

Investigation of genetic diversity in Dragon's Head (*Lalelemantia iberica*) ecotypes using morphological traits and seed oil content in Khorramabad region

Ali Shamsinia¹, Abdollah Najaphy^{*1}, Reza Amiri ²

1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Crop and Horticultural Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran

*Corresponding Author Email: anajaphy@razi.ac.ir

Abstract

Introduction: Due to the need of breeders for extensive genetic resources to carry out breeding activities on crops, it seems necessary to identify factors and indicators effective in increasing yield and improving biochemical characteristics of the medicinal plant, Dragon's head.

Materials and Methods: In this study, 35 new Dragon's head ecotypes along with a control cultivar Sara were studied in a simple lattice design with two replications under rain-fed conditions. The experiment was conducted in 2021-2022 cropping year at Sarab Changaei Agricultural Research Station, Khorramabad for one year. Various traits, including phenological traits and the traits related to yield, yield components, and seed oil percentage, were measured. Different statistical analyses including univariate and multivariate methods were used for the data.

Results: The results of analysis of variance based on the lattice design showed that the effect of treatment was significant for single plant weight at the one percent probability level and for the traits number of days to physiological maturity, biological yield, and grain yield at the five percent probability level. The results of the analysis of variance of morphological traits based on a randomized complete block design showed that there was a significant difference among ecotypes in terms of the number of seeds per plant at probability level of 5% and in terms of the number of capsules per plant, the weight of seeds per plant and the weight of 1000 seeds at probability level of 1%. Based on the least significant difference test, the highest amount of seed weight per plant and seed yield per hectare was recorded for ecotype number 36 (Sonqor County). Ecotypes 11 and 36 had the lowest amount of phenological traits including days to flowering and days to physiological maturity and therefore are earlier. The highest amount of seed oil percentage was obtained in ecotype number 17 (locality 13 of Kalvaneq County). Seed yield was negatively correlated with the days to flowering and days to physiological maturity. The correlation between seed yield and oil percentage was positive and significant. Based on cluster analysis using Ward method and squared Euclidean distance, the ecotypes were divided into five groups. Ecotypes 36, 31, 34, 35, 18, 32 and 23 were the best ecotypes in this study. These ecotypes were also mostly in the same group in cluster analysis.

Conclusion: In general, significant genetic diversity was observed among the different studied ecotypes of Dragon's head for agromorphologic characters and seed oil content. The best identified ecotypes can be used as parents in breeding programs.

Keywords: Cluster analysis, Rainfed, Grain yield, Yield component, Oilseed

Received: 25-08-2025

Accepted: 18-10-2025

Citation: Shamsinia, A., Najaphy, A., & Amiri, R. (2025). Investigation of genetic diversity in Dragon's Head (*Lalelemantia iberica*) ecotypes using morphological traits and seed oil content in Khorramabad region *Plant Production and Genetics*, 6(2), 189-206. <https://doi.org/10.22034/plant.2025.144385.1173>

Copyrights:

Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



تولید و ژنتیک گیاهی

<https://doi.org/10.22034/plant.2025.144385.1173>

بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیک و محتوای روغن دانه در منطقه خرم‌آباد

علی شمسی نیا^۱، عبدالله نجفی^{۱*}، رضا امیری^۲

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲. بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران
*ایمیل نویسنده مسئول: anajaphy@razi.ac.ir

چکیده

مقدمه: به دلیل نیاز به‌نژادگران به منابع وسیع خزانه ژنتیکی برای انجام فعالیت‌های اصلاحی روی گیاهان زراعی، شناسایی عوامل و شاخص‌های مؤثر بر افزایش عملکرد و بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه دارویی بالنگوی شهری امری ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش تعداد ۳۵ اکوتیپ جدید بالنگوی شهری همراه با رقم شاهد سارا به‌صورت طرح لاتیس ساده با دو تکرار در شرایط دیم مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگابی خرم‌آباد به‌صورت یک‌ساله اجرا شد. صفات مختلفی از جمله صفات فنولوژیک و ویژگی‌های مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد و درصد روغن دانه اندازه‌گیری شدند. تجزیه‌های آماری مختلفی شامل تجزیه‌های یک متغیره و چند متغیره برای داده‌های به دست آمده مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج: نتایج تجزیه واریانس بر اساس طرح لاتیس نشان داد که اثر تیمار برای وزن تک بوته در سطح احتمال یک درصد و در مورد صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی نشان داد که بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال پنج درصد و از نظر تعداد کپسول در بوته، وزن دانه‌ها در بوته و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار بیشترین مقدار وزن دانه‌ها در بوته و عملکرد دانه در هکتار در اکوتیپ شماره ۳۶ (شهرستان سنقر) به دست آمد. اکوتیپ‌های ۱۱ و ۳۶ دارای کمترین مقدار صفات فنولوژیک شامل روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک بوده و بنابراین زودرس‌تر هستند. بیشترین مقدار درصد روغن دانه در اکوتیپ شماره ۱۷ (محلی شهرستان کلوانق ۱۳) دیده شد. عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. همبستگی عملکرد دانه و درصد روغن، مثبت و معنی‌دار بود. بر اساس تجزیه خوشه‌ای به روش Ward با استفاده از مجذور فاصله اقلیدسی، اکوتیپ‌ها به پنج گروه تقسیم شدند. اکوتیپ‌های شماره ۳۶، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۱۸، ۳۲ و ۲۳ برترین اکوتیپ‌ها در این مطالعه بودند. این اکوتیپ‌ها در تجزیه خوشه‌ای نیز اکثراً در یک گروه قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: به طور کلی تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی بین اکوتیپ‌های مختلف بالنگوی شهری مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های زراعی، مورفولوژیک و محتوای روغن دانه مشاهده شد. از اکوتیپ‌های برتر شناسایی شده می‌توان به‌عنوان والدین در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد.

کلیدواژگان: اجزای عملکرد دانه، تجزیه خوشه‌ای، دانه روغنی، دیم، عملکرد

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۳

منبع: شمسی نیا، ع، نجفی، ع، و امیری، ر. (۱۴۰۴). بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیک و محتوای روغن دانه در منطقه خرم‌آباد، مجله تولید و ژنتیک گیاهی، ۶(۲)، ۲۰۶-۱۸۹. <https://doi.org/10.22034/plant.2025.144385.1173>



مقدمه

بالنگوی شهری با نام علمی *Lallemantia iberica* گیاه دارویی، علفی و یک‌ساله از خانواده نعنائیان است (Jones & Valmotti, 2005) و با نام‌های رایج بالنگوی شهری، بالنگوی سیاه، بزرک سیاه و سر اژدها معرفی می‌شود. این گیاه بومی ناحیه قفقاز، آناتولی (ترکیه امروزی)، ایران، عراق و مناطق غربی آسیا بوده و جزء گیاهان دولپه‌ای است که گل‌های دوجنسی (هرمافرودیت) دارد و میوه آن از نوع فندقه است. این گیاه هم خودگشنی دارد و هم بسته به وجود حشرات (به‌خصوص زنبور) دگرگشنی هم می‌تواند داشته باشد (Ion et al., 2011). در اکثر منابع، اغلب اکوتیپ‌های این گونه را دیپلوئید ($2n=14$) ذکر کرده‌اند (Emre et al., 2021). بذره‌های این گیاه به دلیل ترکیبات موسیلاژی، لعاب‌دار هستند. روغن آن غنی از اسید چرب لینولنیک است که موجب کاهش رشد و توسعه تعدادی از تومورهای سرطانی می‌شود (Cheraghi et al., 2018).

بالنگوی شهری گیاهی چند منظوره با امکان کشت انتظاری پاییزه و بهاره با قابلیت‌ها و کاربردهای متنوع و فراوان است که تمام قسمت‌های آن (برگ یا دانه)، از لحاظ اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند نقش بسیار مهمی در کشاورزی پایدار مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران داشته باشد. این گیاه در آذربایجان و اکثر مناطق دیگر ایران به‌خصوص در بین کشاورزان این مناطق با نام عمومی قره‌زرک شناخته می‌شود (Bagheri & Pirzad, 2021).

گیاهی چند منظوره با کاربردهای وسیع غذایی (دانه بوداده، آرد شده و برگ‌های سبز به‌عنوان سبزی)، روغنی (۳۰ درصد روغن خشک شونده با حدود ۸۰ درصد اسید چرب غیر اشباع)، دارویی (دانه، موسیلاژ، روغن، اسانس و ترکیبات معطر متنوع)، صنعتی (روغن و موسیلاژ)، علوفه‌ای (علوفه سبز، مخلوط و چراگاه)، کود سبز (به‌علت رشد سریع و آبدار بودن بافت‌ها) و ... است (Khan et al., 2019).

همچنین گیاهی بسیار رقابت‌پذیر با علف‌های هرز، با مقاومت بالا به آفات و بیماری‌ها، کم‌توقع از نظر مواد غذایی، با دوره رشد کوتاه و انعطاف اکولوژیکی زیاد به اقلیم‌های متنوع و متحمل به خشکی و شوری است (Shafagh et al., 2017). این گیاه قدیمی با کاربردهای جدید و متنوع می‌تواند در مناطق خشک به‌خصوص در تناوب محصولات دیم نقش مهمی داشته باشد (Samimifar et al., 2019).

