چرخه گل در ساقه اصلی بیش‌تری نسبت به بقیه بود. لازم به ذکر است که تعداد دانه بیش‌تر در هر چرخه گل در ساقه اصلی از طریق افزایش تعداد دانه در بوته باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. در مطالعه‌ای تعداد دانه در هر چرخه گل در شاخه جانبی که متأثر از دو عامل تعداد کپسول در هر چرخه گل در شاخه جانبی و تعداد دانه در کپسول بود، اما این صفت بیش‌تر تحت‌تأثیر تعداد کپسول در هر چرخه گل در شاخه جانبی قرار داشت (عبدلی، ۱۳۹۶). نتایج مطالعات قلی‌زاده خواجه (۱۳۹۵) بر روی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری، با نتایج پژوهش حاضر، مغایرت داشت، به‌طوری‌که در مطالعات وی بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد دانه در بوته اختلاف معنی‌داری گزارش نشده است.

براساس پژوهش عبدلی (۱۳۹۶)، همبستگی بین وزن هزاردانه با عملکرد دانه درمقایسه با همبستگی بین سایر اجزای عملکرد و عملکرد دانه، بسیار ناچیز و قابل چشم‌پوشی است. با توجه به این که وزن هزاردانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه می‌باشد. وزن هزاردانه به‌طور مستقیم تحت تأثیر جریان مواد فتوسنتزی بعد از گرده‌افشانی است، این مواد می‌توانند از فتوسنتز جاری گیاه و یا انتقال دوباره مواد ذخیره‌شده در ساقه‌ها، برگ‌ها و یا کپسول‌ها تأمین شوند. بیش‌تر بودن وزن هزاردانه در کنار تعداد دانه در کپسول و تعداد دانه در بوته بالا، باعث افزایش عملکرد می‌شود. با این‌حال، همبستگی بین وزن هزاردانه با عملکرد دانه در مقایسه با همبستگی بین سایر اجزای عملکرد و عملکرد دانه، بسیار ناچیز و قابل چشم‌پوشی است. معمولاً بین تعداد دانه در بوته و وزن هزاردانه رابطه معکوس وجود دارد و بوته‌هایی با تعداد دانه بیش‌تر، وزن هزاردانه کم‌تری دارند. این شرایط به ارتباط بین منبع و مخزن، میزان مواد فتوسنتزی، تعداد مخزن و نحوه تخصیص مواد فتوسنتزی وابسته است. هم‌چنین احتمال می‌رود تفاوت در وزن هزاردانه برخی از اکوتیپ‌ها باهم ناشی از تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها باشد. با این‌حال، نظر قطعی در این مورد نیازمند مطالعه تنوع ژنتیکی آن‌هاست. براساس مطالعه قلی‌زاده خواجه (۱۳۹۵) اکوتیپ بومی تبریز ۷ با میانگین ۵/۳۷ گرم بیش‌ترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص داد.

عملکرد دانه هر جامعه گیاهی، نحوه فعالیت آن را طی یک فصل رشدونمو و نحوه استفاده از تشعشع، مواد غذایی، آب و سایر منابع محیطی را نشان می‌دهد. با کاهش تراکم، بوته‌ها از فضای بیش‌تری برخوردار بوده و عملکرد بذر تک

1. Rao
2. Singh

بوته نیز افزایش پیدا می‌کند، اما در تراکم کم به‌دلیل کاهش تعداد بوته در واحد سطح عملکرد بذر در هکتار با محدودیت مواجه می‌شود (قلی‌زاده خواجه، ۱۳۹۵). کشت با تراکم بالاتر کاهش عملکرد بذر تک‌بوته را جبران می‌کند. با افزایش تراکم، عملکرد افزایش می‌یابد، زیرا در تراکم پایین عملکرد دانه به‌دلیل تابش مستقیم نور خورشید و ازدست‌رفتن رطوبت ناشی از تبخیر از سطح خاک کاهش می‌یابد و گیاه در مرحله پرشدن غلاف‌ها با تنش رطوبتی و گرما مواجه می‌شود، اما در تراکم‌های بالا و در حد مطلوب به‌خاطر ایجاد یک سایه‌انداز مناسب گیاهی بر روی سطح خاک، کارایی مصرف آب بالا رفته و نور خورشید به‌طور مستقیم بر سطح خاک نمی‌تابد که این امر باعث می‌گردد رطوبت مورداستفاده گیاه قرار گرفته و سبب افزایش دانه می‌گردد (عبدلی، ۱۳۹۶). عملکرد دانه در واحد سطح ارتباط تنگاتنگی با عملکرد زیستی دارد، به‌طوری‌که اکوتیپ‌هایی که عملکرد دانه بالایی دارند با افزایش عملکرد زیستی همراه هستند. عملکرد دانه هر جامعه گیاهی، نحوه فعالیت آن را طی یک فصل رشدونمو و نحوه استفاده از تشعشع، مواد غذایی، آب و سایر منابع محیطی را نشان می‌دهد. تقسیم و تخصیص مواد فتوسنتزی در گیاهان مختلف تابع خصوصیات ژنتیکی گیاه و شرایط محیطی است. لذا کم‌بودن عملکرد در یک گیاه نمی‌تواند دلیل بر کم‌بودن رشد آن باشد. ظرفیت مخزن، روابط بین مبدأ و مخزن، نسبت بین هورمون‌های مختلف شرایط محیطی به‌ویژه دما و رطوبت از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری عملکرد گیاهان زراعی هستند (ایوانز[1]، ۱۹۹۶). در مطالعه‌ای بیش‌ترین عملکرد بالنگوی شهری را ۱۲۲۸ کیلوگرم در هکتار عنوان نموده‌اند (اوروس[2] و بورسیان[3]، ۲۰۱۲).

