

Evaluation of Promising Almond Genotypes (*Prunus dulcis* L) Base on Vegetative, Phenological, and Quantitative and Qualitative Characteristics of Nuts and Kernels

S.A. Mousavi^{1*}, A. Vatankhah¹, A. Imani²

1- Horticulture Crops Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Shahrekord, Iran

2- Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(* - Corresponding author's Email: sa.mousavi@areeo.ac.ir)

Received: 29 December 2024

Revised: 14 April 2025

Accepted: 26 April 2025

Available Online: 26 April 2025

How to cite this article:

Mousavi, S.A., Vatankhah, A., & Imani, A. (2026). Evaluation of promising almond genotypes (*Prunus dulcis* L) base on vegetative, phenological, and quantitative and qualitative characteristics of nuts and kernels. *Journal of Horticultural Science*, 39(3), 677-697. (In Persian with English abstract).
<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.91410.1402>

Introduction

Almond is a commercial and important nut fruit known as *Prunus dulcis*, a species of *Prunus* of the Rosaceae family. The nutritional value of almonds as well as the presence of oil, protein, fiber, minerals and biologically active compounds have made almonds Nutritionally, industrially and medicinally important. In most traditional orchards in Iran, almonds are propagated from seed, which has contributed to the high genetic diversity of this species. The introduction and production of superior cultivars depends on the careful selection of plants, which requires knowledge of the cultivars and their diversity. Cross-pollination in almond increases genetic diversity in cultivated species. Creating an orchard by selecting grafted genotypes on suitable rootstocks for sustainable cultivation of almonds is particularly important (Babadai *et al.*, 2017). The aim of this research is to evaluate the phenotypic diversity of 44 promising genotypes that were grafted on GF677 rootstock, using the vegetative, quantitative and qualitative characteristics of nuts and kernels in order to select superior genotypes. A great diversity was observed in the morphological and pomological characteristics of 60 almond genotypes by Ardjmand *et al.* (Ardjmand *et al.*, 2014). Many researches (Mousavi *et al.*, 2010; Asgari & Khadivi 2021; Heidari *et al.*, 2022; Beigi & Khadivi, 2023) have been conducted on the selection of superior cultivars by examining the morphological, nut and kernel characteristics.

Materials and Methods

In this research, 44 promising almond cultivars and genotypes on GF677 rootstock were investigated in terms of various vegetative traits, nut and kernel characteristics. Experiment on 44 almond genotypes prepared from Karaj and grafted on GF677 rootstock, in March to September 2024 in the form of randomized complete block design in three replications at the almond research station in Saman region affiliated to the Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center was conducted on 5-year-old trees. Vegetative traits of tree height, canopy length, canopy width, and branch length were measured by meter in the garden, and rootstock diameter, scion diameter, and branch diameter were measured in the garden with calipers. In order to measure nut and kernel traits, 100 fruits were harvested from each of the cultivars and genotypes, and their green shell was separated and dried. Measurement of traits such as length, width, diameter of nut and kernel was done by digital caliper and weight of nut and kernel was measured by digital scale with accuracy of 0.01.



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.2025.91410.1402>

Coding of some traits was done based on almond descriptor (Gülcan, 1985) with some changes. The data obtained from the experiment were analyzed using SAS software (version 3.1.9). To compare the means, LSD least significant difference test was used at the 5% probability level.

