

Research Article

Vol. 40, No. 2, Summer 2026, p. 333-348

Producing and Comparing Qualitative and Quantitative Traits of Half-Sib Families with Parents in Short-Day Onions (*Allium cepa* L.)

A. Darabi^{1*}, Z. Abbasi²

- 1- Crop and Horticultural Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahwaz, Iran
2- Crop and Horticultural Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran
(* - Corresponding author's Email: darabi6872@yahoo.com)

Received: 18 June 2025
Revised: 06 September 2025
Accepted: 28 September 2025
Available Online: 28 September 2025

How to cite this article:

Darabi, A., & Abbasi, Z. (2026). Producing and comparing qualitative and quantitative traits of half-sib families with parents in short-day onions (*Allium cepa* L.). *Journal of Horticultural Science*, 40(2), 333-348. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jhs.2025.94114.1440>

Introduction

Onion (*Allium cepa* L.) is one of the most important vegetables in Iran and is cultivated in 51,499 hectares. The cultivated area of this crop in the short-day southern regions is 25,964 hectares, which is equivalent to more than 50% of the cultivated onion area in Iran. Commercial short-day onion cultivars are cultivated in most of these regions, so a large amount of currency is spent to import short-day onion seed. In addition, the increase in the currency rate in recent years has increased the cost of onion production in short-day southern regions. Therefore, it is very important to produce and introduce short-day onion cultivars. This research was conducted to produce half-sib families through open pollination among nine superior onion cultivars. The best half-sib families were selected in terms of bulb yield and storability.

Materials and Methods

This project was carried out in Isfahan and Khuzestan during three crop years (2020-2023). During two crop years of 2020-2022, a polycross genetic design was carried out among nine short-day onion cultivars (Sahar, Paliz, Saba, Savanasweet, Goldeneye, Duster, Impriaterize, Primavera, and Texas Early Grano) in the Isfahan location (Dastgerd Agriculture Research Station), and half-sib families were produced. The progenies of half-sib families along with their parents were evaluated in a randomized complete block design (RCBD) with 18 treatments and three replications in Khuzestan location (Behbahan Agriculture Research Station) during the crop year of 2022-2023. Seeds were sown in the nursery in early October, and seedlings were transplanted (at the two- or three-leaf stage) in late September. The earliest bulb time was estimated using the bulb ratio and statistical technique of cusums. The studied traits included leaf number and height, bolting percentage, bulb yield, days to maturity, mean bulb weight, mean bulb diameter and height, skin number, total soluble solids, dry matter, and bulb storage losses. Bulbs were harvested when 50-80% of the foliage top had fallen and collapsed. To calculate dry matter content of the bulb, 10 bulbs were randomly selected from each plot and their weight was determined. After drying complete samples in the oven (65 °C) and fixing weights (about 72 h), samples were weighed again, and dry matter was calculated. After harvesting and curing, bulbs were stored under uncontrolled storage conditions (no heating, cooling, or ventilation systems), and after 3 months, postharvest bulb storage losses were determined. The results were analyzed using SPSS v.26. software. Means of significant differences among treatments were determined at the 0.05 probability level using Duncan's test. Correlation coefficients among traits were calculated using the Pearson method.



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.94114.1440>

Results and Discussion

Bulbing occurred in the studied genotypes in a photoperiod of less than 13 h; therefore, all progenies and their parents were short-day genotypes. Palize cultivar produced the highest yield. The difference in bulb yield among this cultivar and Sahar, Saba, Savana sweet, and Goldeneye cultivars and Saba and Texas Early Grano half-sib families was not significant. The doubling bulb was not observed in the studied genotypes. The highest bulb dry matter percentage was found in Texas Early Grano cultivar. The decrease in the percentage of bulb dry matter in the Saba cultivar and Savanasweet half-sib families was not significant compared with the Texas Early Grano cultivar. The highest skin number was recorded in the Texas Early Grano cultivar. The decrease in the number of skins in Sahar, Primavera, and Saba cultivars was not significant as compared with that in Texas Early Grano cultivar. The lowest bulb storage losses were observed in Sahar cultivar. The differences in this trait among Paliz, Primavera, and Texas Early Grano cultivars and Paliz, Savanasweet, Duster, Primavera, and Texas Early Grano half-sib families were not significant in comparison to Sahar cultivar. The correlation coefficients among bulb yield with leaf number and height, mean bulb weight and diameter were positive and significant at 1% probability level. Differences in days to maturity were not significant in all genotypes; therefore, final progeny selection was made with emphasis on bulb yield and storage losses. According to these results and comparison of days to maturity, yield and bulb storage losses in progenies half -sib with maternal parent and parents' mean the half-sib, progenies of Saba, Daster, and Texas Early Grano were selected.

Conclusion

The results showed that Texas Early Grano, Saba, and Duster half-sib families with high bulb yields (from 65.18 to 68.29 t.ha⁻¹) and good storability (storage bulb losses from 11.79% to 15.41%) are promising genotypes for introducing as short-day indigenous onion cultivars.

Keywords: Bolting, Selection, Storability, Yield

تولید و مقایسه خصوصیات کمی و کیفی فامیل‌های نیمه‌خواهری با والدین در پیاز (*Allium cepa* L.) روز کوتاه

عبدالستار دارابی^{۱*} - زهرا عباسی^۲ 

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶

چکیده

هدف اصلی از اجرای برنامه‌های اصلاحی، تغییر و بهبود ژنتیکی صفات مورد نظر در گونه منتخب گیاهی و تولید ارقام با پتانسیل تولید بیشتر است. برای ایجاد ارقام آزاد گرده‌افشان، روش پلی‌کراس گزینه‌ای مناسب، کم‌هزینه و آسان است که منجر به تولید فامیل‌های نیمه‌خواهری می‌شود. از این‌رو، برای تولید فامیل‌های نیمه‌خواهری، بذور نه رقم انتخابی پیاز (*Allium cepa* L.) روز کوتاه (هشت هیبرید 'سحر'، 'پالیز'، 'صبا'، 'ساوانا سوئیت'، 'گلدن‌آی'، 'داستر' و 'ایمپراتریز' و رقم آزادگرده‌افشان 'نگزاس ارلی گرانو') در اوایل آذرماه سال ۱۳۹۹ در گلخانه مرکز تحقیقات اصفهان کشت شدند. پس از اجرای طرح ژنتیکی پلی‌کراس در خزانه در قالب نقشه مربع لاتین، فامیل‌های نیمه‌خواهری در سال ۱۴۰۰ تهیه شدند. در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ خصوصیات کمی و کیفی نتاج به همراه والدین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۸ تیمار با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان مقایسه شدند. رقم 'پالیز' حداکثر عملکرد (۷۹/۳۱ تن در هکتار) را تولید نمود، ولی افزایش عملکرد این رقم نسبت به ارقام 'سحر'، 'صبا'، 'ساوانا سوئیت' و 'گلدن‌آی' و فامیل‌های نیمه‌خواهری 'صبا' و 'نگزاس ارلی گرانو' معنی‌دار نشد. رقم 'نگزاس ارلی گرانو' بیشترین درصد ماده خشک سوخ (۸/۸۷) را به خود اختصاص داد. کاهش این صفت در ارقام 'صبا' و 'پریمورا' و ژنوتیپ نیمه‌خواهری 'ساوانا سوئیت' در مقایسه با این رقم قابل توجه نبود. از نظر انبارمانی، کمترین میزان ضایعات (۹/۷۴ درصد) در رقم 'سحر' ثبت شد. اختلاف این صفت در ارقام 'پالیز'، 'صبا'، 'پریمورا' و 'نگزاس گرانو' و فامیل‌های نیمه‌خواهری 'پالیز'، 'ساوانا سوئیت'، 'داستر'، 'پریمورا' و 'نگزاس ارلی گرانو' در مقایسه با رقم مزبور قابل ملاحظه نبود. براساس این نتایج و مقایسه تاریخ رسیدگی، عملکرد و ضایعات انباری سوخ در نتایج نیمه‌خواهری با والد مادری و میانگین والدین و با تأکید بر دو معیار عملکرد و خاصیت انبارمانی، نتاج نیمه‌خواهری 'نگزاس ارلی گرانو'، 'صبا' و 'داستر' انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، انتخاب، بولتینگ، عملکرد

مقدمه

در اوراسیا و بخش کوچکی از آمریکا پیدا نمود. یافته‌های حاصل از قبرهای قدیمی مصر نشان می‌دهد که تاریخچه پیاز حداقل به ۲۸۰۰-۳۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد. کشت پیاز در هندوستان حدود ۶۰۰ سال قبل از میلاد مسیح شروع شد و یونانی‌ها و رومی‌ها حدود ۴۰۰-۳۰۰ سال قبل از میلاد در مورد پیاز و سیر مطالبی را به نگارش درآورده‌اند، از آنجا پیاز وارد اروپا شد و متعاقب آن در قرن هفدهم وارد آمریکا و در قرن نوزدهم وارد آسیا گردید (Darabi, 2016a). پیاز به دلیل عطر و طعم و همچنین داشتن مقدار قابل توجهی ویتامین، مواد معدنی و عناصر ریزمغذی، ارزش غذایی فراوانی دارد. مطالعات علمی علاوه بر ارزش غذایی، اثر دارویی و سلامتی بخش پیاز را به خصوص در درمان بیماری‌های عروق کرونری قلب و کاهش کلسترول و پیشگیری و درمان برخی از سرطان‌ها اثبات

پیاز (*Allium cepa* L.) گیاهی تک‌لپه‌ای از جنس آلیوم است. سابقه کشت این محصول به ۵۰۰۰ سال پیش و یا بیشتر برمی‌گردد. تصور می‌شود که این گیاه برای اولین بار در مناطق کوهستانی ازبکستان، تاجیکستان، شمال ایران، افغانستان و پاکستان کشت و کار شده باشد (Darabi, 2016a). اکثر گونه‌های جنس آلیوم را می‌توان

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۲- بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*) نویسنده مسئول: Email: darabi6872@yahoo.com