بالنگو گیاهی مقاوم به خشکی است و می‌تواند در شرایط با بارندگی سالانه ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر رشد کند. در مناطقی با بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر، نیاز به آبیاری دارد. این گیاه در دمای ۱۱ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند و دمای بهینه برای رشد آن ۱۶ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد است (Aghaei-Gharachorlou et al., 2013).

بالنگو به سرما حساس است و در مناطق با سرمای شدید زمستانی نمی‌تواند به‌خوبی رشد کند. در مناطقی با سرمای بهاره یا پاییزه، ممکن است گل‌دهی و بلوغ گیاه تحت تأثیر قرار گیرد. مدت زمان رشد این گیاه بین ۱۰۰ تا ۱۸۰ روز متغیر است و بسته به شرایط اقلیمی و نوع رقم، این مدت زمان ممکن است تغییر کند (FAO, 2024).

دانه‌های بالنگو حاوی ۳۰ درصد روغن هستند که عمدتاً شامل اسیدهای چرب امگا-۳ (آلفا-لینولنیک اسید) می‌باشند. در شرایط اقلیمی مناسب، می‌توان از هر هکتار تا ۵۵۰ لیتر روغن استخراج کرد. روغن دانه‌های بالنگو به دلیل محتوای بالای اسیدهای چرب امگا-۳، خواص ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی دارد.

در پژوهشی که در منطقه آذربایجان شرقی انجام شد، ۴۹ اکوتیپ مختلف بالنگوی شهری از نظر درصد و عملکرد پروتئین مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که این اکوتیپ‌ها تفاوت‌های معنی‌داری در عملکرد پروتئینی دارند که می‌تواند برای انتخاب و به‌نژادی ارقام مناسب مؤثر باشد (Shafagh et al., 2025).

مطالعه دیگری رابطه بین عملکرد زیستی و برخی ویژگی‌های زراعی اکوتیپ‌های رایج بالنگو را بررسی کرده و نشان داد که بین عملکرد زیستی و تعداد دانه در هر گیاه رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد که این موضوع در بهبود صفات کمی گیاه اهمیت دارد (Heydari et al., 2022).

از دیدگاه مولکولی، بررسی تنوع ژنتیکی ۳۴ واریته از *Lallemantia iberica* با استفاده از نشانگرهای (Inter-) IRAP (Retrotransposon Amplified Polymorphism) و REMAP (Retrotransposon-Microsatellite Amplified Polymorphism) انجام شده است. نتایج این مطالعه بیانگر کاربرد مناسب این نشانگرها در شناسایی روابط ژنتیکی و غربالگری ژنتیکی در بالنگو می‌باشد (Kashani et al., 2018).

علاوه بر این، مطالعه‌ای جامع با استفاده از نشانگرهای (Start Codon Targeted Polymorphism) SCoT و REMAP برای سیستماتیک زیستی و بارکدینگ

کیلوگرم در هکتار کود آورده نیز به صورت سرک در مرحله ساقه دهی و در صورت وقوع بارندگی استفاده گردید. کشت در تاریخ اوایل آذر ماه ۱۴۰۰ انجام شد. هر اکوتیپ درون هر واحد آزمایشی در چهار ردیف پنج متری به فاصله ۳۰ سانتی متر کشت شد. مقدار بذر مورد نیاز ۲۵ کیلوگرم در هکتار (۵۰۰ بوته در مترمربع) بود. در مرحله برداشت صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد شامل تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته، وزن دانه‌ها در بوته، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بوته، ارتفاع بوته، درصد روغن دانه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، وزن تک بوته و تعداد دانه در کپسول اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری صفات مختلف به شرح زیر انجام شد: ارتفاع بوته: برای اندازه‌گیری صفت ارتفاع بوته میانگین پنج بوته در هر واحد آزمایشی از سطح زمین تا نوک بوته به وسیله خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد شاخه فرعی: در هر واحد آزمایشی پنج بوته به صورت تصادفی برداشت شده و تعداد شاخه‌های فرعی آن‌ها شمارش شد. تعداد کپسول در بوته: تعداد کپسول در پنج بوته برداشت شده از هر واحد آزمایشی شمارش گردید و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد کپسول در بوته گزارش شد. تعداد دانه در بوته: در هر واحد آزمایشی، تعداد پنج بوته تصادفی انتخاب شده و پس از کوبیدن کپسول‌ها و جدا کردن کاه و کلش، تعداد دانه در هر بوته به طور جداگانه شمارش و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد دانه در بوته در نظر گرفته شد. وزن دانه در بوته: وزن دانه در بوته‌های برداشت شده از هر واحد آزمایشی با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد و میانگین وزن دانه پنج بوته انتخاب شده به عنوان وزن دانه در بوته در نظر گرفته شد. وزن هزار دانه: در هر واحد آزمایشی، نمونه تصادفی ۱۰۰۰ تایی بذر شمارش کرده و پس از وزن کردن با ترازوی دقیق به عنوان وزن هزار دانه بر حسب گرم گزارش گردید. عملکرد دانه: بوته‌های یک مترمربع در هر واحد آزمایشی برداشت شده و پس از خرم کوبی بذرها توزین شدند و وزن بذرها به عنوان عملکرد دانه در مترمربع گزارش شد. عملکرد دانه: بوته‌های یک مترمربع در هر واحد آزمایشی برداشت شده و پس از خرم کوبی بذرها توزین شدند و وزن بذرها به عنوان عملکرد دانه در مترمربع گزارش شد. درصد روغن دانه: میزان روغن دانه با استفاده از دستگاه تشدید مغناطیسی هسته‌ای (NMR: Nuclear Magnetic Resonance) و در بخش

DNA (DNA barcoding) گونه‌های جنس *Lallemantia* انجام شد که نشانگرهای SCoT برای تعیین روابط گونه‌ای و REMAP برای تفکیک گونه‌ها مناسب شناخته شدند (Ahmad et al., 2021).

نتایج این مطالعه بیانگر کاربرد مناسب این نشانگرها در شناسایی روابط ژنتیکی و غربالگری ژنتیکی در بالنگو می‌باشد (Kashani et al., 2018). علاوه بر این، مطالعه‌ای جامع با استفاده از نشانگرهای (Start Codon Targeted Polymorphism) SCoT و REMAP برای سیستماتیک زیستی و بارکدینگ DNA barcoding گونه‌های جنس *Lallemantia* انجام شد که نشانگرهای SCoT برای تعیین روابط گونه‌ای و REMAP برای تفکیک گونه‌ها مناسب شناخته شدند (Ahmad et al., 2021).

یکی از مهمترین چالش‌های توسعه کشت گیاهان دارویی در ایران، فقدان یا کمبود بذر اصلاح شده از گیاهان دارویی است. به منظور نیل به این هدف، ابتدا بایستی ارزیابی و غربالگری مقدماتی را روی ذخایر ژنتیکی در دسترس موجود در بانک‌های ژن انجام داد. سپس با استفاده از اکوتیپ‌های برتر تولید بذر به صورت انبوه و تجاری انجام گیرد. باتوجه به موارد ذکر شده، بالنگو پتانسیل بالایی برای اضافه شدن به کشت مخصوصاً تناوب را داشته و می‌تواند در دستور کاشت قرار گرفته و از مزایای آن بهره جست. هدف از مطالعه حاضر مطالعه تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری از نظر ویژگی‌های زراعی و محتوای روغن دانه و همچنین بررسی امکان کشت اکوتیپ‌های بالنگوی شهری تحت شرایط دیم خرم‌آباد بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد ۳۵ اکوتیپ جدید بالنگوی شهری همراه با رقم شاهد سارا به صورت طرح لاتیس ساده با دو تکرار در شرایط دیم مورد بررسی قرار گرفتند. اطلاعات اکوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که رقم سارا (لاین کردستان) از طریق به‌گزینی از ژرم‌پلاسما داخلی (توده‌های محلی داخل کشور) معرفی شده است. جهت آماده‌سازی زمین، عملیات شخم و دیسک انجام شد و نوع بافت خاک لومی رسی بود. کوددهی به میزان ۳۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۳۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آورده قبل از کاشت مصرف گردید. مقدار ۲۵

تحقیقات دانه‌های روغنی معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم – سرارود کرمانشاه اندازه‌گیری شد. تعداد روز تا گلدهی: از زمان کاشت بذرها در مزرعه تا زمان گلدهی ۵۰ درصد از بوته‌های هر واحد آزمایشی، تعداد روزها شمارش شده و به‌عنوان تعداد روز تا گلدهی در هر واحد آزمایشی گزارش شد. تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک: تعداد روزها از تاریخ کشت تا زمان رسیدن دانه در ۵۰ درصد از بوته‌های هر واحد آزمایشی به‌عنوان روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در نظر گرفته شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا تجزیه واریانس براساس طرح لاتیس و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ برای همه صفات زراعی اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار SAS v9.2 انجام گرفت. تجزیه‌های آماری یک و چندمتغیره شامل تعیین ضرایب همبستگی و تجزیه کلاستر نیز با نرم‌افزار SPSS انجام شد. تجزیه به عامل‌ها بر مبنای چرخش واریماکس برای صفات مختلف بر مبنای مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک انجام شد. ثبت داده‌ها در محیط اکسل و رسم نمودارها در نرم‌افزار R.Studio انجام گرفت.