Results and Discussion

The results of analysis of variance for the evaluation of vegetative traits showed that there was a significant difference between promising cultivars and genotypes in terms of tree height, canopy length and canopy width, one-year branch length, canopy length-to- canopy width ratio, and canopy height-to- canopy length ratio at the 1% probability level. The results of the analysis of variance showed that between all cultivars and genotypes grafted on GF677 rootstock in terms of length, width, diameter and weight of nuts, length, width, weight and diameter of kernel, shell thickness, double kernel, percentage of blank kernel, kernel color and shrinkage of kernel, shell hardness, suture opening of the shell, percentage of kernel, kernel width/kernel length ratio, kernel thickness/kernel length ratio, kernel thickness/kernel width ratio and kernel weight/nut weight ratio have significant differences. Based on the obtained results, the genotypes 4-4, TS-11, H, 2-3-2, 2-0-4 according to the valuable and commercial properties of almonds, including yield, kernel percentage, shell hardness, percentage of blank kernel, kernel weight, suture opening of the shell, double kernel, shell thickness, kernel color and most importantly late flower were genotypes with relative superiority in terms of nut and kernel traits. According to the results, the 4-4 genotype grafted on the GF677 rootstock with yield of 750 gr, 51% kernel percentage, hard shell, excellent seal suture opening of the shell, very light kernel color, late flowering, flowering on spurs and one year old shoots, the low of double kernel and low percentage of blank kernel seems to be one of the relatively good genotypes for Chaharmahal and Bakhtiari region. In the study of Mousavi *et al.*, 2010, by examining the quantitative and qualitative characteristics of 55 varieties and genotypes of almonds, reported that all quantitative and qualitative traits in the genotypes have significant differences, which is in line with the results of this research.

Conclusion

Based on the results of this study, significant variation in morphology, phenology, and pomology was observed among 44 promising genotypes grafted onto GF677 rootstock. This variation is of great importance in selecting superior cultivars that are adapted to environmental conditions, as well as in selecting high-yielding genotypes. Chaharmahal and Bakhtiari province, with its specific climatic conditions, requires varieties that are adapted to these conditions. The climatic conditions of this region include hot and dry summers and cold winters, so varieties that are resistant to cold and drought should be selected, especially varieties whose flowering date is such that they are safe from the risk of spring frost. Based on the obtained results, the genotypes 4-4, TS-11, H, 2-3-2, 2-0-4 according to the valuable and commercial properties of almonds, including yield, kernel percentage, shell hardness, percentage of blank kernel, kernel weight, suture opening of the shell, double kernel, shell thickness, kernel color and most importantly late flower were genotypes with relative superiority in terms of nut and kernel traits. According to the results, the 4-4 genotype grafted on the GF677 rootstock with yield of 750 gr, 51% kernel percentage, hard shell, excellent seal suture opening of the shell, very light kernel color, late flowering, flowering on spurs and one year old shoots, the low of double kernel and low percentage of blank kernel seems to be one of the relatively good genotypes for Chaharmahal and Bakhtiari region.

Keywords: Flowering time, Pomology, Superior genotype, Vegetative rootstock, Yield

مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۴، ص. ۶۹۷-۶۷۷

ارزیابی ژنوتیپ‌های امیدبخش بادام (*Prunus dulcis* L) براساس خصوصیات رویشی،

فنولوژی و کمی و کیفی خشک میوه و مغز

سید اصغر موسوی^{۱*} - اکرم وطن خواه^۱ - علی ایمانی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۶

چکیده

با توجه به اهمیت اقتصادی و ارزش غذایی بادام، این پژوهش با هدف شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر و سازگار با شرایط اقلیمی استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. این مطالعه، ارزیابی خصوصیات ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه رویشی GF677 در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات بادام وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری در منطقه سامان انجام گرفت. در این پژوهش، صفات رویشی، فنولوژیکی و پومولوژیکی خشک میوه و مغز در سال ۱۴۰۲ مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی نشان داد که ارتفاع درخت، طول و عرض تاج، نسبت طول به عرض تاج و نسبت ارتفاع به طول تاج در ژنوتیپ‌های مختلف معنی‌دار بودند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد، صفات فنولوژی، ویژگی‌های خشک میوه و مغز در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. درصد مغز در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۲۲/۳۰ تا ۷۷/۹ درصد متفاوت بود. مطابق با نتایج، ژنوتیپ 4-4 پیوندشده روی پایه GF677 دارای عملکرد ۷۵۰ گرم، درصد مغز ۵۱ درصد، پوست سخت، پوست دارای درز و شکاف بسته، رنگ مغز خیلی روشن، دیرگل، عادت گل‌دهی مختلط، میزان دوقلویی کم و درصد پوکی کم، یکی از ژنوتیپ‌های خوب برای منطقه چهارمحال و بختیاری به نظر می‌رسد. براساس نتایج، ژنوتیپ‌های بادام 4-4، TS-11، H، 2-3-2 و 2-0-4 با توجه به خصوصیات ارزشمند و تجاری شامل عملکرد، درصد مغز، سفتی پوست، پوکی، وزن مغز، درز و شکاف روی پوست، دوقلویی، قطر پوست چوبی، رنگ مغز و مهم‌تر از همه دیرگلی، ژنوتیپ‌هایی با برتری نسبی از نظر صفات خشک و مغز بودند.