کرده‌اند (Shah Murad et al., 2018). هدف اصلی از اجرای برنامه‌های اصلاحی، تغییر و بهبود ژنتیکی صفات مورد نظر در گونه منتخب گیاهی و تولید ارقام با پتانسیل تولید بیشتر است. ارقام تجاری پیاز شامل ارقام آزادگرده‌افشان و هیبرید هستند. روش‌های اصلاحی مختلفی برای ایجاد ارقام آزادگرده‌افشان معرفی شده است. یکی از روش‌های مناسب، کم‌هزینه و آسان برای ایجاد جمعیت متنوع اولیه، روش پلی‌کراس است که منجر به تولید فامیل‌های نیمه‌خواهری می‌شود. در این روش بعد از انجام تلاقی، در نتاج حاصله والد مادری مشخص، ولی والد پدری نامشخص و مخلوطی از دانه‌های گرده کلیه ژنوتیپ‌های والدین است (Kearsey & Pooni, 1996). نکته حائز اهمیت اینکه در بلوک ایزوله، هر رقم باید در شرایط مساوی با ارقام دیگر کشت شود تا بتواند ابری از گرده از کل ژنوتیپ‌ها را دریافت کند. بنابراین لازم است که ژنوتیپ‌ها به‌طور تصادفی در بلوک تلاقی مرتب شوند (Falconer & Mackay, 1996). طرح آزمایشی مربع لاتین به‌عنوان مناسب‌ترین طرح برای اجرای آزمایش پلی‌کراس پیشنهاد شده است تا اطمینان حاصل شود که کلیه ژنوتیپ‌ها شانس مساوی با همدیگر در خزانه پلی‌کراس را دارند (Acquaah, 2012). با ارزیابی این افراد در طی چند نسل انتخاب توده‌ای و یا دوره‌ای، فراوانی ژن‌های مطلوب در راستای صفت خاص مورد نظر و یا مجموعه کلی صفات مهم افزایش می‌یابد تا در نهایت جمعیت اصلاح‌شده به‌عنوان رقم آزادگرده‌افشان معرفی شود (Kearsey & Pooni, 1996). از محدودیت‌های روش پلی‌کراس می‌توان به این نکته اشاره نمود که چون دانه‌های گرده به کمک حشرات و باد به مادگی گل‌های والد مادری منتقل شده و تلاقی صورت می‌گیرد، در صورتی که شرایط ایزوله رعایت نشود، احتمال انتقال گرده از خارج خزانه و آلودگی ژنتیکی وجود دارد (Falconer & Mackay, 1996).

در یک پژوهش با استفاده از طرح ژنتیکی پلی‌کراس برای هشت ژنوتیپ برتر ایرانی و یک رقم خارجی پیاز، صفات مختلف زراعی و عملکرد سوخ ارزیابی شد. نتایج نشان داد که افزایش عملکرد و برخی از صفات در بعضی از فامیل‌های نیمه‌خواهری نسبت به والد اصلی بهبود یافته است (Mansouri et al., 2008). در مطالعه مالور و همکاران (Mallor et al., 2011)، ابتدا تنوع ژنتیکی ۱۵ لاین مختلف حاصل از رقم آزادگرده‌افشان پیاز معمول منطقه برای صفات تندی (اسید پیرویک)، مواد جامد محلول کل و اندازه سوخ بررسی شد. سپس براساس میزان اسید پیرویک لاین‌ها به چهار گروه طبقه‌بندی شدند و طرح پلی‌کراس بین پنج سوخ از هر گروه به‌طور جداگانه صورت گرفت و پس از بذری ۲۰ خانواده در قالب طرح آزمایشی برای صفات کمی و کیفی به‌ویژه صفت تندی ارزیابی شدند و

عکس‌العمل به انتخاب و وراثت‌پذیری مورد انتظار محاسبه گردید. بر طبق نتایج، برای صفات مختلف بین گروه‌ها تفاوت‌های معنی‌داری به دست آمد. در یک پژوهش دیگر به‌منظور اصلاح رقم محلی پیاز بورنواکس، بذور جمع‌آوری‌شده از کشاورزان از نظر صفات مختلف ارزیابی شد و تعداد ۲۰ سوخ که از نظر درصد ماده خشک و عملکرد بالاتر بودند در طرح ژنتیکی پلی‌کراس مطالعه شد. نتایج حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بالا در خانواده‌های مورد مطالعه با وراثت‌پذیری بالا در برخی از صفات مانند عملکرد و مواد جامد محلول بود که نشان‌دهنده برتری این صفات در انتخاب این نوع رقم محلی برای اصلاح بود (Gashua et al., 2013). یو و همکاران (Yoo et al., 2020) با انتخاب دوره‌ای در پیازهای روزکوتاه، ارقامی با تندی کم (شیرین) را تولید نمودند. در یک تحقیق، ۱۵ ژنوتیپ پیاز با اسامی سحر، سوپر پرفکت، پالیز، صبا، وانیل، ارلی سوپرسلکت، ساوانا سوئیت، گلدن‌آی، داستر، هیبرید ۶۳۲۶، ایمپراتریز، پریماورا، سیروس و تگزاس‌ارلی‌گرانو و جمعیت بهبودیافته پیاز بهبهان در دو منطقه بهبهان و اصفهان برای صفات کمی و کیفی ارزیابی شدند. براساس نتایج این تحقیق، تعداد هشت هیبرید: سحر، پالیز، صبا، ساوانا سوئیت، گلدن‌آی، داستر و ایمپراتریز، پریماورا و رقم آزادگرده‌افشان تگزاس‌ارلی‌گرانو که از نظر عملکرد سوخ و خاصیت انبارمانی برتر بودند برای تولید فامیل‌های نیمه‌خواهری (مطالعه‌شده در این پژوهش) انتخاب گردید (Abbasi et al., 2022; 2023). مهاجان و گوپتا (Mahajan et al., 2023) گزارش نمودند که برای اصلاح پیازهای روزکوتاه در هندوستان، ژرم‌پلاس‌های بومی تنوع بیشتری در مقایسه با ژرم‌پلاس‌های وارداتی داشتند. بنک و همکاران (Benke et al., 2025) با مطالعه ۲۰ لاین پیاز اصلاح‌شده روزکوتاه نتیجه‌گیری نمودند که رنگ پوست سوخ و خاصیت انبارمانی این لاین‌ها مشابه بوده، ولی اختلاف میزان مواد جامد محلول کل آن‌ها نسبت به هم معنی‌دار بود.

در ایران، پیاز با سطح زیرکشت ۵۱۴۹۹ هکتار، یکی از محصولات پرمصرف سبزی‌ها بوده که در سبد خرید روزانه مردم قرار دارد. سطح زیرکشت این محصول در مناطق روزکوتاه جنوب کشور ۲۵۹۶۴ هکتار بوده که معادل بیش از ۵۰ درصد از سطح زیرکشت این محصول در کل کشور می‌باشد (Agricultural Statistics, 2024). تاکنون ارقام بومی اصلاح‌شده با عملکرد زیاد و قابلیت انبارمانی بالا برای کشت در مناطق روزکوتاه کشور تولید و معرفی نشده‌اند. لذا در قسمت اعظم این مناطق، ارقام روزکوتاه وارداتی کشت می‌شوند. این موضوع علاوه بر خروج مبالغ هنگفتی ارز از کشور، به سبب افزایش نرخ ارز در سال‌های اخیر سبب افزایش هزینه‌های تولید شده است. برای حل این مشکل، ضرورت تولید و معرفی ارقام روزکوتاه بومی احساس

۲۰ درصد کپسول‌ها، در فاصله زمانی ۴ تا ۲۵ تیرماه ۱۴۰۱، برداشت بذور از هر ژنوتیپ در هر تکرار جداگانه به صورت دستی انجام شد. پس از خشک شدن گل‌آذین‌ها در آزمایشگاه (در شرایط سایه)، بوجاری به کمک الک و پنکه صورت گرفت. بوجاری نهایی با دستگاه انجام شد. در پایان، بذور پلی‌کراس حاصل از هر ژنوتیپ با مخلوط مقدار مساوی از بذورهای تکرارهای مختلف که خانواده‌های نیمه-خواهری را تشکیل می‌دادند، جمع‌آوری شدند.

مرحله دوم: ارزیابی فامیل‌های نیمه‌خواهری حاصل از طرح ژنتیکی پلی‌کراس

این بررسی به مدت یک سال زراعی با ۱۸ تیمار (ژنوتیپ) و سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با مختصات جغرافیایی $36^{\circ} : 30^{\circ}$ عرض شمالی و $14^{\circ} : 50^{\circ}$ طول شرقی اجرا گردید. محل آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه‌خشک با ارتفاع ۳۲۰ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی سالیانه ۳۴۱ میلی‌متر می‌باشد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی عبارت از نه‌والد تجاری مورد استفاده در مرحله اول آزمایش و نه فامیل نیمه‌خواهری حاصل از طرح ژنتیکی پلی‌کراس بودند که به صورت نشایی کشت شدند. بذور در اواسط مهر ماه در خزانه روی خطوطی به فاصله ۱۰ و به عمق یک سانتی متر کشت شدند. میزان مصرف بذر ۱۰ گرم در مترمربع بود. و نشاها (در مرحله دو تا سه برگه) و در اوایل دی ماه به زمین اصلی منتقل گردید. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به اینکه آستانه تحمل پیاز به شوری خاک $1/8$ دسی‌زیمنس بر متر و pH مناسب برای این گیاه شش تا هفت می‌باشد، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که خاک مزرعه برای رشدونمو گیاه پیاز از لحاظ این دو خصوصیت نسبتاً مناسب بود (Darabi, 2016a)، ولی برای تولید عملکرد مطلوب، مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک کافی نبود. لذا این عناصر براساس نتایج آزمون خاک و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب مصرف گردید و میزان آن عبارت بود از ۶۹ کیلوگرم P_2O_5 از منبع سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم K_2O از منبع پتاسیم سولفات در هکتار که در هنگام تهیه زمین به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط گردید. کود نیتروژنه لازم نیز به‌میزان ۱۱۲ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در سه نوبت، یک سوم آن قبل از کاشت و دو سوم بقیه در دو نوبت ۴۵ روز بعد از انتقال نشاء و اوایل سوخته‌دهی به‌صورت سرک مصرف شد (Darabi, 2016a). هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول چهار متر بود. فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر منظور گردید. تاریخ تشکیل سوخ با شاخص نسبت تشکیل سوخ (حداکثر قطر سوخ تقسیم بر حداقل قطر گردن) مشخص گردید (Darabi, 2009). برای این منظور از ۱۵ روز بعد از انتقال نشاء تا هنگام برداشت به فواصل ۱۵ روز، پنج گیاه به‌طور

می‌شود. در این راستا، این پژوهش به‌منظور تولید فامیل‌های نیمه‌خواهری از طریق آزادگرده‌افشانی بین نه‌رقم برتر پیاز و سپس انتخاب بهترین فامیل‌های نیمه‌خواهری از نظر عملکرد و خاصیت انبارمانی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی به مدت سه سال زراعی (۱۳۹۹-۱۴۰۲) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دستگرد (اصفهان) و ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان (خوزستان) و در دو مرحله اجرا گردید.