جدول ۱- نام و مبدأ اکوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

شماره	نام و مبدأ اکوتیپ	استان	ارتفاع	طول و عرض جغرافیایی	شماره	نام و مبدأ اکوتیپ	استان	ارتفاع	طول و عرض جغرافیایی
۱	محلی شهرستان کلوانق ۱	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸° درجه و ۹ دقیقه، ۴۷ درجه و ۰۱ دقیقه	۱۹	محلی تازه کند ۱ هریس	آذربایجان شرقی	۱۵۰۰	۳۸ درجه و ۲۱ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه
۲	محلی شهرستان کلوانق ۳	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه	۲۰	محلی شهرستان کلوانق ۱۵	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه
۳	محلی شهرستان کلوانق ۴	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه	۲۱	روستای پارام ۱ هریس	آذربایجان شرقی	۱۵۰۰	۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه، درجه و ۴۷ دقیقه
۴	محلی شهرستان کلوانق ۶	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه	۲۲	شهرستان زرنق	آذربایجان شرقی	۱۵۹۵	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۸ دقیقه
۵	محلی شهرستان کلوانق ۷	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه	۲۳	ورزقان ۱	آذربایجان شرقی	۱۶۷۰	۳۸ درجه و ۵۰ دقیقه، درجه و ۴۴ دقیقه
۶	محلی سراب ۱	لرستان		۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه	۲۴	ملکان	آذربایجان شرقی	۱۳۰۲	۳۷ درجه و ۱۴ دقیقه، درجه و ۹ دقیقه
۷	محلی شهرستان کلوانق ۸	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه	۲۵	روستای الوار بستان‌آباد	آذربایجان شرقی	۱۴۰۰	۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه، درجه و ۵۴ دقیقه
۸	محلی شهرستان کلوانق ۹	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، درجه و ۰۱ دقیقه	۲۶	روستای دهلان هشت‌رود	آذربایجان شرقی	۱۱۵۰	۳۷ درجه و ۵۲ دقیقه، درجه و ۲ دقیقه
۹	تبریز ۲	آذربایجان شرقی	۱۳۵۰	۳۸ درجه و ۷ دقیقه، درجه و ۲۸ دقیقه	۲۷	روستای کمار سفلی جلفا	آذربایجان شرقی	۱۶۹۷	۳۸ درجه و ۵۰ دقیقه، درجه و ۱ دقیقه
۱۰	تبریز ۵	آذربایجان شرقی	۱۳۵۰	۳۸ درجه و ۷ دقیقه، درجه و ۲۸ دقیقه	۲۸	روستای گوندک بیجار کردستان	کردستان	۱۸۵۴	۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه، درجه و ۳۶ دقیقه
۱۱	تبریز ۳	آذربایجان شرقی	۱۳۵۰	۳۸ درجه و ۷ دقیقه، درجه و ۲۸ دقیقه	۲۹	مرز سرو ارومیه	آذربایجان غربی	۱۶۰۰	۳۷ درجه و ۵۲ دقیقه، درجه و ۵۴ دقیقه
۱۲	تبریز ۱	آذربایجان شرقی	۱۳۵۰	۳۸ درجه و ۷ دقیقه، درجه و ۲۸ دقیقه	۳۰	روستای لیلاب ورزقان	آذربایجان شرقی	۱۷۰۰	۳۸ درجه و ۵۶ دقیقه، درجه و ۲۱ دقیقه

۳۱	شهرستان خاروانا	آذربایجان شرقی	۱۵۸۰	۳۸ درجه و ۵۸ دقیقه، ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه
۳۲	زنجان	زنجان	۱۶۳۰	۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه، ۴۸ درجه و ۴۸ دقیقه
۳۳	نظیرلو درویش بقال	آذربایجان شرقی	۱۳۶۰	۳۸ درجه و ۱۶ دقیقه، ۴۵ درجه و ۵۵ دقیقه
۳۴	سارا	آذربایجان شرقی	۱۸۲۵	۳۷ درجه و ۵۴ دقیقه، ۴۶ درجه و ۵۸ دقیقه
۳۵	شیروان چرداول ایلام	ایلام	۱۰۵۰	۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه، ۴۶ درجه و ۵۶ دقیقه
۳۶	شهرستان سنقر	کرمانشاه	۱۶۸۱	۳۴ درجه و ۵۶ دقیقه، ۴۷ درجه و ۵۹ دقیقه
۱۳	تبریز ۷	آذربایجان شرقی	۱۳۵۰	۳۸ درجه و ۷ دقیقه، ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه
۱۴	تبریز ۶	آذربایجان شرقی	۱۳۵۰	۳۸ درجه و ۷ دقیقه، ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه
۱۵	محلی شهرستان کلوانق ۱۰	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، ۴۷ درجه و ۰۱ دقیقه
۱۶	محلی شهرستان کلوانق ۱۲	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، ۴۷ درجه و ۰۱ دقیقه
۱۷	محلی شهرستان کلوانق ۱۳	آذربایجان شرقی	۱۵۳۰	۳۸ درجه و ۹ دقیقه، ۴۷ درجه و ۰۱ دقیقه
۱۸	تبریز ۴	آذربایجان شرقی	۱۳۵۰	۳۸ درجه و ۷ دقیقه، ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

تجزیه واریانس صفات فنولوژیک تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی، صفات مورفولوژیک و درصد روغن ۳۶ اکوتیپ بالنگوی شهری در جدول ۲ درج شده است. نتایج تجزیه واریانس براساس طرح لاتیس نشان داد که اثر تیمار برای صفت وزن تک بوته در سطح احتمال یک درصد و صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. نتایج تجزیه واریانس براساس طرح لاتیس نشان داد که برای صفات ارتفاع بوته (۹۲/۸۴ درصد)، تعداد کپسول در بوته (۹۷/۵۸ درصد)، تعداد دانه در بوته (۹۹/۷۰ درصد)، تعداد دانه در کپسول (۹۰/۳۵ درصد)، وزن دانه‌ها در بوته (۸۸/۳۷ درصد) و وزن هزار دانه (۹۳/۱۱ درصد)، مزیت نسبی طرح لاتیس کمتر از ۱۰۰٪ بوده و بنابراین، این صفات از طریق طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند (جدول ۳). تجزیه واریانس صفات

مورفولوژیک براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی نشان داد که اکوتیپ‌ها از نظر صفت تعداد دانه در بوته در سطح احتمال پنج درصد و از نظر صفات تعداد کپسول در بوته، وزن دانه‌ها در بوته و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشتند. فتوکیان و ارشدی (۱۳۹۸) در تحقیقی روی ۳۳ رده جهش‌یافته نسل M3 گیاه دارویی بالنگوی شیرازی، تفاوت معنی‌داری بین صفات تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد دانه در فندقه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت گزارش کردند. Amerian و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که سطوح مختلف آبیاری و سلیوم اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک ساقه، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و عملکرد بیولوژیک بالنگو داشتند. Samimifar و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی روی ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری نشان دادند که بین اکوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود داشت که نشان دهنده تنوع بین اکوتیپ‌ها است.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بر پایه طرح لاتیس در اکوتیپ‌های بالنگوی شهری

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
درصد روغن دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد شاخه فرعی در بوته	وزن تک بوته	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	روز تا گلدهی		
۲/۲۱۹	۴۴۰۵۴۷/۵۶	۲۹۶۹۰۷۸/۳۵	۱۸/۱۶۰	۶۳/۱۱۳	۴۵/۱۲۵	۱/۳۸۹	۱	تکرار
۰/۶۸۱ ^{ns}	۲۹۳۴۴/۱۵*	۱۸۷۶۷۰/۲۲*	۰/۴۵۵ ^{ns}	۸/۴۸۴**	۳/۳۰۶*	۰/۳۱۵ ^{ns}	۳۵	تیمار تصحیح شده
۰/۶۶۰	۲۱۲۵۵/۰۷	۱۱۹۹۲۲/۲۱	۰/۳۷۵	۲/۵۱۰	۴/۲۰۸	۱/۱۰۶	۱۰	بلوک‌های درون تکرار (تصحیح شده)
۰/۵۸۶	۱۳۸۸۵/۱۱	۷۵۷۳۷/۶۰	۰/۳۴۴	۲/۰۳۵	۱/۳۳۲	۰/۴۲۲	۲۵	اشتباه آزمایشی
۱۰۰/۳۹	۱۰۴/۷۸	۱۰۵/۵۶	۱۰۰/۲۱	۱۰۱/۲۰	۱۳۵/۳۰	۱۲۴/۲۹	-	کارایی طرح لاتیس (/.)
۲/۱۷	۹/۴۲	۶/۴۷	۱۳/۲۳	۱۵/۸۷	۰/۷۱	۰/۴۶	-	ضریب تغییرات (/.)