واژه‌های کلیدی: ارقام برتر، پایه رویشی، پومولوژی، تاریخ گل‌دهی، عملکرد

مقدمه

به‌عنوان یک محصول غذایی مهم مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارزش غذایی بادام و همچنین وجود ترکیبات روغن، پروتئین، فیبر، مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی موجب اهمیت غذایی، صنعتی و دارویی آن شده است (Barreca et al., 2020).

منشا بادام مناطق خشک کوهستانی آسیای مرکزی است و گونه-های وحشی زیادی در ایران، افغانستان، ترکیه و سوریه پراکنده شده-اند (Babadai et al., 2017). ایران یکی از مهم‌ترین مراکز رشد و پراکنش ارقام بادام وحشی و اهلی در جهان است. تکثیر بادام از طریق بذر در ایران موجب افزایش تنوع ژنتیکی آن شده است. ایران در سال ۲۰۲۳ با تولید حدود ۱۶۴ هزار تن بادام بعد از کشورهای آمریکا، اسپانیا، استرالیا، ترکیه و مراکش قرار دارد (FAO, 2023). زمان گل‌دهی در بادام، یکی از مهم‌ترین صفات بوده که وابسته به ژنتیک و شرایط اقلیمی است. زمان گل‌دهی به‌وسیله میزان نیاز سرمایی و گرمایی تعیین می‌شود. ارقام بومی بادام به‌علت نیاز سرمایی و گرمایی کمی که دارد، گل‌های آن زودتر از بقیه درختان میوه باز می‌شود و در

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* یکی از میوه‌های خشکباری مهم دنیا است که متعلق به خانواده Rosaceae می‌باشد (Ayaz et al., 2020). خانواده Rosaceae یکی از مهم‌ترین خانواده‌های گیاهی در مناطق معتدل است. بادام به‌طور گسترده در نقاط مختلف دنیا کشت می‌شود و ارزش غذایی بالایی دارد (Zahedi et al., 2020). بادام یک آجیل با ارزش است که در بسیاری از نقاط جهان

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۲- پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(*) نویسنده مسئول: Email: sa.mousavi@areeo.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.91410.1402>

آن‌ها در فصل بهار نشان داد که صفاتی مانند طول میوه و وزن خشک بیشترین تغییر و وزن مغز خشک و ضخامت خشک میوه کمترین تغییر را در بین سایر صفات نشان دادند (Torkman et al., 2021). در پژوهش دیگری، ۱۱ ژنوتیپ امیدبخش بادام از میان ۸۴ ژنوتیپ، براساس ویژگی‌های تجاری مهم مانند عملکرد، وزن خشک میوه، سختی پوست، شکل مغز، وزن مغز و طعم مغز معرفی شد (Heidari et al., 2022). در پژوهشی، رقم Nanparil و ژنوتیپ KD-11-01 به‌عنوان بهترین رقم و ژنوتیپ با پوست میوه نازک و ارقام A230، A200 و Ferragnès و ژنوتیپ K13-40 با پوست میوه سخت شناخته شدند (Imani et al., 2022).