مرحله اول: اجرای طرح ژنتیکی پلی‌کراس و تهیه فامیل‌های نیمه‌خواهری (۱۳۹۹-۱۴۰۱)

بذور فامیل‌های نیمه‌خواهری در ایستگاه تحقیقات دستگرد (اصفهان) تهیه شدند. این ایستگاه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان واقع شده است و دارای طول جغرافیایی 49° شرقی و عرض 31° شمالی با ارتفاع از سطح دریا ۱۶۰۰ متر، متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۳ میلی‌متر می‌باشد. به‌منظور اجرای این تحقیق در اوایل آذرماه سال ۱۳۹۹ جهت تولید نشاء، بذور نه‌رقم انتخابی پیاز روزکوتاه (هشت رقم هیبرید 'سحر'، 'پالیز'، 'صبا'، 'ساوانا سوئیت'، 'گلدن آی'، 'داستر' و 'ایمپراتریز' و رقم آزادگرده‌افشان 'تگزاس ارلی گرانو') در سینی‌های نشاء مجزا در داخل گلخانه کشت شد. بستر کشت شامل کوکوپیت، پیت‌ماس و پرلیت به نسبت مساوی بود. در حین تولید نشاء و برحسب ضرورت عناصر ماکرو به‌صورت محلول پاشی در اختیار نشاها قرار گرفت. نشاها در اوایل اسفند ماه ۱۳۹۹ در مرحله دو تا سه برگه به زمین اصلی منتقل شدند. در اوایل تیرماه ۱۴۰۰، سوخ‌ها در زمان افتادگی ۵۰ تا ۸۰ درصد برگ‌ها و شروع خشک شدن آن‌ها برداشت و در انبار نگهداری گردید. در مهرماه سال ۱۴۰۰، سوخ‌های سالم و درشت در خزانه پلی-کراس در مزرعه در قالب نقشه مربع لاتین 3×3 با ۲۵ تکرار، به‌منظور اطمینان از گرده‌افشانی یکنواخت، (از هر ژنوتیپ یک سوخ در هر تکرار) با فواصل ۵۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها داخل تکرار و فاصله ۸۰ سانتی‌متر بین تکرارها کاشته شدند تا به‌پاره‌سازی در طول زمستان برای رشد زایشی فراهم گردد. با توجه به اینکه در مجموع از هر ژنوتیپ ۲۵ بوته در آزمایش وجود داشت، شرایط گرده‌افشانی بین ژنوتیپ‌ها به‌خوبی فراهم شد. در اردیبهشت‌ماه هم‌زمان با باز شدن گلچه‌ها برای انتقال گرده گل‌ها بین بوته‌ها از مگس خانگی استفاده شد. با توجه به اینکه هر بوته از چند ساقه گل‌دهنده و گل‌آذین تشکیل شده و گل‌دهی هم در ارقام مختلف تقریباً هم‌زمان بود، بنابراین گرده‌افشانی به‌خوبی صورت گرفت. در زمان باز شدن حدود

و پس از تمیز و خرد کردن، در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند (Darabi & Ghenevati, Moghadam, 2020). به منظور اندازه گیری درصد مواد جامد محلول کل، ۱۰ سوخ به طور تصادفی از هر پلات انتخاب و با چکاندن چند قطره عصاره سوخ بر روی منشور دستگاه رفاکتومتر مدل ABBE (ساخت آلمان)، این صفت اندازه گیری (Darabi, 2025) و برحسب درجه بریکس (درصد وزن مواد جامد موجود در یک محلول به وزن کل محلول) بیان شد.

بعد از برداشت برای عمل آوری، سوخ ها به مدت دو هفته در مزرعه و در سایه قرار گرفته و سپس به انبار کنترل نشده فاقد سیستم سرمایش، گرمایش و تهویه به منظور ارزیابی خاصیت انبارمانی منتقل شدند. طرح آماری مورد استفاده بلوک های کامل تصادفی شامل ۱۸ تیمار با سه تکرار بود. برای این منظور، ۱۰ کیلوگرم سوخ سالم و یکنواخت از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و درون جعبه مشبک پلاستیکی به مدت سه ماه نگهداری شدند. در مدت انبارمانی، محدوده تغییرات دما بین ۳۲ تا ۳۹/۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی بین ۲۷ تا ۵۸ درصد بود. بعد از سه ماه درصد ضایعات سوخ تعیین گردید. برای این منظور، وزن ضایعات سوخ در هر تیمار آزمایشی نسبت به وزن کل تیمار (۱۰ کیلوگرم) محاسبه و برحسب درصد بیان شد. علاوه بر این، براساس میزان ضایعات، مطابق با روش کو (Ko, 2001) ژنوتیپ ها در چهار گروه انبارمانی خوب (میزان ضایعات کمتر از ۳۰ درصد)، انبارمانی متوسط (میزان ضایعات بین ۳۱ تا ۵۰ درصد)، انبارمانی ضعیف (میزان ضایعات بین ۵۱ تا ۷۰ درصد) و انبارمانی بسیار ضعیف (میزان ضایعات بیشتر از ۷۰ درصد) طبقه بندی شدند. در انتها به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه واریانس بر روی نتایج حاصله انجام گرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید و ضرایب همبستگی بین صفات به روش پیرسون محاسبه گردید.

تصادفی از هر کرت انتخاب و حداکثر قطر غلاف و یا سوخ (بعد از تشکیل سوخ) و حداقل قطر گردن با استفاده از ریزسنج (کولیس) اندازه گیری شد. در مراحل اولیه رشد گیاه، نسبت تشکیل سوخ حدود یک می باشد. در هنگام تشکیل سوخ، قطر سوخ خیلی سریع افزایش و در نتیجه نسبت فوق نیز زیاد می شود، وقتی این نسبت از ۲ بیشتر گردید به عنوان زمان شروع تشکیل سوخ در نظر گرفته شد. زمان تشکیل سوخ را می توان با یک شاخص قابل اعتماد، حساس و غیرتخریبی معروف به مجموع تجمعی تخمین زد. در این روش در هر دوره نمونه برداری، اختلاف تجمعی بین میانگین نسبت تشکیل سوخ (پنج گیاه) و نسبت تشکیل سوخ گیاهانی که سوخ در آن ها تشکیل نشده است (معمولاً ۱/۲ در نظر گرفته می شود) محاسبه می گردد. سپس در یک نمودار در هر نمونه برداری، مجموع تجمعی اختلاف نسبت تشکیل سوخ با ۱/۲، نسبت به محور زمان رسم شد (Darabi, 2009). قبل از تشکیل سوخ، نوسانات نسبت تشکیل سوخ قابل ملاحظه نمی باشد، ولی بعد از تشکیل سوخ، این نسبت به سرعت افزایش می یابد و در نتیجه مقدار عددی مجموع تجمع نیز به سرعت زیاد می شود. زمان تشکیل سوخ را می توان اولین نقطه ای دانست که مقدار مجموع تجمعی به سرعت افزایش می یابد. به منظور اندازه گیری تعداد و ارتفاع برگ، پنج بوته در هر کرت به طور تصادفی انتخاب و در اواسط اردیبهشت ماه تعداد برگ در هر بوته شمارش و ارتفاع برگ از محل طوقه در سطح زمین تا انتهای طول ترین برگ با خط کش اندازه گیری گردید. همچنین تعداد بوته های به گل رفته در هر پلات آزمایشی نسبت به تعداد کل بوته در همان پلات محاسبه و برحسب درصد ثبت شد. سوخ ها در زمان افتادگی ۵۰ تا ۸۰ درصد برگ ها و شروع خشک شدن آن ها برداشت شدند. از نظر تقویم زمانی، سوخ ها از ۲۷ اردیبهشت تا اول خرداد ماه برداشت گردید. بعد از برداشت، تعداد ۱۰ سوخ از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و قطر و ارتفاع سوخ (به وسیله کولیس) تعیین و تعداد پوست شمارش گردید. برای تعیین درصد ماده خشک سوخ، ۱۰ سوخ از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties on the site of experimental field

کربن آلی Organic C (%)	پتاسیم K (mg.kg ⁻¹)	فسفر P (mg.kg ⁻¹)	واکنش خاک pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	بافت Texture
0.75	170	3	7.7	2.4	لوم رسی سیلتی Silty clay loam

نتایج و بحث

تاریخ تشکیل سوخ

تاریخ تشکیل سوخ یکی از عامل های مهم و مؤثر در عملکرد پیاز می باشد. اگرچه عوامل محیطی از قبیل دما، شدت و کیفیت نور،

نیروژن، آبیاری و عامل های گیاهی از قبیل اندازه و سن گیاه و تنظیم کننده های رشد در تشکیل سوخ دخالت دارند، ولی یکی از مهم ترین عوامل مؤثر در تشکیل سوخ، طول روز می باشد. در این پژوهش، طول روز با استفاده از دو شاخص نسبت تشکیل سوخ و

‘پریمورا’، ‘تگزاس‌ارلی‌گرانو’، ‘صبا’، ‘گلدن‌آی’، ‘ایمپراتیز’ و ‘ساوانا سوئیت’ مطابقت دارد. در فامیل‌های نیمه‌خواهری سوخ از تاریخ ۷ فروردین با طول روز ۱۲ ساعت و ۳۸ دقیقه در ژنوتیپ نیمه‌خواهری ‘پریمورا’ تا ۱۴ فروردین با طول روز ۱۲ ساعت و ۵۱ دقیقه در ژنوتیپ نیمه‌خواهری ‘تگزاس‌ارلی‌گرانو’ تشکیل شد (جدول ۲)، یعنی در همه فامیل‌های نیمه‌خواهری مورد مطالعه، سوخ نیز در طول روز کمتر از ۱۳ ساعت تشکیل شده و این نتایج همانند والدین-شان روز کوتاه می‌باشند. عدم وجود اختلاف قابل ملاحظه در تاریخ تشکیل سوخ در فامیل‌های نیمه‌خواهری در مقایسه با والدین نشان‌دهنده این نکته است که زمان تشکیل سوخ در گیاهان از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار است.