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

۲۶ (روستای دهلان هشتروند) با ارتفاع ۳۶ سانتی‌متر و ۲ (محلی شهرستان کلوانق ۳) با ارتفاع ۵۵ سانتی‌متر بود (Sarafranz و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی عملکرد دانه و اجزای عملکرد توده‌های بالنگوی شهری در پاسخ به خاک‌ورزی، بیشترین مقدار ارتفاع را در توده کلیبر (۶۲/۱۳ سانتی‌متر) و کمترین مقدار ارتفاع را در توده کردستان (۵۲/۸۰ سانتی‌متر) گزارش کردند.

نتایج مقایسه میانگین صفات به‌روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در جدول ۴ نشان داده شده است. تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی در اکوتیپ شماره ۵ (محلی شهرستان کلوانق ۷) بیشترین و در اکوتیپ شماره ۸ (محلی شهرستان کلوانق ۹) کمترین مقدار را داشت. در این مطالعه، اکوتیپ شماره ۳۵ (شیروان چرداول ایلام) دارای کمترین تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی نیز بود. برای صفت ارتفاع، کمترین و بیشترین ارتفاع بوته به ترتیب متعلق به اکوتیپ‌های شماره

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در اکوتیپ‌های بالنگوی شهری

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در کپسول	میانگین مربعات	
						وزن دانه‌ها در بوته	وزن هزار دانه
بلوک	۱	۱۳۸/۸۸*	۷۱۸۰/۰۱**	۱۰۲۳۰۲/۷۲**	۰/۳۹۰۰	۳/۵۵۱۱**	۰/۰۰۲۸ ^{ns}
اکوتیپ	۳۵	۵۵/۹۷ ^{ns}	۲۰۳۹/۱۲**	۱۷۰۹۴/۶۳*	۰/۰۴۴۲ ^{ns}	۰/۴۳۷۹**	۳/۰۷۴۶**
اشتباه آزمایشی	۳۵	۳۳/۱۸	۴۹۰/۷۶	۸۰۶۳/۵۸	۰/۱۳۱۷	۰/۱۵۳۸	۱/۲۲۸۰
ضریب تغییرات (%)	-	۱۲/۷۶	۱۵/۴۵	۲۰/۶۸	۱۱/۹۷	۱۶/۰۳	۱۸/۹۳

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

بیشترین و کمترین وزن تک بوته به ترتیب در اکوتیپ‌های شماره ۳۴ (سارا) و ۱۵ (محلی شهرستان کلوانق ۱۰) دیده شد (جدول ۴). بیشترین تعداد شاخه فرعی در اکوتیپ شماره ۳ (محلی شهرستان کلوانق ۴) و کمترین تعداد آن در اکوتیپ شماره ۱۶ (محلی شهرستان کلوانق ۱۲) وجود داشت. بیشترین تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در بوته در اکوتیپ شماره ۳۵ (شیروان و چرداول ایلام) و کمترین تعداد کپسول در بوته در اکوتیپ شماره ۲۰ وجود داشت. Shafaghkhalvanogh و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی روی توده‌های بالنگوی شهری بیشترین تعداد کپسول در بوته را ۴۹/۲ عدد به دست آوردند. Naservafaei و همکاران (۲۰۲۱) در ارزیابی صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه و روغن بالنگوی شهری، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در بوته را به طور متوسط ۲۵۸/۶۵ و ۵۵۰/۶ گزارش نمودند. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به اکوتیپ شماره ۳۶ (شهرستان سنقر) به مقدار ۱۴۸۸ و ۲۶ به میزان ۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۴). Mohtashemi (۲۰۲۳) در آزمایشی روی اکوتیپ‌های بالنگوی شهری بیشترین عملکرد دانه را در اکوتیپ‌های کردستان و مشهد به ترتیب به مقدار ۵۲۹ و ۵۱۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کرد. Naservafaei و همکاران (۲۰۲۱) میانگین عملکرد دانه بالنگوی شهری را ۷۰۶/۴۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. Farzi و همکاران (۲۰۱۶) در آزمایشی بیشترین عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌های بالنگوی شهری در شرایط آبیاری تکمیلی را در توده هشت‌رود با متوسط ۱۳۸۰ کیلوگرم و کمترین مقدار را در توده‌های

نظرو و کلیبر با متوسط ۷۳۰ و ۸۱۰ کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند. در اکوتیپ‌های شماره ۲۰ (محلی شهرستان کلوانق ۱۵) تعداد دانه در بوته کمترین بود. بیشترین و کمترین مقدار تعداد دانه در کپسول به ترتیب در اکوتیپ‌های شماره ۹ (تبریز ۲) و ۲۲ (شهرستان زرنق) دیده شد. بیشترین مقدار وزن دانه در بوته در اکوتیپ شماره ۳۶ (شهرستان سنقر) و کمترین مقدار وزن دانه در بوته در اکوتیپ شماره ۱۰ (تبریز ۵) به دست آمد. اکوتیپ‌های شماره ۳۱ و ۱۶ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک بود. وزن هزار دانه و تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی در اکوتیپ شماره ۲۵ (روستای الوار بستان‌آباد) و ۲۶ بیشترین بود. کمترین مقدار وزن هزار دانه در اکوتیپ شماره ۳ (محلی شهرستان کلوانق ۴) مشاهده گردید. بیشترین مقدار درصد روغن دانه در اکوتیپ شماره ۱۷ (محلی شهرستان کلوانق ۱۳) و کمترین مقدار در اکوتیپ شماره ۲۳ (ورزقان ۱) دیده شد. Samimifar و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی روی ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری، بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح را در توده بومی روستای الوار بستان‌آباد به میزان ۱۱۶/۳ گرم بر مترمربع و کمترین مقدار در واحد سطح به اکوتیپ روستای مجره خلخال با میانگین ۴۰/۲۵ گرم بر مترمربع بدست آوردند. همچنین عملکرد روغن در واحد سطح با میانگین ۴۴/۴ گرم بر مترمربع در توده بومی روستای الوار بستان‌آباد بیشترین مقدار بود. بیشترین درصد روغن در این آزمایش در توده بومی شهرستان کلوانق ۷ (شماره ۷) با میانگین ۳۶/۳۸ درصد به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های مختلف بالنگوی شهری