عملکرد بیولوژیک عبارت است از عملکرد پیکرهٔ رویشی خشک در واحد سطح که به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد در گیاهان زراعی محسوب می‌شود، به‌عبارتی عملکرد بیولوژیکی کل قسمت‌های هوایی گیاه را شامل می‌شود و خود به‌عنوان عامل اصلی در محاسبه شاخص برداشت به‌شمار می‌رود. در ارزیابی ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری در تبریز، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح به‌ترتیب متعلق به اکوتیپ توده بومی تبریز ۴ با میانگین ۴۵۸/۱ گرم در مترمربع و اکوتیپ توده بومی روستای ارلان مرند با میانگین ۱۵۸/۸ گرم در مترمربع بود (قلی‌زاده خواجه، ۱۳۹۵)، درحالی‌که در پژوهش عبدلی (۱۳۹۶) بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح متعلق به اکوتیپ توده بومی کلوانق ۵ بود و کم‌ترین آن نیز در اکوتیپ توده بومی روستای ارلان مرند دیده شد.

شاخص برداشت از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی محاسبه می‌شود که به نام ضریب برداشت نامیده می‌شود، که نشان‌دهنده انتقال ماده خشک به اندام اقتصادی گیاه (دانه) است که برداشت می‌شود (قلی‌زاده خواجه، ۱۳۹۵). به‌عبارتی شاخص برداشت بیان‌کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی می‌باشد. بنابراین شاخص برداشت از توانایی گیاه برای اختصاص منابع بین ساختار رویشی و زایشی گیاه حکایت دارد (کاروترز[4] و همکاران، ۲۰۰۰). نکته قابل اهمیت این است که پس از تشکیل قسمت‌های قابل برداشت، تمام ماده خشک مازاد بر نیاز یک گیاه به قسمتی از آن که از نظر اقتصادی باارزش است انتقال می‌یابد و علاوه بر آن، مازاد ماده خشک باید در مراحل نهایی رسیدن محصول از قسمت‌های غیرقابل برداشت، به فرآورده‌های قابل عرضه به بازار منتقل گردد (رائو[5] و سینگ[6]، ۱۹۸۳). نتایج شاخص برداشت در این مطالعه به این صورت بود که اکوتیپ توده محلی کلوانق ۱۴ با میانگین ۴۱/۶۴ درصد بیش‌ترین شاخص برداشت را داشت و اکوتیپ‌های توده محلی روستای تازه‌کند ۱ هریس و توده

1. Evans
2. Urus
3. Borcean
4. Carruthers
5. Rao
6. Singh

محلی کلوانق ۴ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. در مطالعه‌ای تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از عملکرد و اجزای عملکرد، بین اکوتیپ‌های رازیانه گزارش کردند (مینا[1] و همکاران، ۲۰۱۰).

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با عنایت به نتایج تجزیه‌های آماری برخی صفات مهم با عملکرد دانه می‌توان گفت که انتخاب و کشت اکوتیپ‌های روستای الوار بستان‌آباد، تبریز ۴، توده محلی کلوانق ۱۴، توده محلی تازه‌کند ۱ هریس و کلوانق ۶ به‌عنوان مناسب‌ترین اکوتیپ‌ها برای بذرگیری به زارعین شهر تبریز توصیه می‌شوند و اکوتیپ‌های کلوانق ۶، تبریز ۳ با بالاترین عملکرد بیولوژیکی به‌منظور تأمین علوفه احشام می‌تواند موردتوجه قرار گیرد. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌شود اکوتیپ‌های با عملکرد مطلوب در شرایط اقلیمی متفاوت و طی سال‌های مختلف در شهرستان‌های دیگر نیز موردکشت و کار قرار گیرند. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود بهتر است کشت این محصول در تاریخ‌های مختلف و غیرمرسوم صورت گرفته و نوسانات عملکردی آن‌ها مورد پایش قرار گیرد.