مجموع تجمعی تاریخ تشکیل سوخ تخمین زده شد. این دو شاخص به دلیل سهولت و تخریب نشدن گیاه، متداول‌ترین روش‌ها در تاریخ تشکیل سوخ هستند. در این پژوهش، سوخ در والدین از تاریخ ۶ فروردین با طول روز ۱۲ ساعت و ۳۵ دقیقه در رقم ‘تگزاس‌ارلی-گرانو’ تا تاریخ ۱۳ فروردین با طول روز ۱۲ ساعت و ۴۹ دقیقه در رقم ‘ایمپراتیز’ تشکیل گردید (جدول ۲). با توجه به اینکه اگر سوخ در یک رقم در طول روز کمتر از ۱۳ ساعت تشکیل شود، آن رقم روز کوتاه محسوب می‌گردد (Darabi & Ghenevati Moghadam, 2020)، می‌توان نتیجه‌گیری نمود همان‌گونه که توسط شرکت‌های تولیدکننده گزارش شده است، این ارقام روز کوتاه می‌باشند. این نتایج با گزارش دارابی (Darabi, 2020) مبنی بر روز کوتاه بودن ارقام

جدول ۲- تاریخ و طول روز تشکیل سوخ در ژنوتیپ‌های پیاز روز کوتاه
Table 2- Bulbing date and day length during bulbing in short-day onion genotypes

ژنوتیپ Genotype	تاریخ تشکیل سوخ Bulbing date	طول روز Day length	ژنوتیپ Genotype	تاریخ تشکیل سوخ Bulbing date	طول روز Day length
‘سحر’ Sahar	۸ فروردین 27 Mar.	12:40	نیمه‌خواهری ‘گلدن‌آی’ Golden eye half-sib	۹ فروردین 28 Mar.	12:41
نیمه‌خواهری ‘سحر’ Sahar half-sib	۹ فروردین 28 Mar.	12:41	‘داستر’ Duster	۱۱ فروردین 30 Mar.	12:46
‘پالیز’ Paliz	۱۱ فروردین 30 Mar.	12:46	نیمه‌خواهری ‘داستر’ Golden eye half-sib	۱۱ فروردین 30 Mar.	12:46
نیمه‌خواهری ‘پالیز’ Paliz half-sib	۱۳ فروردین 1 Apr.	12:49	‘ایمپراتیز’ Imprateriz	۸ فروردین 27 Mar.	12:40
‘صبا’ Saba	۹ فروردین 28 Mar.	12:41	نیمه‌خواهری ‘ایمپراتیز’ Imperateriz half-sib	۸ فروردین 27 Mar.	12:40
نیمه‌خواهری ‘صبا’ Paliz half-sib	۹ فروردین 28 Mar.	12:41	‘پریمورا’ Primavera	۱۱ فروردین 30 Mar.	12:46
‘ساوانا سوئیت’ Savanasweet	۷ فروردین 26 Mar.	12:38	نیمه‌خواهری ‘پریمورا’ Primavera half-sib	۱۳ فروردین 1 Apr.	12:49
نیمه‌خواهری ‘ساوانا سوئیت’ Savanasweet half-sib	۶ فروردین 25 Mar.	12:35	‘تگزاس‌ارلی‌گرانو’ Texas Early Grano	۸ فروردین 27 Mar.	12:40
‘گلدن‌آی’ Golden eye	۱۴ فروردین 2 Apr.	12:51	نیمه‌خواهری ‘تگزاس‌ارلی‌گرانو’ Texas Early Grano half-sib	۱۱ فروردین 30 Mar.	12:46

خصوصیات کمی

اقلیمی نسبت داد. ارزیابی تعداد برگ نشان داد که اثر تکرار و ژنوتیپ بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. هماهنگ با این نتایج، وجود اختلاف معنی‌دار بین تعداد برگ در ارقام پیاز توسط اوک و دیربیا-شیفر (Aweke & Diriba-Shiferaw, 2024) و چودهاری و همکاران (Choudhary et al., 2022) گزارش شده است. همانند ارتفاع برگ، حداکثر تعداد برگ مربوط به رقم ‘پالیز’ بود. کاهش این صفت در رقم ‘سحر’ و فامیل نیمه‌خواهری ‘تگزاس‌ارلی‌گرانو’ در مقایسه با رقم مزبور معنی‌دار نشد (جدول ۳). در جنوب کشور، تاریخ رسیدگی یکی از معیارهای مهم انتخاب ارقام پیاز می‌باشد. زیرا در صورت تأخیر در برداشت، قیمت به‌شدت کاهش

سطح برگ بستگی به ارتفاع و تعداد برگ دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تکرار بر ارتفاع برگ معنی‌دار نبود، ولی اثر ژنوتیپ بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. حداکثر ارتفاع برگ به رقم ‘پالیز’ مربوط بود. کاهش ارتفاع برگ در رقم ‘سحر’ در مقایسه با این رقم معنی‌دار نشد (جدول ۳). در این بررسی بسته به ژنوتیپ، ارتفاع برگ از ۵۳/۸۰ تا ۷۳/۴۰ سانتی‌متر متغیر بود. دارابی (Darabi, 2020)، ارتفاع برگ را برای ارقام وارداتی از ۶۵/۶۰ تا ۷۳/۴۰ سانتی‌متر گزارش نمود. علت این اختلاف را می‌توان به متفاوت بودن ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این دو پژوهش و اختلاف در شرایط

خواهد یافت، به طوری که در برخی از سال‌ها کشاورزان از برداشت محصول صرف نظر می‌کنند. نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود که اثر تکرار و ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار نشد. تعداد روز از کاشت تا رسیدن در ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده بین ۲۰۹ تا ۲۱۲ متغیر بود (جدول ۳). دوره رسیدگی پیاز اصلاح‌شده بهبهان ۲۴۴ روز گزارش گردید (Darabi, 2016b). که نسبت به طول دوره رشدونمو ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده در این پژوهش طولانی‌تر می‌باشد. علت این موضوع را می‌توان به دیررس بودن پیاز اصلاح‌شده بهبهان نسبت داد. برخلاف این نتایج، کرامر (Cramer, 2003) مدت زمان دوره رشدونمو را برای رقم‌های هیبرید و آزادگرده‌افشان به ترتیب ۱۴۱ و ۱۵۱ روز گزارش نمود که نسبت به مدت زمان دوره رشدونمو در این پژوهش بسیار کوتاه‌تر است. علت این اختلاف را علاوه بر متفاوت بودن رقم‌های مورد بررسی، می‌توان به طولانی بودن دوره رشد کند پیاز در خوزستان به دلیل پایین بودن دما در این مرحله نسبت داد (Darabi, 2009).

بولتینگ^۱ (گل‌دهی زود هنگام و یا پیش‌گل‌دهی) یکی از مشکلات مهم تولید پیاز در کشت پاییزه در جنوب کشور می‌باشد. در اثر بولتینگ، مرکز سوخ سخت و سفت شده و از بازاری‌پسندی آن کاسته می‌شود. سن گیاه و چند عامل محیطی بر بولتینگ مؤثرند، میزان پیش‌گل‌دهی بسته به رقم و شرایط محیطی فصل رشد متفاوت می‌باشد (Darabi, 2020). اثر تکرار بر این صفت معنی‌دار نبود، ولی همچنان که توسط محققان مختلف از جمله دارابی و یعقوبی (Darabi & Yaghubi, 2022) گزارش شده، در این بررسی نیز اثر ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار شد. بیشترین درصد بولتینگ به 'رقم صبا' (۸۴/۰ درصد) تعلق داشت. کاهش این صفت در فامیل‌های نیمه‌خواهری 'ایمپراتریز' (۳۰/۰ درصد) و 'تگزاس‌ارلی‌گرنو' (۳۰/۰ درصد) در مقایسه با رقم 'صبا' معنی‌دار نشد. بولتینگ در سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده نشد. باید توجه نمود که میزان بولتینگ در این سه ژنوتیپ در مقایسه با نتایج سایر پژوهش‌ها در کشت پاییزه در مناطق روزکوتاه جنوب کشور بسیار ناچیز و قابل چشم‌پوشی می‌باشد، چنانچه درصد بولتینگ در توده‌های محلی جنوب کشور از ۲/۲۴ تا ۳۰/۵۵ درصد و در ۱۵ رقم وارداتی از ۵/۵۱ تا ۸/۵۹ گزارش شده است (Darabi, 2020; Darabi & Ghenevati Moghadam, 2020). عملکرد سوخ در واحد سطح به عنوان شاخص مهم اقتصادی و در واقع هدف اصلی تولید پیاز می‌باشد. در این پژوهش، اثر تکرار بر این صفت معنی‌دار نشد، ولی اثر ژنوتیپ بر عملکرد سوخ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ژنوتیپ‌های مورد بررسی پیاز از نظر ظرفیت تولید متفاوت هستند که علت را می‌توان به ترکیب ژنتیکی ژنوتیپ‌ها نسبت داد. تفاوت

عملکرد پیاز در بین ژنوتیپ‌های پیاز توسط سایر محققان نیز گزارش شده است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (Aragie et al., 2021; Miruts et al., 2023). رقم 'پالیز' حداکثر عملکرد را تولید نمود، ولی افزایش عملکرد این رقم نسبت به ارقام 'سحر'، 'صبا'، 'ساوانا سویت' و 'گلدن آی' و فامیل‌های نیمه‌خواهری 'صبا' و 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' معنی‌دار نشد (جدول ۳). علت بالا بودن عملکرد در این ژنوتیپ‌ها را می‌توان به بالا بودن شاخص سطح برگ (تعداد و ارتفاع برگ) در ژنوتیپ‌های مزبور نسبت داد (جدول ۳). با افزایش شاخص سطح، جذب نور افزایش یافته، کربوهیدرات بیشتری تولید و ساکارز زیاده‌تری توسط سوخ جذب خواهد شد و در نتیجه عملکرد افزایش خواهد یافت (Darabi, 2016b). هماهنگ با این نتایج، بالا بودن عملکرد رقم صبا در بهبهان و اصفهان به ترتیب توسط دارابی (Darabi, 2020) و عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2025) گزارش شده است. ارزیابی روابط همبستگی نیز مشخص نمود که رابطه عملکرد با تعداد و ارتفاع برگ (به ترتیب $r=0/445$ و $r=0/591$) مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. هماهنگ با این نتایج، مانل و همکاران (Manel et al., 2024) نیز ارتباط مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد را بین عملکرد و تعداد و ارتفاع برگ گزارش نمودند.