اکوتیپ	روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (cm)	وزن تک بوته (g)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد کیسول در بوته
۱	۱۵۲/۳۶	۱۸۰/۲۳	۵۲/۷۵	۹/۲۷	۴/۸۳	۱۱۲/۰
۲	۱۵۱/۷۱	۱۷۹/۶۸	۵۵/۲۵	۷/۴۸	۳/۶۷	۱۴۰/۰
۳	۱۵۲/۷۱	۱۷۸/۷۷	۴۳/۰۰	۸/۸۴	۵/۲۵	۱۸۲/۰
۴	۱۵۲/۴۱	۱۷۸/۷۳	۴۹/۷۵	۷/۹۱	۴/۱۷	۱۵۴/۵
۵	۱۵۳/۲۱	۱۷۸/۵۶	۴۷/۰۰	۷/۲۷	۴/۱۷	۱۰۵/۵
۶	۱۵۲/۷۶	۱۷۷/۳۹	۴۳/۷۵	۷/۶۵	۵/۰۹	۱۷۶/۵
۷	۱۵۱/۷۶	۱۷۸/۷۷	۵۴/۷۵	۶/۵۲	۴/۴۲	۱۱۱/۵
۸	۱۵۱/۶۰	۱۷۹/۲۳	۴۱/۰۰	۶/۷۹	۳/۶۷	۱۳۱/۰
۹	۱۵۲/۱۰	۱۷۸/۸۲	۴۹/۰۰	۸/۷۹	۳/۹۲	۹۹/۰
۱۰	۱۵۲/۸۱	۱۷۹/۷۷	۴۳/۰۰	۶/۷۸	۳/۹۲	۱۰۷/۰
۱۱	۱۵۲/۶۰	۱۷۹/۱۰	۴۴/۷۵	۷/۸۹	۴/۵۰	۱۰۷/۰
۱۲	۱۵۱/۶۵	۱۷۶/۹۳	۳۷/۵۰	۷/۱۵	۴/۱۷	۱۵۶/۵
۱۳	۱۵۲/۳۱	۱۷۷/۸۴	۴۱/۰۰	۷/۰۵	۴/۵۰	۱۰۷/۵
۱۴	۱۵۲/۶۵	۱۷۹/۳۰	۳۶/۲۵	۹/۵۶	۴/۸۳	۱۶۶/۵
۱۵	۱۵۲/۶۵	۱۷۷/۸۹	۴۵/۰۰	۵/۷۹	۳/۹۲	۱۶۰/۰
۱۶	۱۵۲/۸۶	۱۷۷/۳۴	۳۸/۰۰	۷/۳۹	۳/۶۷	۱۳۴/۵
۱۷	۱۵۲/۱۵	۱۷۷/۱۷	۴۰/۷۵	۱۰/۰۹	۵/۲۵	۱۷۶/۵
۱۸	۱۵۲/۷۱	۱۷۹/۵۰	۴۵/۷۵	۱۰/۴۹	۴/۶۷	۱۹۵/۰
۱۹	۱۵۲/۴۰	۱۷۷/۸۷	۴۹/۰۰	۱۰/۲۰	۴/۹۲	۱۴۷/۰
۲۰	۱۵۲/۲۴	۱۷۸/۸۳	۴۲/۵۰	۹/۸۰	۳/۵۹	۹۰/۵
۲۱	۱۵۲/۷۴	۱۷۷/۹۲	۴۶/۰۰	۹/۲۴	۴/۲۵	۱۵۷/۵
۲۲	۱۵۱/۹۵	۱۷۹/۳۷	۴۷/۲۵	۱۰/۸۳	۴/۴۲	۱۸۵/۵
۲۳	۱۵۲/۲۴	۱۷۹/۷۰	۴۲/۷۵	۱۱/۱۰	۴/۵۰	۱۹۱/۰
۲۴	۱۵۲/۲۹	۱۸۰/۰۳	۴۷/۵۰	۱۱/۲۸	۴/۴۲	۱۰۷/۰
۲۵	۱۵۲/۴۰	۱۸۱/۵۶	۴۰/۲۵	۱۱/۰۵	۴/۲۵	۱۱۴/۵
۲۶	۱۵۲/۷۴	۱۸۱/۰۱	۳۶/۰۰	۱۱/۱۰	۴/۷۵	۱۴۰/۵
۲۷	۱۵۲/۲۴	۱۷۷/۶۰	۴۰/۵۰	۷/۶۹	۴/۵۰	۱۳۶/۵
۲۸	۱۵۲/۴۵	۱۷۷/۰۶	۴۷/۲۵	۸/۶۹	۴/۳۳	۱۳۹/۵
۲۹	۱۵۲/۲۴	۱۷۸/۳۹	۵۱/۲۵	۹/۶۴	۴/۴۲	۱۴۷/۵
۳۰	۱۵۱/۷۹	۱۷۷/۲۲	۵۰/۷۵	۸/۴۳	۴/۶۷	۱۴۸/۵
۳۱	۱۵۲/۲۹	۱۸۰/۷۴	۵۱/۵۰	۱۲/۸۷	۵/۳۴	۱۶۸/۰
۳۲	۱۵۲/۱۴	۱۸۰/۷۰	۴۳/۲۵	۹/۹۶	۴/۴۲	۱۷۳/۵
۳۳	۱۵۲/۶۴	۱۷۹/۲۸	۵۲/۵۰	۷/۸۵	۵/۰۹	۹۷/۵
۳۴	۱۵۲/۸۵	۱۷۹/۷۴	۵۰/۰۰	۱۴/۴۶	۴/۹۲	۱۲۴/۵
۳۵	۱۵۲/۶۴	۱۷۶/۵۷	۴۰/۲۵	۱۱/۵۳	۵/۰۰	۲۱۶/۰
۳۶	۱۵۱/۶۹	۱۷۶/۹۰	۳۸/۲۵	۱۳/۸۹	۵/۰۸	۱۵۲/۰
میانگین	۱۵۲/۳۶	۱۷۸/۷۶	۴۵/۱۴	۹/۲۳	۴/۴۸	۱۴۳/۳۲
بیشترین	۱۵۳/۲۱	۱۸۱/۵۶	۵۵/۲۵	۱۴/۴۶	۵/۳۴	۲۱۶/۰۰
کمترین	۱۵۱/۶۰	۱۷۶/۵۷	۳۶/۰۰	۵/۷۹	۳/۵۹	۹۰/۵۰
LSD ۵%	۱/۴۵	۲/۶۰	۱۱/۶۹	۲/۹۰	۱/۱۹	۴۴/۹۷

ادامه جدول ۴

اکوتیپ	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن دانه‌ها در بوته (g)	وزن هزاردانه (g)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	درصد روغن دانه
۱	۳۴۲/۶۰	۳/۰۶	۲/۴۱	۷/۰۱	۴۴۹۶	۱۳۰۸	۳۶/۵۵
۲	۴۲۳/۲۵	۳/۰۲	۲/۰۰	۴/۷۳	۴۲۵۷	۱۰۸۷	۳۵/۴۲
۳	۵۴۷/۳۵	۳/۰۲	۲/۲۸	۴/۱۴	۴۷۳۳	۱۳۳۵	۳۶/۳۸
۴	۴۶۷/۵۰	۳/۰۳	۲/۰۲	۴/۳۴	۴۳۲۱	۱۱۱۶	۳۶/۰۰
۵	۳۲۳/۵۰	۳/۰۴	۱/۸۱	۵/۵۶	۴۲۶۹	۱۱۱۰	۳۵/۵۵
۶	۵۳۵/۰۵	۳/۰۲	۲/۳۵	۴/۳۸	۴۳۷۳	۱۴۱۱	۳۶/۳۳
۷	۳۴۱/۵۰	۳/۰۴	۲/۱۱	۶/۳۳	۴۳۱۵	۱۴۳۰	۳۶/۶۵
۸	۴۲۱/۶۵	۳/۲۱	۱/۸۸	۴/۴۵	۴۸۲۳	۱۴۳۶	۳۵/۳۸
۹	۳۳۱/۶۵	۳/۳۸	۱/۹۸	۵/۹۲	۴۴۴۸	۱۳۴۱	۳۵/۰۱
۱۰	۳۵۲/۳۵	۳/۲۸	۱/۶۰	۴/۵۱	۴۰۵۵	۱۲۴۵	۳۶/۱۸
۱۱	۳۱۵/۹۰	۲/۹۳	۲/۲۱	۶/۹۲	۴۰۵۹	۱۲۳۵	۳۵/۸۸
۱۲	۴۷۸/۱۰	۳/۰۰	۲/۳۹	۵/۱۷	۴۵۹۵	۱۴۶۲	۳۵/۶۳
۱۳	۳۲۹/۷۵	۳/۰۶	۱/۸۶	۵/۶۳	۴۳۰۰	۱۳۳۶	۳۶/۵۵
۱۴	۵۰۷/۶۵	۳/۰۵	۲/۶۳	۵/۱۵	۴۶۴۲	۱۲۸۵	۳۵/۹۰
۱۵	۴۹۰/۰۰	۳/۰۷	۲/۳۲	۴/۸۶	۴۲۰۴	۱۳۴۴	۳۵/۷۳
۱۶	۳۷۲/۳۵	۲/۷۴	۲/۱۵	۵/۸۰	۳۸۳۱	۱۲۶۸	۳۵/۹۳
۱۷	۵۳۸/۱۰	۳/۰۶	۲/۶۶	۴/۸۸	۴۲۱۱	۱۴۵۲	۳۶/۸۳
۱۸	۵۸۹/۸۵	۳/۰۲	۳/۰۵	۵/۱۸	۴۲۴۸	۱۲۰۲	۳۵/۰۹
۱۹	۴۶۶/۴۰	۳/۱۳	۲/۸۴	۶/۳۱	۴۴۲۰	۱۳۱۲	۳۶/۳۹
۲۰	۲۷۷/۳۰	۳/۰۶	۲/۱۴	۷/۶۹	۴۷۲۳	۱۳۵۵	۳۵/۸۰
۲۱	۴۷۸/۵۰	۳/۰۴	۲/۳۲	۴/۸۶	۴۲۳۲	۱۲۹۴	۳۵/۷۲
۲۲	۴۶۲/۸۵	۲/۴۹	۲/۴۴	۵/۲۷	۴۱۷۷	۱۲۹۵	۳۴/۷۸
۲۳	۵۷۹/۸۵	۳/۰۴	۲/۶۹	۴/۶۳	۴۶۴۴	۱۱۹۸	۳۴/۳۰
۲۴	۳۳۰/۱۵	۳/۰۹	۲/۵۸	۷/۷۹	۴۸۵۰	۱۲۶۳	۳۶/۲۲
۲۵	۳۴۸/۶۰	۳/۰۳	۲/۹۹	۸/۶۲	۴۷۴۸	۱۱۳۸	۳۵/۰۱
۲۶	۴۱۸/۶۵	۲/۹۷	۲/۷۱	۶/۷۴	۴۷۰۲	۱۰۱۹	۳۵/۵۵
۲۷	۳۸۳/۵۰	۲/۷۶	۲/۱۴	۶/۰۳	۴۶۴۰	۱۳۱۳	۳۴/۶۲
۲۸	۴۲۱/۸۵	۳/۰۳	۲/۷۴	۶/۶۵	۴۵۷۲	۱۴۵۷	۳۶/۶۰
۲۹	۴۴۶/۰۰	۳/۰۱	۲/۳۹	۵/۳۹	۴۴۷۷	۱۳۳۳	۳۵/۸۷
۳۰	۴۸۲/۳۰	۳/۲۹	۲/۸۹	۶/۰۳	۴۷۸۷	۱۴۴۲	۳۵/۷۶
۳۱	۵۰۹/۳۵	۳/۰۵	۲/۹۱	۶/۳۳	۵۱۳۱	۱۳۸۸	۳۵/۷۸
۳۲	۵۲۳/۵۰	۳/۰۲	۳/۱۰	۶/۳۸	۴۸۵۹	۱۳۸۱	۳۵/۴۰
۳۳	۳۰۹/۶۵	۳/۱۱	۱/۸۳	۶/۱۹	۵۰۶۳	۱۳۸۹	۳۵/۵۴
۳۴	۳۷۷/۳۰	۳/۰۳	۳/۲۰	۸/۵۴	۴۷۰۶	۱۳۷۰	۳۶/۱۶
۳۵	۶۵۳/۲۵	۳/۰۳	۲/۸۲	۴/۳۰	۴۱۵۱	۱۳۶۲	۳۶/۰۷
۳۶	۴۵۸/۲۰	۳/۰۲	۳/۷۵	۸/۱۸	۴۰۳۸	۱۴۸۸	۳۵/۵۵
میانگین	۴۳۴/۳۱	۳/۰۳	۲/۴۵	۵/۸۶	۴۴۷۵	۱۳۱۱	۳۵/۷۸
بیشترین	۶۵۳/۲۵	۳/۳۸	۳/۷۵	۸/۶۲	۵۱۳۱	۱۴۸۸	۳۶/۸۳
کمترین	۲۷۷/۳۰	۲/۴۹	۱/۶۰	۴/۱۴	۳۸۳۱	۱۰۱۹	۳۴/۳۰
LSD ۵%	۱۸۲/۳۰	-/۷۳۷	-/۷۹۶	۲/۲۵	۵۹۵/۸۸	۲۳۹/۲۲	۱/۵۵