۷. تشکر و قدردانی

از دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز به‌خاطر همکاری‌های صمیمانه‌شان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

شهبازی دورباش، صادق؛ علیزاده‌دیزج، خشنود و فتحی رضائی، وحید (۱۳۹۱). بررسی امکان کشت توده‌های بومی بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* F. & C. M.) در شرایط دیم سردسیری مراغه. *زراعت دیم ایران*، ۱(۲)، ۸۲-۹۵.

عبدلی، سهیلا (۱۳۹۶). مقایسه عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی اکوتیپ‌های رایج بالنگوی شهری (قَرَه‌زَرَک). *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمای جلیل شفق کلوانق. تبریز: دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی.

قلی‌زاده خواجه، بهنام (۱۳۹۵). ارزیابی خصوصیات زراعی و عملکرد ۴۹ توده محلی بالنگوی شهری (قره‌زرک) جمع‌آوری‌شده از مناطق مختلف کشور. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمایی جلیل شفق کلوانق. تبریز: دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی.

مسلمی، الهام؛ اکبریان، محمدمهدی؛ راوری، سیدذبیح الله؛ یاورزاده، محمدرضا و مدافع بهزادی، نادر (۱۴۰۱). بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد اکوتیپ‌های گیاه دارویی *Cuminum cyminum* L. در شرایط آب و هوایی استان کرمان. *اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۰(۴)، ۱۲۱-۱۰۹.

نظامی‌وند چگینی، رویا؛ بناکاشانی، فاطمه؛ اله‌دادی، ایرج و سلطانی، الیاس (۱۴۰۰). کمی‌سازی اثر تنش شوری و آبی بر چهارده اکوتیپ گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa*). *تنش‌های محیطی در علوم زراعی*، ۱۴(۱)، ۲۲۰-۲۱۱.

References

Abdoli, S. (2017). Comparison of yield and some qualitative and quantitative characteres of common ecotypes of *Lallemantia (Lallemantia iberica* Fisch. et Mey). *Master's thesis* in the field of agriculture. Tabriz: Faculty of Agriculture, University of Tabriz. (In Persian).

1. Meena

Aghaei-Gharachorlou, P., Nasrollahzadeh, S., & Shafagh-Kolvanagh, J. (2013). Effect of different irrigation treatments and plant density on yield and yield components of Dragon's head (*Lallemantia iberica* Fish. et Mey.). *International Journal of Biosciences, 3*(8), 144-149. http://dx.doi.org/10.12692/ijb/3.8.144-149.

Akbarpour, A., Kavoosi, B., Hosseinifarahi, M., Tahmasebi, S., & Gholipour, S. (2021). Evaluation of yield and phytochemical content of different Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *International Journal of Horticultural Science and Technology, 8*(4), 385-400. https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.303657.373.

Al-Snafi, A. E. (2019). Medical benefit of Lallemantia iberica-A review. To Chemistry Journal, 3, 97-102.

Auld, D. L., Bettis, B. L., Crock, J. E., & Kephart, K. D. (1988). Planting date and temperature effects on germination, emergence, and seed yield of chickpea. *Agronomy Journal, 80*(6), 909-914. https://doi.org/10.2134/agronj1988.00021962008000060014x.

Carruthers, K., Prithiviraj, B., Fe, Q., Cloutier, D., Martin, R., & Smith, D. (2000). Intercropping corn with Soybean, lupin and forages: yield component responses. *European Journal of Agronomy, 12*(2), 103-115. http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301(99)00051-9.

Evans, L.T. (1996). *Crop evolution, adaptation and yield*. London: Cambridge University Press.

Fajinmi, O. O., Olarewaju, O. O., & Van Staden, J. (2023). Propagation of medicinal plants for sustainable livelihoods, economic development, and biodiversity conservation in South Africa. *Plants, 12*(5), 1174. https://doi.org/10.3390/plants12051174.

Fakhar, F., Biabani, A., Zarei, M., & Moghadam, A. N. (2019). Effects of cultivar and planting spacing on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.). *Italian Journal of Agronomy, 14*(2), 108-113. https://doi.org/10.4081/ija.2019.1303.

Gholizadeh-Khajeh, B. (2017). Evaluation of agronomic characteristics and performance of 49 landraces Lallemantia (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey) collected from different regions of Iran. Master's thesis in the field of agriculture. Tabriz: Faculty of Agriculture, University of Tabriz. (In Persian).