از نظر تتوریک، عملکرد پیاز از حاصل‌ضرب تراکم در وزن متوسط سوخ به دست می‌آید و در صورت ثابت بودن تراکم در اثر عملیات داشت، عملکرد پیاز تحت تأثیر وزن متوسط سوخ قرار می‌گیرد. چنین رابطه‌ای در این پژوهش نیز مشاهده شد، به طوری که حداکثر متوسط وزن سوخ در رقم 'پالیز' که بیشترین محصول را تولید نمود، مشاهده گردید. ارقام 'سحر'، 'صبا'، 'ساوانا سویت' و فامیل نیمه‌خواهری 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' که از نظر عملکرد در گروه برتر (a) گرفته بودند، از نظر وزن متوسط سوخ نیز در این گروه قرار گرفتند. کمترین متوسط وزن سوخ نیز به رقم 'داستر' که کمترین عملکرد را به خود اختصاص داده بود، مشاهده شد (جدول ۴). به همین دلیل، همبستگی عملکرد با وزن متوسط سوخ مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ($r=0/771$). هماهنگ با این نتایج، آنانتارادی و همکاران (Anantha Raddy et al., 2022) با همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد و متوسط وزن سوخ مواجه شدند.

در پیاز عملکرد بالا به تنهایی تضمین‌کننده موفقیت در تولید نبوده، بلکه باید سایر خصوصیات سوخ از جمله قطر سوخ و قطر گردن و شکل سوخ مطابق با سلیقه مصرف‌کننده باشد. معمولاً سوخ‌هایی با قطر متوسط (۴۰-۶۹ سانتی‌متر، ترجیح داده می‌شوند) (Darabi & Khajehzadeh, 2022).

جدول ۳- تعداد و ارتفاع برگ، روز تا رسیدن و عملکرد سوخ در ژنوتیپ‌های پیاز روز کوتاه
Table 3- Leaf number and height, days to maturity and bulb yield in short-day onion genotypes

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع برگ Leaf height (cm)	تعداد برگ Leaf number	روز تا رسیدن Days to maturity (day)	عملکرد سوخ Bulb yield (t.ha ⁻¹)
‘سحر’ Sahar	69.47± 2.50 ab*	11.20±0.53 abc	210±1.53 a	70.50±8.80 abc
نیمه‌خواهری ‘سحر’ Sahar half-sib	57.20±1.70 def	9.33±0.50 de	210±1.73 a	56.16±8.50 cde
‘پالیز’ Paliz	73.40±2.90 a	12.37±0.75 a	211±1.73 a	79.31±8.80 a
نیمه‌خواهری ‘پالیز’ Paliz half-sib	53.87±1.70 f	8.87±0.81 f	211±2.08 a	57.51±2.5 bcd
‘صبا’ Saba	63.10±0.70 b-e	10.33±0.61 bcd	209±0 a	69.27±6.50 a-d
نیمه‌خواهری ‘صبا’ Sabahalf-sib	63.73±4.00 bcd	10.07±0.64 b-e	211±1.16 a	66.46±4.70 a-d
‘ساوانا سوئیت’ Savanasweet	63.40±6.30 b-e	10.60±0.80bcd	209±0a a	71.83±2.20 ab
نیمه‌خواهری ‘ساوانا سوئیت’ Savanasweet half-sib	6.0.60±0.70 c-f	10.07±1.36b-e	211±0.58 a	74.22±3.40 bcd
‘گلدن آی’ Golden eye	59.07±2.80 def	10.60±0.35 bcd	210±1.73 a	66.46±12.80 a-d
نیمه‌خواهری ‘گلدن آی’ Golden eye half-sib	62.20±1.70 b-e	10.07±0.31 b-e	210±1.53 a	60.44±4.40 bcd
‘داستر’ Duster	55.53± 3.40 ef	10.13±1.03 b-e	211±2.00 a	55.19±4.50 d
نیمه‌خواهری ‘داستر’ Golden eye half-sib	62.73±1.30 b-e	9.80±0.53 cde	209±0 a	65.18±5.30 bcd
‘ایمپراتریز’ Imprateriz	63.60± 2.00 bcd	9.47±0.99 cde	209±0 a	63.00±1.30 bcd
نیمه‌خواهری ‘ایمپراتریز’ Imprateriz half-sib	61.07±6.30 c-f	10.60±0.35 bcd	210±1.73 a	63.30±3.9 bcd
‘پریماورا’ Primavera	57.87±4.50 def	9.60±0.60 cde	209±0.0.58 a	63.19±1.60 bcd
نیمه‌خواهری ‘پریماورا’ Primavera half-sib	64.13±3.60 bcd	10.05±1.13 b-e	212±0.58 a	61.29±9.50 bcd
‘تگزاس ارلی گرانو’ Texas Early Grano	60.40 ±6.90 c-f	10.70±0.64 bc	211±0.58 a	63.83±9.60 bcd
نیمه‌خواهری ‘تگزاس ارلی گرانو’ Texas Early Grano half-sib	67.60±7.40 bcd	11.37±1.22 ab	211±1.73 a	68.29±7.60 a-d

* میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

معنی‌دار نشد (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های حوسامانی و همکاران (Hosmani et al., 2010) هم‌خوانی دارد. به نظر می‌رسد ارقامی که به دلیل شاخص سطح برگ بالا، مواد فتوسنتزی زیادتری تولید می‌کنند، این مواد را به اندام ذخیره‌ای فرستاده که در نهایت از طریق افزایش قطر سوخ موجب افزایش وزن سوخ و عملکرد خواهند شد. در

مشابه با وزن سوخ تیمارهایی با عملکرد بالا، قطر متوسط سوخ بیشتری را نیز به خود اختصاص دادند، به‌طوری‌که همانند حداکثر وزن سوخ، بیشترین قطر سوخ نیز به رقم ‘پالیز’ تعلق یافت. از نظر این صفت، اختلاف این رقم با ارقام ‘سحر’، ‘صبا’، ‘ساوانا سوئیت’ و ‘تگزاس ارلی گرانو’ و فامیل‌های نیمه‌خواهری ‘تگزاس ارلی گرانو’

این راستا، ارزیابی روابط همبستگی مشخص نمود که همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصد بین قطر سوخ با تعداد و ارتفاع برگ (به ترتیب ۰/۷۲۱ و ۰/۵۹۹) و عملکرد با قطر سوخ (۰/۵۷۵) وجود دارد. وجود رابطه مثبت و معنی دار بین قطر سوخ و تعداد و ارتفاع برگ توسط موسوی زاده (Mousavizadeh, 2019) نیز مشاهده شده است. رابطه قطر و وزن متوسط سوخ نیز مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار (۰/۵۳۹) بود. وجود چنین رابطه ای بین وزن و قطر سوخ توسط مانل و همکاران (Manel et al., 2024) نیز گزارش شده است. ارتفاع سوخ یکی از عواملی است که در

تعیین شکل سوخ و بازارپسندی آن بسیار مهم و تعیین کننده می باشد. همسو با نتایج تحقیق دارابی و خواجه زاده (Darabi & Khajehzadeh, 2022)، در این پژوهش نیز اختلاف معنی داری بین زئوتیپ های مورد مطالعه مشاهده گردید. بیشترین ارتفاع سوخ مربوط به رقم 'پالیز' بود. کاهش ارتفاع سوخ در رقم 'سحر'، 'صبا'، 'ساوانا سوئیت'، 'پریمورا'، 'تگزاس ارلی گرانو' و فامیل های نیمه خواهری 'داستر' و 'تگزاس ارلی گرانو' در مقایسه با رقم 'پالیز' معنی دار نشد (جدول ۴).

جدول ۴- وزن، قطر و ارتفاع سوخ و قطر گردن در ژنوتیپ های پیاز روز کوتاه

Table 4- Bulb weight, diameter and height and neck diameter in short-day onion genotypes

ژنوتیپ Genotype	وزن سوخ Bulb weight (g)	قطر سوخ Bulb diameter (mm)	ارتفاع سوخ Bulb height (cm)	قطر گردن Neck diameter (mm)
'سحر' Sahar	242.80±20.00 ab*	80.02±5.10 ab	67.98±8.10 a	7.87±0.07 ef
نیمه خواهری 'سحر' Sahar half-sib	185.40±10.30 d	65.29±5.00 d	62.79±4.00 a-d	10.85±1.30 abc
'پالیز' Paliz	254.80±32.00 a	85.17±19.00 a	69.74±2.50 a	9.72±0.7 bcd
نیمه خواهری 'پالیز' Paliz half-sib	196.38±8.50 cd	65.18±4.00 d	61.06±2.80 bcd	9.95±0 a-d
'صبا' Saba	3238.60±10.8 ab	79.07±2.50 abc	67.32±5.70 abc	7.69±0.30 ef
نیمه خواهری 'صبا' Saba half-sib	198.60±8.30 cd	76.51±2.90 bc	62.02±3.20 bcd	9.71±0.20 bcd
'ساوانا سوئیت' Savanasweet	227.00±4.90 abc	79.80±2.00 ab	66.97±4.40 abc	11.12±0.60 ab
نیمه خواهری 'ساوانا سوئیت' Savanasweet half-sib	195.90±14.50 cd	72.02±4.00 cd	61.15±2.50 bcd	9.02±1.60 de
'گلدن آی' Golden eye	213.70±28.80 bcd	77.04±5.20 bc	57.32±5.50 bcd	10.39±1.00 a-d
نیمه خواهری 'گلدن آی' Golden eye half-sib	195.80±13.30 cd	75.99±2.40 bc	60.52±1.60 bcd	10.09±0.60 a-d
'داستر' Duster	180.40±29.00 d	65.98±4.50 d	61.50±1.10 bcd	11.57±0 a
نیمه خواهری 'داستر' Golden eye half-sib	201.50±5.80 cd	76.45±2.270 bc	62.41±2.50 a-d	9.38±1.20 cd
'ایمپراتریز' Imprateriz	192.30±7.00 cd	75.23±2.700 bc	62.02±4.10 bcd	10.96±1.40 ab
نیمه خواهری 'ایمپراتریز' Imprateriz half-sib	198.70±16.00 cd	75.60±2.40 bc	61.48±2.70 bcd	10.39±1.40 a-d
'پریمورا' Primavera	192.20±13.80 cd	75.17±1.76 bc	64.87±3.40 a-d	11.10±0.70 ab
نیمه خواهری 'پریمورا' Primavera half-sib	203.44±23.50 cd	77.38±3.80 bc	59.90±1.40 cd	10.18±0.90 a-d
'تگزاس ارلی گرانو' Texas Early Grano	199.50±24.20 cd	76.94±5.90 bc	67.92±3.10 ab	7.30±0.60 f
نیمه خواهری 'تگزاس ارلی گرانو' Texas Early Grano half-sib	225.90±6.70 abc	79.91±4.40 ab	66.71±1.80 abc	9.03±0.10 de

* میانگین های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

* Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level using Duncan's Multiple Range Test.