ضرایب همبستگی

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه (جدول ۵) نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی منفی و معنی‌دار

دارد. همبستگی عملکرد دانه و درصد روغن، مثبت و معنی‌دار بود. وزن هزار دانه با صفات وزن تک بوته و وزن دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات تعداد

دانه در بوته و تعداد کپسول در بوته همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار داشت. با افزایش تعداد دانه و تعداد کپسول در بوته، مواد غذایی از منبع به سمت دانه‌های در حال تشکیل با کمبود مواجهه خواهد شد و دانه‌ها کوچک خواهند ماند که در نتیجه آن وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Lazaro & Larrinaga, 2018). صفت وزن دانه در بوته با صفات تعداد دانه در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی و وزن تک بوته همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در بوته و به دنبال آن تعداد دانه در بوته افزایش یافته که با تغذیه اصولی دانه‌ها تا جایی که کپسول بذر ظرفیت داشته باشد رشد خواهند کرد که باعث افزایش تعداد دانه و وزن دانه در بوته می‌شود (Lazaro & Lrrinago, 2018). صفت تعداد دانه در کپسول با صفت تعداد کپسول در بوته همبستگی منفی داشت. صفت تعداد کپسول در بوته با صفات تعداد شاخه فرعی و وزن تک بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. وزن تک بوته با تعداد شاخه فرعی در بوته همبستگی مثبت و

بسیار معنی‌دار داشت. با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی بوته بیوماس و وزن تر و در نتیجه وزن بوته افزایش خواهد یافت. بیوماس و وزن تر و در نتیجه وزن بوته افزایش خواهد یافت. Shafagh-Kolvanagh و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که نشان دادند که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه همبستگی بالایی دارد و این صفات را از اجزای مؤثر در افزایش عملکرد دانه معرفی کردند. Abdolahi و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از تجزیه همبستگی در بالنگوی شهری نشان دادند که بین کارایی مصرف آب با شاخص سطح برگ، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری در شرایط تنش وجود دارد. Jahangiri و همکاران (۲۰۲۱) در بالنگوی شیرازی همبستگی بین ارتفاع بوته با وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه و شاخص برداشت، عملکرد دانه با وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در بوته با وزن هزار دانه و وزن هزار دانه با شاخص برداشت را مثبت و معنی‌دار گزارش کردند.

جدول ۵- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های مختلف بالنگوی شهری

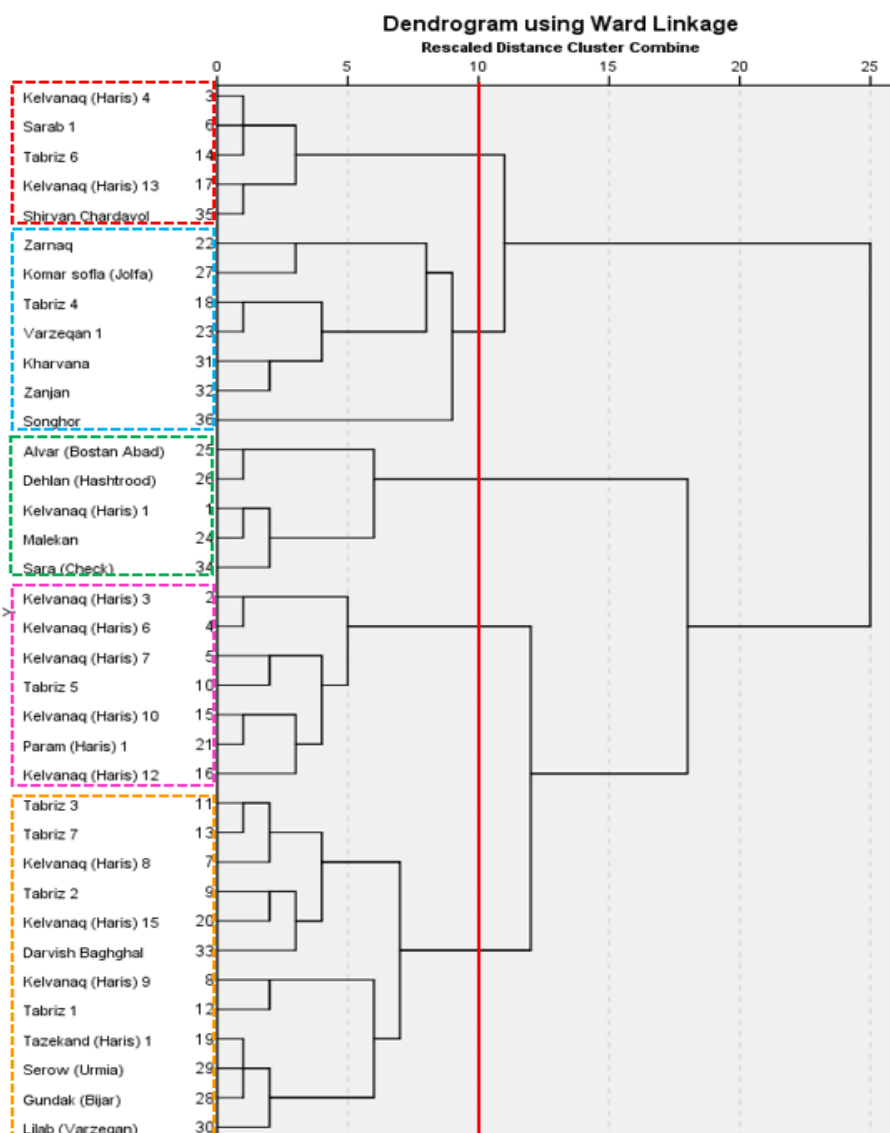
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱.روز تا گلدهی												
۲.روز تا رسیدگی	۰/۰۹۷											
۳.ارتفاع بوته	-۰/۱۲۶	۰/۱۸۵	۱									
۴.وزن تک بوته	۰/۰۱۴	۰/۲۶۷	-۰/۰۶۷	۱								
۵.تعداد شاخه فرعی در بوته	۰/۱۶۲	-۰/۰۴۷	۰/۰۱۷	۰/۵۱۶**	۱							
۶.تعداد کپسول در بوته	-۰/۰۱۵	-۰/۲۲۷	-۰/۲۳۸	۰/۲۹۰	۰/۴۱۰*	۱						
۷.تعداد دانه در بوته	-۰/۰۲۰	-۰/۲۴۱	-۰/۲۱۶	۰/۲۶۵	۰/۴۲۵**	۰/۹۷۵**	۱					
۸.تعداد دانه در کپسول	-۰/۰۶۸	۰/۰۳۸	۰/۱۹۹	-۰/۱۱۸	-۰/۰۳۹	-۰/۲۹۳	-۰/۰۸۱	۱				
۹.وزن دانه	-۰/۱۲۱	۰/۰۳۶	-۰/۱۶۶	۰/۸۰۳**	۰/۵۱۸**	۰/۴۷۰**	۰/۴۷۴**	-۰/۰۹۱	۱			
۱۰.وزن هزاردانه	-۰/۰۶۰	۰/۳۱۶	۰/۰۶۳	۰/۵۰۹**	۰/۰۸۴	-۰/۵۲۴**	-۰/۵۴۸**	-۰/۰۲۶	۰/۴۶۰**	۱		
۱۱.عملکرد بیولوژیک	-۰/۱۶۱	۰/۴۵۸**	۰/۱۴۹	۰/۲۴۱	۰/۲۴۵	-۰/۱۰۷	-۰/۰۴۹	۰/۲۶۳	۰/۱۵۳	۰/۲۷۷	۱	
۱۲.عملکرد دانه	-۰/۴۰۵*	-۰/۵۲۷**	۰/۰۰۹	۰/۰۲۴	۰/۲۷۶	۰/۱۰۲	۰/۱۴۲	۰/۱۶۸	۰/۲۱۳	۰/۱۴۸	۰/۰۵۱	۱
۱۳.درصد روغن دانه	۰/۱۷۶	-۰/۲۹۱	۰/۱۵۳	-۰/۱۲۷	۰/۲۸۰	-۰/۱۴۵	-۰/۰۸۶	۰/۲۳۱	-۰/۰۶۶	۰/۰۱۸	-۰/۱۵۳	۰/۳۳۰*