Heydarzadeh, S., Arena, C., Vitale, E., Rahimi, A., Mirzapour, M., Nasar, J., & Gitari, H. (2023). Impact of different fertilizer sources under supplemental irrigation and rainfed conditions on eco-physiological responses and yield characteristics of Dragon's head (*Lallemantia iberica*). *Plants, 12*(8), 1693. https://doi.org/10.3390/plants12081693.

Maddahi, S., Rahimi, A., Siavash Moghaddam, S., Pourakbar, L., & Popović-Djordjević, J. (2022). Effects of sowing time and chemical, organic, and biological fertilizer sources on yield components and antioxidant properties of dragon's head (*Lallemantia iberica* (M. Bieb.) Fisch. & CA Mey). *Journal of Plant Growth Regulation, 41*(3), 1276-1290.

Meena, R., Kakani, R., Anwer, M., & Panwar, A. (2010). Variability of some morphological characters in fennel (*Foeniculum vulgare*). *Indian Journal of Agricultural Sciences, 80*(8), 710-712.

Moslemi, E., Akbarian, M., Ravari, S. Z., Yavarzadeh, M. R., & Modafeh-Behzadi, N. (2023). Investigation of the effect of drought stress on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.) ecotypes in climatic conditions of Kerman Province. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 10*(4). https://doi.org/10.30495/ejmp.2022.1958000.1690. (In Persian).

Nezamivand Chegini, R., Benakashani, F., Alahdadi, I., & Soltani, E. (2021). Quantification of salinity stress and drought effects on fourteen ecotypes of black caraway (*Nigella sativa* L.) medicinal plant. *Environmental Stresses in Crop Sciences, 14*(1), 211-220. https://doi.org/10.22077/escs.2020.2653.1688. (In Persian).

Pandey, R. K., Herrera, W. A. T., & Pendelton, J. W. (1983). Drought response of grain legumes under irrigation gradient. I. Yield and yield components. *Journal of Agronomy, 76*, 549-553. https://doi.org/10.2134/agronj1984.00021962007600040009x.

Rao, S.K., & Singh, S.P. (1983). Analysis of yield factor in segregating population and their implication in selection of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Canadian Journal of Genetics and Cytology, 25*, 495-501. https://doi.org/10.1139/g83-074.

Rasool, A., Bhat, K.M., Sheikh, A. A., Jan, A., & Hassan, S. (2020). Medicinal plants: Role, distribution and future. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9*(2), 2111-2114.

Samadi, S., Khaiyamiand, M., & Hasanzadeh-Goorut Tappe, A. (2007). A comparison of important physical and chemical characteristics of six *Lallemantia iberica* (Bieb.) Fish. et Mey. Varieties. *Pakistan Journal of Nutrition, 6*, 387-390. https://doi.org/10.3923/pjn.2007.387.390.

Shafagh-Kolvanagh, J., Dehghanian, H., Mohammadi-Nassab, A. D., Moghaddam, M., Raei, Y., Salmasi, S. Z., & Gholizadeh-Khajeh, B. (2022). Machine learning-assisted analysis for agronomic dataset of 49 Balangu (*Lallemantia iberica* L.) ecotypes from different regions of Iran. *Scientific Report*, *12*(1), 19237. https://doi.org/10.1038/s41598-022-23335-1.

Shahbazi, S., Alizadeh, K., & Fathirezaie, 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. https://doi.org/10.22092/idaj.2013.100159. (In Persian).

Shaltouki, M., Nazeri, V., Shokrpour, M., Tabrizi, L., & Aghaei, F. (2021). Phenotypic and genotypic assessment of some Iranian *Ziziphora clinopodioides* Lam. Ecotypes. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *23*(3), 645-660. http://dorl.net/dor/20.1001.1.16807073.2021.23.3.4.1.

Sirus Mehr, A. R., Shakiba, M. R., Alyari, H., Tourchi, M., & Dabbagh Mohammadi Nasab, A. (2008). Effect of drought stress and density on yield and some morphological characteristics of autumn safflower cultivars. *Asian Journal of Agronomy and Horticulture*, *78*, 80-87.

Urus, B., & Borcean, I. (2012). Researches concerning the sowing technology at *Lallemantia iberica* F. et. M. University of Agricultural Sciences and Veterinar Medicine of the Banat Timisoara. *Research Journal of Agricultural Science*, *44*, 168-171.

Zanganeh, H., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., & Alizadeh Behbahani, B. (2021). Evaluation of the chemical and antibacterial properties of *Citrus paradise* essential oil and its application in *Lallemantia iberica* seed mucilage edible coating to improve the physicochemical, microbiological and sensory properties of lamb during refrigerated storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *15*(6), 5556-5571.

Zhang, W. P., Fornara, D., Yang, H., Yu, R. P., Callaway, R. M., & Li, L. (2023). Plant litter strengthens positive biodiversity–ecosystem functioning relationships over time. *Trends in Ecology & Evolution*.