ماده خشک بین ۶/۴۶ تا ۸/۸۷ درصد متغیر بود. امین‌پور و همکاران (Aminpour et al., 2012) درصد ماده خشک سوخ را در ۱۶ رقم روز کوتاه وارداتی بین ۶/۶۰ تا ۹/۳۶ گزارش نمودند که اختلاف قابل ملاحظه‌ای با درصد ماده خشک در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ندارد، ولی این صفت در توده‌های بومی روز کوتاه به مقدار قابل توجهی نسبت به ارقام روز کوتاه وارداتی بیشتر است، به طوری که درصد ماده خشک سوخ در شش ژنوتیپ بومی جنوب کشور بین ۱۰/۵۸ تا ۱۳/۹۹ درصد متغیر بود (Darabi & Khajehzadeh, 2022).

در این آزمایش، روند تغییرات درصد مواد جامد محلول کل سوخ مشابه با روند تغییرات درصد ماده خشک سوخ بود و هماهنگی گزارش امین‌پور و همکاران (Aminpour et al., 2012) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($r=0/445$) بین این دو عامل مشاهده گردید. همانند درصد ماده خشک سوخ، بیشترین مقدار مواد جامد محلول کل مربوط به رقم تگزاس‌ارلی‌گرانو بود. کاهش این صفات در ارقام ایمپراتریز، گلدن‌آی، سحر و صبا و فامیل‌های نیمه‌خواهری پالیز، ساوانا سوئیت، داستر، پریمورا و تگزاس‌ارلی‌گرانو در مقایسه با رقم تگزاس‌ارلی‌گرانو معنی‌دار نبود (جدول ۵).

انبارمانی

سوخ پیاز یک اندام ذخیره‌ای بوده، در نتیجه پیاز برای انبار کردن نسبت به سبزی‌های دیگر مناسب‌تر است. اما میزان ضایعات پیاز در مناطق گرمسیری بسیار زیاد می‌باشد. از طرف دیگر، انبارداری پیاز به دلیل لزوم عرضه سوخ به بازار در تمام طول سال ضروری است. - به دلیل بالا بودن هزینه نگهداری سوخ در انبار کنترل‌شده، به‌ویژه در تابستان، تحقیقات زیادی در رابطه با انبارمانی پیاز در شرایط گرم صورت گرفته است (Darabi, 2018). انبارمانی پیاز، یک فرآیند پیچیده بوده و عوامل متعددی در آن دخالت دارند که می‌توان آن‌ها را به عوامل مؤثر در طول دوره رشدونمو گیاه در مزرعه (قبل از برداشت)، عوامل مرتبط با فرآیندهای بعد از برداشت و فرآیندهای فیزیولوژیک تقسیم‌بندی نمود (Petropoulos et al., 2017). بنابراین اولین مرحله در افزایش عمر انبارمانی، انتخاب رقم مناسب است، زیرا اختلاف معنی‌داری بین ارقام پیاز از نظر عمر انباری وجود داشته و همه ارقام برای انبارمانی مناسب نمی‌باشند. از صفات مهم پیاز که بر عمر انباری مؤثر هستند، می‌توان قطر گردن، تعداد و ضخامت لایه‌های پوست، درصد ماده خشک سوخ و تندی سوخ را نام برد (Petropoulos et al., 2017).

قطر گردن از اهداف مهم اصلاحی محسوب می‌شود. قطر گردن از صفات مهم در بازاریابی سوخ بوده و معمولاً مصرف‌کنندگان پیازهایی با گردن بسته را ترجیح می‌دهند. علاوه بر این، بسته بودن گردن باعث جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به درون سوخ و در نتیجه افزایش خاصیت انبارمانی آن خواهد شد (Darabi, 2018). هماهنگی با گزارش راتان و همکاران (Ratan et al., 2017)، در این پژوهش نیز اثر ژنوتیپ بر قطر گردن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. کمترین قطر گردن به رقم 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' مربوط بود. افزایش این صفت در ارقام 'سحر' و 'صبا' در مقایسه با این رقم معنی‌دار نشد (جدول ۴). در این تحقیق، قطر گردن بین ۷/۳۰ تا ۱۱/۵۷ میلی‌متر متغیر بود. برای قطر گردن بسته به ژنوتیپ و شرایط اقلیمی، اعداد متفاوتی گزارش شده است. دارابی (Darabi, 2021)، قطر گردن را برای ارقام وارداتی روز کوتاه بین ۹/۷۶ تا ۱۲/۲۱ میلی‌متر و برای ژنوتیپ‌های بومی روز کوتاه بین ۱۰/۸۷ تا ۱۷/۱۵ میلی‌متر گزارش نمود (Darabi, 2024).

تعداد لایه‌های پوست خشک خارجی و چسبندگی آن به گوشت از عوامل مؤثر در کاهش ضایعات سوخ و در نتیجه افزایش انبارمانی این محصول است. پوست خشک خارجی سوخ، فلس‌های داخلی را از صدمه دیدن و بیماری‌ها حفظ می‌کند و از خشک شدن آن‌ها جلوگیری می‌کند و تأثیر به‌سزایی در خاصیت انبارمانی دارد (Darabi, 2018). نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود که اثر تکرار بر این صفت معنی‌دار نشد. در این بررسی نیز اثر ژنوتیپ بر تعداد پوست در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد پوست مربوط به رقم 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' گرانو بود. بالا بودن تعداد پوست در رقم 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' توسط دارابی (Darabi, 2024) نیز گزارش شده است. از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری بین این رقم و ارقام 'سحر'، 'صبا' و 'پریمورا' فامیل نیمه‌خواهری 'گلدن‌آی' مشاهده نشد (جدول ۵).

صفات کیفی

درصد ماده خشک سوخ از عوامل مهم کیفیت پیاز بوده و نقش بسزایی در تولید فرآورده‌ها و خاصیت انبارمانی این محصول ایفا می‌کند. در این تحقیق، اختلاف بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین درصد ماده خشک مربوط به رقم 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' بود. کاهش درصد ماده خشک در فامیل نیمه‌خواهری 'ساوانا سوئیت' در مقایسه با رقم 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' معنی‌دار نبود (جدول ۵). در این بررسی، درصد

جدول ۵- تعداد پوست، میزان ماده خشک سوخ، مواد جامد محلول کل و ضایعات انباری سوخ در ژنوتیپ‌های پیاز روز کوتاه

Table 5- Skin number bulb, dry matter amount, total soluble solid, and storage bulb losses in short-day onion genotypes

ژنوتیپ Genotype	تعداد پوست Skin number	ماده خشک سوخ Bulb dry meter (%)	مواد جامد محلول کل Total bulb soluble solid (*Brix)	ضایعات انباری سوخ Bulb storage losses (%)
‘سحر’ Sahar	2.73±0.12 abc*	7.77±0.41 bcd	8.10±0.36 abc	9.74±2.00 f
نیمه‌خواهری ‘سحر’ Sahar half-sib	2.57±0.06 cd	6.83±0.49 def	7.60±0.96 abc	14.74±2.00 cde
‘پالیز’ Paliz	2.60±0.20 bcd	6.75±0.44 def	8.23±0.25 bc	14.37±1.90 c-f
نیمه‌خواهری ‘پالیز’ Paliz half-sib	2.27±0.12 ef	6.87±0.67 def	7.70±0.36 abc	11.82±1.50 def
‘صبا’ Saba	2.80±0.10 ab	7.97±0.39 abc	7.10±0.36 c	11.91±1.60 def
نیمه‌خواهری ‘صبا’ Paliz half-sib	2.60±0 bcd	7.31±0.69 c-f	7.67±0.76 abc	15.41±2.00 cde
‘ساوانا سوئیت’ Savanasweet	2.13±0.12 f	26.56±0.42 ef	7.10±0.61 c	35.31±1.30 a
نیمه‌خواهری ‘ساوانا سوئیت’ Savanasweet half-sib	2.60±0 bcd	8.54±0.75 ab	7.67±0.75 abc	14.02±2.50 c-f
‘گلدن آی’ Golden eye	2.40±0.10 de	6.70±0.53 ef	7.67±0.61 abc	23.60±2.70 b
نیمه‌خواهری ‘گلدن آی’ Golden eye half-sib	2.20±0.10 ef	6.77±0.12 def	7.40±0.53 bc	16.99±2.40 c
‘داستر’ Duster	2.07±0.12 f	6.46±0.39 f	6.93±0.12 c	27.29±3.40 b
نیمه‌خواهری ‘داستر’ Golden eye half-sib	2.57±0.15 cd	7.47±0.47 c-f	7.73±0.64 abc	11.79±2.70 def
‘ایمپراتریز’ Imprateriz	2.53±0.12 cd	6.91±0.45 def	8.60±0.50 ab	16.23±3.70 cd
نیمه‌خواهری ‘ایمپراتریز’ Imprateriz half-sib	2.53±0.23 cd	6.79±0.61 def	7.03±0.81 c	16.99±2.40 c
‘پریمورا’ Primavera	2.67±0.15 abc	6.68±0.66 ef	7.43±0.12 bc	12.59±2.60 c-f
نیمه‌خواهری ‘پریمورا’ Primavera half-sib	2.53±0.06 cd	7.19±0.58 c-f	7.73±0.31 abc	12.15±2.10 c-f
‘تگزاس ارلی گرانو’ Texas Early Grano	2.87±0.12 a	8.87±0.78 a	8.87±0.12 a	10.77±2.30 ef
نیمه‌خواهری ‘تگزاس ارلی گرانو’ Texas Early Grano half-sib	2.60±0.20 bcd	7.53±0.60 cde	8.57±0.50 ab	13.87±2.60 c-f

* میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level using Duncan's Multiple Range Test

‘پریمورا’ و ‘تگزاس ارلی گرانو’ در مقایسه با رقم ‘سحر’ معنی‌دار نشد (جدول ۵). بالا بودن قابلیت انبارمانی ارقام ‘صبا’ (Darabi, 2021) و ‘تگزاس ارلی گرانو’ (Darabi, 2024) در سایر آزمایش‌ها نیز مشاهده شده است. نکته قابل توجه اینکه در اکثر ژنوتیپ‌هایی که از نظر قابلیت انبارمانی در گروه برتر (f) قرار گرفته‌اند، از نظر درصد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تکرار بر ضایعات سوخ معنی‌دار نشد، ولی اثر ژنوتیپ بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. کمترین مقدار ضایعات مربوط به رقم ‘سحر’ بود. افزایش این صفت در ارقام ‘پالیز’، ‘صبا’، ‘پریمورا’، ‘تگزاس-ارلی گرانو’ و فامیل‌های نیمه‌خواهری ‘پالیز’، ‘ساوانا سوئیت’، ‘داستر

ماده خشک سوخ نیز در گروه برتر (a) قرار دارند، ولی این ژنوتیپ‌ها ممکن است از لحاظ تعداد پوست و قطر گردن در گروه برتر قرار نگرفته باشد (جدول ۴ و ۵). بنابراین هماهنگ با گزارش عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2022) می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که نقش درصد ماده خشک سوخ در قابلیت انبارمانی سوخ بیشتر از قطر گردن و تعداد پوست می‌باشد. میزان ضایعات انباری بعد از سه ماه انبارمانی برای ۱۵ ژنوتیپ پیاز روزکوتاه در بهبهان بین ۴/۴۹ تا ۱۹/۸۴ درصد گزارش شده است (Darabi, 2018). در صورتی که میزان ضایعات انبارمانی بعد از سه ماه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۹/۷۴ تا ۳۵/۳۱ درصد بود (جدول ۵). علت اختلاف در این دو پژوهش، علی‌رغم یکی بودن محل آزمایش را می‌توان به متفاوت بودن ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و همچنین اختلاف در شرایط اقلیمی در هنگام اجرای این دو تحقیق نسبت داد. تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس روش کو (Ko, 2001) مشخص نمود که به استثنای رقم داستر که در گروه متوسط قرار گرفت، سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر انبارمانی در گروه خوب قرار گرفتند.

عکس‌العمل در نتاج نیمه‌خواهری ژنوتیپ‌ها نسبت به والدین و نسبت به میانگین جامعه

در برنامه‌های اصلاحی، بهبود ژنتیکی ژنوتیپ‌ها به توانایی تغییرات ژنتیکی آن‌ها بستگی دارد. شناسایی موفقیت‌آمیز والدینی که به‌خوبی ترکیب شوند و نتاج امیدبخش تولید کنند، عمده‌تاً به عملکرد ژنی بستگی دارد که این صفت را کنترل می‌کند (Tabassum et al., 2007). از آنجایی که واریانس ژنتیکی در بین خانواده‌های نیمه‌خواهری با واریانس ژنتیکی افزایشی مرتبط است (Nguyen & Sleper, 1983)، تنوع قابل توجه در بین خانواده‌های نیمه‌خواهری برای اکثر صفات نشان داد که این صفات را واریانس ژنتیکی عمده‌تاً افزایشی کنترل می‌کند و این تنوع بالا بین خانواده‌های نیمه‌خواهری برای اکثر صفات، پتانسیل بالا برای دستاوردهای ژنتیکی این صفات را نشان می‌دهد. بنابراین این صفات را می‌توان با انتخاب دوره‌ای یا توده‌ای بهبود بخشید. در این پژوهش، نتاج نیمه‌خواهری دارای برخی از صفات ظاهری مطلوب بودند، به‌طوری‌که در هیچ‌یک از نتاج نیمه‌خواهری، بولتینگ یا مشاهده نگردید و یا میزان آن بسیار پایین بود. صفت ناپسند دوقلوبی و یا چندقلوبی که از عوارض مهم فیزیولوژیک پیاز است و ژنتیک در بروز این عارضه سهم مهمی دارد (Darabi, 2016a) این صفت در هیچ‌کدام از نتاج ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری رؤیت نشد. علاوه بر این، رنگ پوست و گوشت نتاج همه ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری یک‌نواخت (به‌ترتیب زرد و سفید) و ناخالصی از نظر رنگ پوست و گوشت در آن‌ها مشاهده نگردید، لذا ژنوتیپ‌های

برتر براساس سه صفت مهم دیگر یعنی تاریخ رسیدگی، عملکرد سوخ و خاصیت انبارمانی انتخاب شدند. از نظر صفت تاریخ رسیدگی، بین ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری سحر، پالیز، گلدن‌آی و تگزاس‌ارلی‌گرانو و والدین مادری تفاوتی مشاهده نشد. در بین نتاج نیمه‌خواهری، 'پریماورا' نسبت به والد مادری سه روز دیررس‌تر بود. همه ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری نسبت به میانگین والدین کمی دیررس‌تر بودند (از ۰/۲۲ تا ۲/۲۲ روز) (جدول ۶). این تغییرات اندک در تاریخ رسیدگی در بین همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه (چند روز زودرس‌تر یا دیررس‌تر) قابل توجه نبوده و همه نتاج نیمه‌خواهری از نظر این صفت، وضعیت مطلوبی داشتند. بنابراین از جمله معیارهای اصلی انتخاب ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری، دو صفت مهم دیگر یعنی عملکرد سوخ و خاصیت انبارمانی بود. عملکرد سوخ در سه ژنوتیپ نیمه‌خواهری 'داستر'، 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' و 'ایمپراتریز' به‌ترتیب معادل ۹/۹۹، ۴/۴۶ و ۰/۳۰ تن در هکتار نسبت به والدین مادری افزایش نشان دادند. در سایر ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری، عملکرد نسبت به والدین مادری از ۱/۹۰ (در 'پریماورا') تا ۲۱/۶۲ تن در هکتار (در 'پالیز') کمتر بود. عملکرد همه ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری به‌استثنای 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' نسبت به میانگین والدین از ۰/۴۴ تن در هکتار در رقم 'صبا' تا ۱۰/۷۴ تن در هکتار در رقم 'سحر' کاهش نشان داد (جدول ۶). درصد ضایعات انباری در چهار ژنوتیپ نیمه‌خواهری 'سحر'، 'صبا'، 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' و 'ایمپراتریز' نسبت به والدین مادری به‌ترتیب ۵، ۳/۵، ۳/۱ و ۰/۷۶ درصد بیشتر بود. میزان ضایعات انباری در رقم 'داستر' ۱۵/۵۲ درصد و در 'ساواناسویت' تا ۲۱/۲۹ درصد در مقایسه با والدین مادری کمتر بود. این صفت در همه ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری نسبت به میانگین کل والدین کاهش یافت. این کاهش از ۱ درصد ('ایمپراتریز' و 'گلدن‌آی') تا ۶/۱۷ درصد ('داستر') متغیر بود (جدول ۶). برتری قابل توجه در تعدادی از خانواده‌های نیمه‌خواهری برای صفت انبارمانی (مثلاً کاهش ۲۱/۲۹ درصدی میزان ضایعات انباری برای فامیل نیمه‌خواهری 'گلدن‌آی') نشان از تجمع فراوانی ژن‌های مطلوب برای این صفت دارد. براساس این نتایج مشخص شد که ژنوتیپ نیمه‌خواهری 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' از نظر عملکرد سوخ در بین همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در گروه برتر (a) قرار گرفته و عملکرد آن نسبت به والد مادری و میانگین والدین افزایش نشان داد. اگرچه میزان ضایعات انباری این ژنوتیپ نسبت به والد مادری اندکی بیشتر بود، اما نسبت به میانگین والدین کمتر بود (جدول ۶). نتاج نیمه‌خواهری 'صبا' از نظر عملکرد سوخ در بین همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نیز در گروه برتر (a) قرار گرفت و کاهش عملکرد آن در مقایسه با والد مادری و میانگین والدین قابل ملاحظه نبود. میزان ضایعات انباری این نتاج نسبت به والد مادری خود افزایش

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های نیمه‌خواهری 'تگزاس‌ارلی‌گرانو'، 'صبا' و 'داستر' با عملکرد بالا (بین ۶۵/۱۸ تا ۶۸/۲۹ تن در هکتار) و انبارمانی مناسب (ضایعات بین ۱۱/۷۹ تا ۱۵/۴۱ درصد) گزینه‌های امیدبخشی برای معرفی ارقام بومی روزکوتاه و کاهش وابستگی به واردات هستند. با توجه به تنوع اقلیمی جنوب کشور، پیشنهاد می‌شود که این ژنوتیپ‌ها علاوه بر بهبهان در سایر مناطق روزکوتاه جنوب کشور از لحاظ عملکرد، خاصیت انبارمانی و مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده بررسی شوند.

ناچیزی را نشان داد و نسبت به میانگین والدین کمتر بود (جدول ۶). ژنوتیپ نیمه‌خواهری 'داستر' اگرچه از نظر عملکرد سوخ در گروه برتر قرار نگرفت، ولی اختلاف عملکرد آن با دو ژنوتیپ نیمه‌خواهری ('صبا' و 'تگزاس‌ارلی‌گرانو') که در گروه برتر قرار گرفتند، بسیار جزئی و غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). از طرف دیگر، ژنوتیپ مزبور از نظر میزان ضایعات انباری در میان همه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه برتر (f) قرار داشت و بیشترین کاهش را در بین نتایج نیمه‌خواهری نسبت به میانگین والدین نشان داد (جدول ۶). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در این پژوهش، نتایج نیمه‌خواهری 'صبا'، 'تگزاس‌ارلی‌گرانو' و 'داستر' ژنوتیپ‌های برتر می‌باشند.