تجزیه خوشه‌ای

براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای که براساس بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی و روش Ward انجام گردید، اکوتیپ‌ها به پنج گروه تقسیم شدند (شکل ۱). در گروه اول پنج اکوتیپ شامل شماره‌های ۳ (محلی کلوانق ۴)، ۶ (محلی سراب)، ۱۴ (تبریز ۶)، ۱۷ (محلی کلوانق ۱۳) و ۳۵ (شیروان چرداول ایلام) قرار گرفتند که از نظر صفات مورد بررسی از جمله وزن هزار دانه، وزن تک بوته و عملکرد بیولوژیک نسبت به سایر اکوتیپ‌ها برتری داشتند. همچنین بیشترین تعداد روز تا رسیدگی در این گروه مشاهده گردید. از پنج اکوتیپ قرار گرفته در این گروه، سه مورد مربوط به شهرستان کلوانق و تبریز بودند. در گروه دوم هفت اکوتیپ شامل اکوتیپ‌های ۱۸ (تبریز ۴)، ۲۲ (زرنق)، ۲۳ (ورزقان)، ۲۷ (جلفا)، ۳۱ (خاروانا)، ۳۲ (زنجان)، ۳۶ (سنقر) قرار داشتند که نسبت به بقیه گروه‌ها تعداد روز تا گلدهی بیشتری داشتند. در این گروه پنج اکوتیپ جمع‌آوری شده از آذربایجان شرقی به همراه یک اکوتیپ از زنجان و اکوتیپ سنقر قرار گرفتند که این گروه‌بندی اکوتیپ‌های به هم نشان‌دهنده دقت خوشه‌بندی است. در گروه سوم، پنج اکوتیپ ۱ (محلی کلوانق ۱)، ۲۴ (ملکان)، ۲۵ (بستان‌آباد)، ۲۶ (هشترود) و ۳۴ (سارا) قرار داشتند که از نظر صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد مانند تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در کپسول و درصد روغن دانه از بقیه گروه‌ها برتر بوده‌اند. تمام اکوتیپ‌های این گروه مربوط به شهرهای آذربایجان شرقی بودند که به همراه اکوتیپ سارا در یک گروه قرار گرفتند. این اکوتیپ‌ها می‌توانند منابع ژنتیکی یکسانی داشته باشند. بنابراین، در این تحقیق اگر هدف انتخاب اکوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا و روغن بیشتر باشد، باید گروه سوم را مطلوب در نظر گرفت. در گروه چهارم

هفت اکوتیپ شماره ۲ (محلی کلوانق ۴)، ۴ (محلی کلوانق ۶)، ۵ (محلی کلوانق ۷)، ۱۰ (تبریز ۵)، ۱۵ (محلی کلوانق ۱۰)، ۱۶ (محلی کلوانق ۱۲) و ۲۱ (پارام هریس) قرار داشتند که میانگین صفات ارتفاع بوته و عملکرد دانه در آن‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر از بقیه گروه‌ها بود (جدول ۴). گروه پنجم دارای بیشترین تعداد اکوتیپ بوده و از نظر صفت وزن دانه در بوته از بقیه گروه‌ها برتری داشتند. تمام اکوتیپ‌های قرار گرفته در گروه چهارم مربوط به استان آذربایجان شرقی بودند و احتمالاً دارای یک منبع ژنتیکی مشترک باشند.

اکوتیپ‌های موجود در هر یک از گروه‌ها دارای قرابت ژنتیکی بیشتری نسبت به اکوتیپ‌های موجود در گروه‌های دیگر هستند. اکوتیپ‌های هر گروه، براساس میزان قرابت چندین صفت مختلف گروه‌بندی شده‌اند که منجر به قرارگیری اکوتیپ‌های مشابه در یک گروه خواهد شد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه تابع تشخیص تأیید شد. Arshadi Fotokian (۲۰۱۹) در تحقیقی بر روی ۳۳ رده‌ی جهش‌یافته نسل M3 گیاه دارویی بالنگوی شهری نشان دادند که تجزیه خوشه‌ای براساس مربع فاصله اقلیدسی به روش Ward، این رده‌ها در چهار خوشه قرار دارند. نتایج تحقیقات شفق کلوانق و همکاران (۱۳۹۶) ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری را براساس صفات عملکرد و اجزای عملکرد در دو گروه خوشه‌بندی کرد. Farzi و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی روی ۱۲ توده بالنگوی شهری انتخابی از مناطق مختلف کشور نشان دادند که تجزیه خوشه‌ای به روش Ward توده‌ها را در شرایط آبیاری تکمیلی در سه خوشه کاملاً متمایز و در شرایط دیم در چهار خوشه قرار می‌دهد. Samimifar و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی روی ۴۹ اکوتیپ بالنگوی شهری نشان دادند که تجزیه خوشه‌ای براساس میانگین داده‌های استاندارد شده و بر پایه روش Ward اکوتیپ‌های مورد مطالعه را در پنج گروه قرار داد.



شکل ۱ - دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ۳۶ اکوتیپ بالنگوی شهری براساس روش وارد بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی

تجزیه به عامل‌ها

نتایج تجزیه به عامل‌ها پنج عامل را شناسایی کرد (جدول ۶). در عامل اول تاکید بر وزن تک بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن دانه‌ها بود. عامل دوم شامل صفات روز تا ۵۰ درصد رسیدگی، وزن تک بوته و وزن هزار دانه بود. اکثر صفات موجود در عامل اول و دوم مربوط به اجزای عملکرد هستند، بنابراین این دو عامل، عوامل اجزای عملکرد نامگذاری شدند. در عامل سوم صفات عملکرد دانه و درصد روغن دانه تاثیرگذار بودند. این عامل، عامل عملکرد نامگذاری شد و

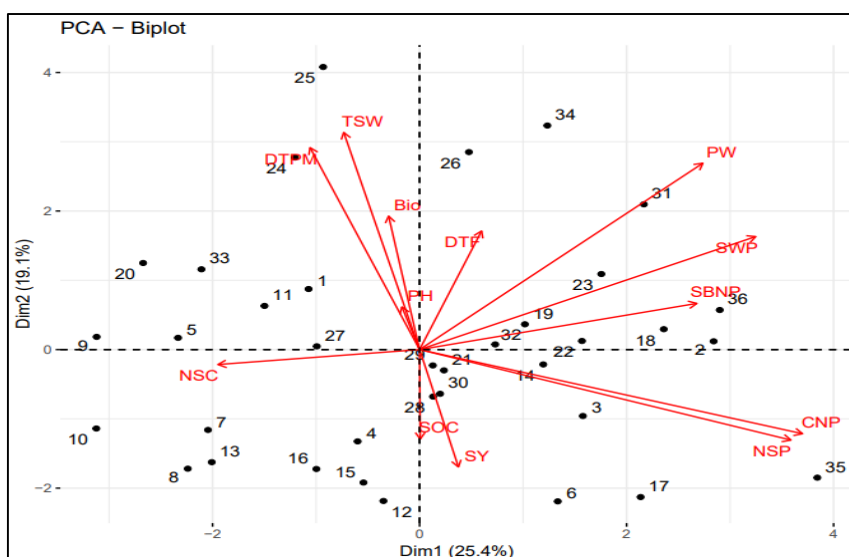
عامل چهارم شامل صفات ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک بود و از آنجایی که این دو عامل به کنوپی گیاه ربط دارند، این عامل کنوپی نامگذاری شد. صفت درصد روغن در عامل پنجم جای داشت، این عامل عامل درصد روغن نامگذاری شد. این ۵ عامل در مجموع حدود ۸۰ درصد از واریانس فنوتیپی صفات موردنظر را توجیه کردند. باتوجه به اینکه ویژگی‌های عملکرد و اجزای عملکرد در عامل اول و دوم جای داشتند این دو عامل از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و بیشترین درصد واریانس (حدود ۴۵ درصد) را به خود اختصاص دادند.

جدول ۶- تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه در ۳۶ اکوتیپ بالنگوی شهری

صفات	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳	عامل ۴	عامل ۵
روز تا ۵۰ درصد گلدهی	۰/۱۴۳	-۰/۴۰۹	۰/۲۶۵	-۰/۲۴۴	۰/۴۹۰
روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک	-۰/۲۵۳	-۰/۶۹۷	۰/۲۵۵	۰/۳۴۴	۰/۰۶۸
ارتفاع بوته	-۰/۰۴۱	-۰/۱۴۷	-۰/۲۸۷	۰/۵۲۴	۰/۴۷۲
وزن تک بوته	۰/۶۵۴	-۰/۶۴۳	-۰/۱۵۲	-۰/۰۷۸	-۰/۰۹۷
تعداد شاخه فرعی در بوته	۰/۶۴۰	-۰/۱۵۹	-۰/۳۹۴	۰/۰۵۷	۰/۲۸۸
تعداد کپسول در بوته	۰/۸۸۴	۰/۲۹۰	۰/۲۷۴	۰/۲۱۲	-۰/۰۱۷
تعداد دانه در بوته	۰/۸۵۷	۰/۳۱۲	۰/۲۱۲	۰/۳۰۳	-۰/۰۱۹
تعداد دانه در کپسول	-۰/۴۶۶	۰/۰۵۱	-۰/۳۲۶	۰/۴۷۴	-۰/۰۷۳
وزن دانه‌ها در تک بوته	۰/۷۷۶	-۰/۳۹۰	-۰/۲۶۵	-۰/۱۲۱	-۰/۲۱۶
وزن هزاردانه	-۰/۱۷۵	-۰/۷۴۹	-۰/۴۴	-۰/۳۷۸	-۰/۱۷۳
عملکرد بیولوژیک	-۰/۰۷۲	-۰/۴۶۱	-۰/۱۵۹	۰/۶۸۲	-۰/۱۴۶
عملکرد دانه	۰/۰۹۰	۰/۴۰۵	-۰/۷۲۸	۰/۰۸۲	-۰/۳۳۶
درصد روغن دانه	۰/۰۰۱	۰/۳۰۹	-۰/۶۰۷	-۰/۱۷۳	۰/۵۵۳
مقادیر ویژه	۳/۳۰۴	۲/۴۸۲	۱/۸۷۱	۱/۴۸۲	۱/۰۸
درصد واریانس تجمعی (%)	۲۵/۴	۴۴/۵	۵۸/۹	۷۰/۳	۷۸/۶

باتوجه به اینکه دو عامل اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه در این دو عامل قرار داشتند، از این دو عامل جهت بررسی پراکنش اکوتیپ‌ها و شناسایی اکوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد؛ به‌طوری‌که ملاحظه می‌گردد (شکل ۲) اکوتیپ‌های شماره ۳۴، ۳۱، ۲۳، ۳۶،

۲۶، ۱۹ و ۱۸ که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند در این روش انتخاب شدند. نتایج تجزیه به عامل‌ها و ترسیم بای پلات با نتایج نمودار خوشه‌ای مطابقت داشت. به‌طوری‌که اکوتیپ‌هایی که در ناحیه اول قرار گرفته بودند در یک خوشه جای داشتند.



شکل ۲- تجزیه بای پلات بر مبنای صفات و اکوتیپ‌های مورد مطالعه بالنگوی شهری

بررسی ۳۵ اکوتیپ همراه با رقم شاهد در شرایط مزرعه‌ای نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری از نظر ویژگی‌های عملکردی و فنولوژیک بین اکوتیپ‌ها وجود دارد، به‌ویژه در وزن دانه، تعداد کپسول و درصد روغن دانه. اکوتیپ شماره ۳۶ بهترین عملکرد دانه و وزن بوته را داشت و برخی اکوتیپ‌ها مانند شماره ۱۱ و ۳۶ زودرس‌تر بودند. همچنین، همبستگی منفی بین عملکرد دانه و مدت زمان رسیدگی و همبستگی مثبت بین عملکرد و درصد روغن مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج خوشه‌بندی، چند اکوتیپ خاص شامل ۱، ۲۴، ۲۵، ۲۶ و ۳۴ به‌عنوان نمونه‌های ایده‌آل برای اصلاح و بهره‌برداری پیشنهاد شدند. این پژوهش اهمیت استفاده از تنوع ژنتیکی برای بهبود کمی و کیفی بالنگوی شهری را مورد تأکید قرار می‌دهد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت دانشگاه رازی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم آباد انجام شده که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- Abdolahi, M., Maleki Farahani, S., Fotokian, M. H., & Hasanzade Goorut Tappe, A. (2014). Evaluation of yield, yield components and water use efficiency of Shahri and Shirazi balangu (*Lallemantia* sp) under drought stress for irrigation management. *Water and Irrigation Management*, 3(2), 103-120. <https://doi.org/10.22059/jwim.2014.50045>
- 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>
- Amerian, M., Zebarjadi, A., & Mehrabi, J. A. (2022). The effect of drought stress and selenium on some morphophysiological characteristics of dragons head (*Lallemantia iberica* L.). *Journal of Plant Environmental Physiology*, 16(64), 55-74. (In persian). <https://doi.org/10.30495/IPER.2022.688791>
- Bagheri, N., & Pirzad, A. (2021). Physiological and Biochemical Yield-Related Response of *Lallemantia iberica* to Nitrogen Fertilizer Sources in Soil Salinity Conditions. *Journal of Agroecology*, 13(3), 519-538. <https://doi.org/10.22067/jag.v13i3.82396>
- Cheraghi, A., Rahmani, F., & Hassanzadeh-Ghorttpeh, A. (2018). IRAP and REMAP based genetic diversity among varieties of *Lallemantia iberica*. *Molecular Biology Research Communications*, 7(3), 125-132. <https://doi.org/10.22099/mbrc.2018.29924.1327>

- Emre, I., Gedik, O., Kurşat, M., & Kıran, Y. (2021). Karyotype Analysis of *Lallemantia Fisch.*, & CA Mey. Species Grown in Turkey: A Detailed Karyotype Asymmetry Study. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 1-8. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.783170>
- FAO. (2024). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data.QC>.
- Farzi, M., Alizade, K., & Arshad, M. (2016). Study on Dragons head (*Lallemantia iberica* L.) landraces under supplementary irrigation and rainfed conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 38(2), 401-412.
- Fotokian, M. H., & Arshadi, M. (2019). Genetic diversity in medicinal mutant lines of Shirazi balango (*Lallemantia Royleana*). *Journal of Nuclear Science and Technology*, 87(2), 101-108. (In persian).
- Heydari, A. (2022). Investigation of the relationship between biological yield and some agronomic traits of common ecotypes of *Lallemantia iberica* from Iran. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*,
- Ion, V., Basa, A. G., Sandoiu, D. I., & Obrisca, M. (2011). Results regarding biological characteristics of the species *Lallemantia iberica* in the specific conditions from south Romania. *Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A*, 54, 275-280.
- Jahangiri, H., Mollafilabi, A., & Hosseini, H. (2021). The Effects of irrigation levels and soil fertilizers on yield components and quantitative and quality yield of Balangu (*Lallemantia royleana* Benth.) under Torbat-e jam climatic conditions. *Journal of Agroecology*, 13(2), 345-361. <https://doi.org/10.22067/jag.v13i2.86263>
- Jones, G., & Valamoti, S. M. (2005). *Lallemantia*: an imported or introduced oil plant in Bronze Age northern Greece. *Vegetation history and archaeobotany*, 14, 571-577.
- Khan, A., Siddiqui, A., Jamal, A., & Fatima, G. (2019). *Lallemantia royleana* Benth. (Balangu): A Compendious Review on Phytochemistry, Pharmacology and Ethnomedicinal Uses. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9, 175-177. <https://doi.org/10.22270/JDDT.V9I5-S.3279>
- Koohdar, F., Aram, N., & Sheidai, M. (2021). Biosystematics, fingerprinting and DNA barcoding study of the genus *Lallemantia* based on SCoT and REMAP markers. *Caryologia*, 74(4), 77-83. <https://doi.org/10.36253/caryologia-1163>
- Lázaro, A., & Larrinaga, A. R. (2018). A multi-level test of the seed number/size trade-off in two Scandinavian communities. *PLOS ONE*, 13(7), e0201175. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201175>
- Mirzakhani, M. (2015). Relationship of Simultaneous Cropping with Legumes and Application of Chemical and Biological Fertilizers with Agronomic Nitrogen Use Efficiency in Corn. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25(2), 17-32.
- Naservafaei, S., Sohrabi, Y., & Moradi, P. (2021). Evaluation of physiological characteristics, yield, yield components, and oil yield of dragon's head under deficit irrigation conditions in response to foliar application of Brassinosteroid. *Journal of Crops Improvement*, 23(3), 606-593.
- Samimifar, P., Shafagh Kolvanagh, J., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., & Raei, Y. (2019). Evaluation of grain yield and oil and protein of 49 dragon's head (*Lallemantia iberica* Fisch. et Mey) Ecotype at East Azarbaijan. *Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Production*, 29(4), 159-174.
- Sarafraz, Z., Amini Dahaghi, M., & Rafiee, M. (2022). Study of morphological traits, grain yield and yield components of *Lallemantia iberica* masses in response to tillage treatment in Khorramabad region. *Journal of Agricultural Sciences and Sustainable Production*, 32(3), 79-93. <https://doi.org/10.22034/SAPS.2021.44133.2615>
- Shafagh, J., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Raei, Y., Samimifar, P., & Amani, M. (2025). Investigating Different Populations of Dragon's head (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) in terms of Percentage and Yield of Protein in the Climatic Conditions of East Azarbaijan. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 34(4), 333-350. <https://doi.org/10.22034/saps.2023.58092.3101>
- Shafagh-Kolvanagh, J., Azadmard-Taleshmikaeel, A., Raei, Y., Zehtab-Salmasi, S., Azadmard-Damirchi, S., & Dastborhan, S. (2018). Evaluation of morphological traits, yield components, and essential oil content of *Lallemantia iberica* under weed interference periods. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(2), 135-150. <https://doi.org/10.22034/saps.2018.58092>
- Shafagh, J., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Raei, Y., Samimifar, P., & Amani, M. (2025). Investigating Different Populations of Dragon's head (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) in terms of Percentage and Yield of Protein in the Climatic Conditions of East Azarbaijan. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 34(4), 333-350. <https://doi.org/10.22034/saps.2023.58092.3101>.