جدول ۶- اختلاف تاریخ رسیدگی، عملکرد و ضایعات انباری سوخ در نتایج نیمه‌خواهری پیاز روزکوتاه با والد مادری و میانگین والدین
Table 6- Differences of maturity day, yield and bulb storage losses in progenies half-sib of short-day onion with maternal parent and parents mean

نتایج نیمه‌خواهری Progenies half-sib	تاریخ رسیدگی Days to maturity		عملکرد Yield		ضایعات انباری سوخ Bulb storage losses	
	والد مادری Maternal parent	میانگین والدین Parents mean	والد مادری Maternal parent	میانگین والدین Parents mean	والد مادری Maternal parent	میانگین والدین Parents mean
'سحر' Sahar	0	0.22	-14.34	-10.74	5	-3.25
'پالیز' Paliz	0	1.22	-21.62	-9.32	-2.55	-6.17
'صبا' Saba	2	1.22	-2.81	-0.44	3.50	-2.58
'کلدن آی' Golden eye	2	1.22	-12.61	-7.68	-21.29	-3.97
'ساوانا سوییت' Savanasweet	0	0.22	-6.02	-6.46	-6.61	-1
'داستر' Duster	-1	0.22	9.99	-1.72	-15.52	-6.22
'ایمپراتریز' Imprateriz	1	0.22	0.30	-3.6	0.76	-1
'پریمورا' Primavera	3	2.22	-1.90	-5.61	-0.04	-5.44
'تگزاس‌ارلی‌گرانو' Texas Early Grano	0	1.22	4.46	1.39	3.1	-4.12

References

- Abbasi, Z., Darabi, A., & Emad Shahmansouri, A. (2022). Evaluation of short day onion (*Allium cepa* L.) genotypes for quantity and quality traits. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 55(4), 379-390. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22077/jhpr.2022.5163.1271>
- Abbasi, Z., Darabi, A., & Bocianowski, J. (2023). Multivariate analysis of short day onion (*Allium cepa* L.) genotypes by canonical variate analysis and mahalanobis distances. *Sustainability*, 15, 3217. <https://doi.org/10.3390/su15043217>
- Abbasi, Z., Darabi, A., & Rostam Forodi, B. (2025). Evaluation of flowering characteristics, bulb yield and quality in commercial cultivars of short-day onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Plant Production Research*, 32(1), 181-197. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22069/jopp.2024.22649.3165>
- Acquaah, G. (2012). Principles of Plant Genetics and Breeding. 2nd Ed. Wiley-Blackwell, Oxford.

5. Agricultural Statistics. (2024). Agricultural Statistics, First volume, Field Crops, 2022-2023. Agriculture, Programing and Economic Deputy, Statistics and Information Technology Office. pp. 62.
6. Aminpour, R, Mobli, M., & Mortazav Bak, A. (2012). Study of quantitative and qualitative characteristics of short day onion cultivars in Isfahan. *Journal of Horticultural Science*, 25(4), 404-410. (In Persian with English abstract). <http://doi.org/10.22067/jhorts4.v1390i0.11608>.
7. Anantha Raddy, M., Vasudev Naik, P., Jaiparakash Narayan, R. P., Pampanna, Y., Govindappa , M. R. E., & Mahantesh, Y. G. (2022). Correlation and path analysis in onion genotypes under Nort-Eastern dry zone of Karnataka. *The Pharma Innnoovation Journal*, 11(8), 2114-2117.
8. Aragie, E., Alemayehu, M., & Abate, A. (2023). Influences of seedling age and variety on the growth and bulb yield of onion in Northwest Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, 9132446, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2023/9132446>
9. Aweke, A., & Diriba-Shiferaw, G. (2024). Growth, yield and economic advantage of onion (*Allium cepa* L.) varieties in response to NPSB fertilizer and planting pattern. *International Journal of Horticulture, Agriculture and Food Science (IJHAF)*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.22161/ijhaf.8.1>
10. Benke, A. P., Mahajan , V., & Mokat, D. N. (2025). Unraveling the biochemical diversity in short-day onion genotypes. *Horticulturae*, 11, 484. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11050484>
11. Choudhary, G., Bairwa, L. N., Garhwal, O. P., Soni, A. K., Choudhary, M. R., Yadav, D. K., Singh, S. P., Meena, K. K., & Bairwa, S. K. (2022). Growth and yield increments of onion (*Allium cepa* L.) with transplanting dates, cultivars and zinc in semi-arid conditions of Rajasthan. *Biological Forum – An International Journal*, 14(3), 794-797.
12. Cramer, C. (2003). Comparison of open-pollinated and hybrid onion varieties for New Mexico. *HortTechnology*, 11, 119-123. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.11.1.119>
13. Darabi, A. (2009). Study of bulbing physiology in important local populations of Iranian onion in Behbahan and Karaj province. Ph.D. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.
14. Darabi, A. (2016a). Physiology and Production of Onion. Publication of Agricultural Education. Karaj. 276 p.
15. Darabi, A. (2016b). The study of effect of planting date and density on marketable yield and bulb characteristics of an onion population from Behbahan. *Journal of Crop Production and Processing*, 5(18), 301-314. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.5.18.301>
16. Darabi, A. (2018). Storability evaluation of short day onion populations and cultivars in non-controlled storage. *Iranin Journal of Horticultural Science*, 49(1), 105-116. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/ijhs.2017.219739.1118>
17. Darabi, A. (2020). Comparison the qualitative and quantitative characteristics of open-pollinated and hybrid short day onion cultivars in Khuzestan climatic conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(3), 691-703. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/IJHS.2019.283423.1665>
18. Darabi, A. (2021). Comparative postharvest losses of short day onion (*Allium cepa* L.) cultivars in uncontrolled storage conditions. *Journal of Crop Production and Processing*, 11(3), 1-16. (In Persian with English abstract).
19. Darabi, A. (2024). Bulb storability and thrips tolerance of some onion genotypes in non-controlled storage. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 25(1), 423-440. (In Persian with English abstract).
20. Darabi, A. (2025). The effects of planting patterns and density on yield and monetary benefits in intercropping of onion and lettuce. *Journal of Crop Production and Processing*, 5(1), 71-87. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.47176/jcpp.15.1.22317>
21. Darabi, A., & Ghenevati Moghadam, A. (2020). Study the bulbing date and morphological characters of landrace populations and onion commercial cultivars in Khuzestan region. *Journal of Plant Production*, 27(2), 1-18. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22069/JOPP.2020.15491.2390>
22. Darabi, A., & Khajehzadeh, Y. (2022). Investigating the quantitative and qualitative characteristics and resistance to thrips of onion genotypes. *Journal of Crop Production and Processing*, 12(3), 101-115. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.47176/jcpp.12.3.22315>
23. Darabi, A., & Yaghubi, V. (2022). Study the Effects of planting methods on qualitative and quantitative characteristics and economic benefit of Short-day onion genotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 23(3), 497-510. (In Peraian with English abstract). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.16807154.1401.23.3.7.9>
24. Falconer, D. S. ,& Mackay, T. F. C. (1996). Introduction to Quantitative Genetics. 4th Ed. Pearson Prentice Hall, Harlow, England, 433 p.
25. Gashua, I. B., Simon, S. Y., Bashir, L. U., & Kadams, A. M. (2013). Inheritance studies of some quantitative traits in onion (*Allium cepa* L.) *International Journal of Biosciences*, 3(4), 135-141. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/3.4.135-141>

26. Hosmani, R. M., Patil, B. C., & Ajjappalvera, P. S. (2010). Genetic variability and character association studies in onion (*Allium cepa* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Science* 23(2), 302-305.
27. Kearsey, M. J., & Pooni, H. S. (1996). The genetical analysis of quantitative traits. Chapman & Hall, London. <https://doi.org/10.1201/9781003062806>
28. Ko, S. S. (2001). Identification of good storability in short-day onion and its mechanism of resistance to *Aspergillus niger*. Ph.D. Thesis. Natl. Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, Republic of China.
29. Mahajan, V., Amar, J., & Gupta, A. J. (2023). Onion: Breeding and genomics. *Vegetable Science*, 50, 244-260.
30. Mallor, C., Balcells, M., Mallor, F., & Sales, E. (2011). Genetic variation for bulb size, soluble solids content and pungency in the spanish sweet onion variety Fuentes de Ebro. Response to selection for low pungency. *Plant Breeding*, 130(1), 55-59. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2009.01737.x>
31. Manel, N. V., Kale, V. S., & Karande, P. J. (2024). Correlation and path analysis in rabi onion (*Allium cepa* L.) genotypes. *Biological Forum – An International Journal*, 6(3), 56-58.
32. Mansouri, S. M., Mobli, M., Ebadi, R., & Rezai, A. (2008). Polycross effects on agronomical characteristics and yield of nine onion genotypes in Isfahan. *Journal of Water and Soil Science*, 12(45), 615-625. (In Persian with English abstract).
33. Miruts, F., Beshir, B., & Ejersa, G. (2021). Farmer preferred and financially feasible onion varieties for scaling: evidence from the central rift valley in Ethiopia. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 31, 45-56.
34. Mousavizadeh, S. A. (2019). Genetic variability, correlation and path analysis in Iranian onion landraces. *Journal of Horticultural Science*, 33(1), 29-39. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v33i1.65006>
35. Nguyen, H. T., & Sleper, D. A. (1983). Theory and application of half-sib mating in forage grass breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 64, 187-196. <https://doi.org/10.1007/BF00303763>
36. Petropoulos, S. A., Ntatsi, G., & Ferreira, I. C. F. R. (2017). Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. *Food Reviews International*, 33(1), 62-83. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1137312>
37. Ratan, D. R., Gowda, V., & Himanshu, P. (2017). Evaluation of different onion (*Allium cepa* L.) genotypes for yield and quality parameters in kharif season under bengaluru condition, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(11), 2393-2398.
38. Shah Murad, S., Khalid Niaz, K., Ali, A., & Aslam, A. (2018). Ginger and onion: New and novel considerations. *Pharmacy & Pharmacology International Journal*, 6, 49-52. <https://doi.org/10.15406/ppij.2018.06.00154>
39. Tabassum, M. I., Muhammad Saleem, M. S., Muhammad Akbar, M. A., Ashraf, M. Y., & Naeem Mahmood, N. M. (2007). Combining ability studies in maize under normal and water stress conditions. *Journal of Agriculture Research*, 45, 261-269.
40. Yoo, K. S., Pike, L. M., Patil, B. S., & Lee, E. J. (2020). Developing sweet onions by recurrent selection in a short-day onion breeding program. *Scientia Horticulturae*, 266, 109269. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109269>