نتایج حاصل از یک مطالعه نشان داد که تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌های بادام براساس صفات طول، عرض و ضخامت خشک میوه، وزن خشک میوه و ضخامت پوست چوبی وجود داشت (Beigi & Khadivi, 2023). در پژوهشی، صفاتی مانند وزن پوسته (۱/۳۹-۵/۶۸ گرم)، وزن خشک میوه (۲/۱۶-۷/۶۰ گرم)، وزن مغز (۰/۳۵-۲/۵۱ گرم) و درصد دوقلویی (۰-۶۰ درصد) در ۶۰ ژنوتیپ مورد بررسی بادام متغیر بود (Zahedi et al., 2023). در یک مطالعه با بررسی خصوصیات رویشی، کمی و کیفی خشک میوه و مغز ۳۶ رقم و ژنوتیپ پیوندشده روی پایه GN، ژنوتیپ‌های TS-16، Aviz، 2-3-15 و D2 از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نشان دادند (Mousavi et al., 2024). هدف از این پژوهش، ارزیابی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر مناسب و سازگار با شرایط محیطی منطقه سامان در استان چهارمحال و بختیاری از میان ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش پیوندشده روی پایه رویشی GF677 براساس خصوصیات رویشی، فنولوژی و کمی و کیفی خشک میوه و مغز بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این پژوهش، ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام در نیمه اول مهر ۱۳۹۷ در شرایط گلخانه روی پایه رویشی GF677 پیوند شده بودند (جدول ۱). نهال‌های پیوندی گلدانی در اردیبهشت ۱۳۹۸ به زمین اصلی منتقل و به‌روش آبیاری تحت فشار قطره‌ای آبیاری شدند. عملیات داشت برای همه درختان به‌طور یکسان انجام گردید. پس از شروع گل‌دهی، در طی فصول بهار، تابستان و پاییز سال ۱۴۰۲ داده-برداری بر روی این ژنوتیپ‌ها از نظر صفات رویشی، فنولوژی و خصوصیات خشک میوه و مغز به‌منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های امیدبخش مناسب تجاری صورت گرفت. این پژوهش در ایستگاه تحقیقات بادام در منطقه سامان وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد.

معرض سرمای دیررس بهاره قرار می‌گیرد (Babadai et al., 2017; Kodad & Socias i Company, 2008). مهم‌ترین راه مؤثر برای کاهش خسارت سرمازدگی بهاره، استفاده از ارقام دیرگل می‌باشد (Kester et al., 1977; Vargas et al., 2014). بنابراین شناسایی و ارزیابی ژرم‌پلاس‌م برتر اهمیت زیادی دارد. معرفی و تولید ارقام برتر وابسته به انتخاب دقیق بین گیاهان است که لازمه آن شناخت ارقام و تنوع بین آن‌ها است (Beigi & Khadivi, 2023). دگرگشتی بادام موجب افزایش تنوع ژنتیکی در گونه‌های کشت‌شده می‌شود (De Nettancourt, 2001). ایجاد باغی با انتخاب ژنوتیپ‌های پیوندشده روی پایه‌های مناسب برای کشت پایدار محصول اهمیت ویژه‌ای دارد. هیبرید هلو × بادام (GF677) پرکاربردترین پایه هم در شرایط دیم و هم در شرایط آبی در سال‌های گذشته بوده است (Ranjbar & Imani, 2022).

نتایج مطالعه تل‌هوک و همکاران (Talhouk et al., 2000) نشان داد که صفات وزن میوه، عرض میوه، حجم مغز و سختی و ضخامت پوست چوبی میوه بادام، بالاترین میزان تنوع را داشتند. نتایج بررسی ۱۳۷ نمونه از ۱۸ گونه بادام وحشی بومی ایران نشان داد که وزن و عرض خشک میوه و همچنین وزن مغز نسبت به سایر صفات مورد مطالعه ضریب تغییرات بالاتری (۴۵/۸ درصد) داشتند و به‌عنوان منابع غنی ژرم‌پلاس‌م جدید در برنامه به‌نژادی بادام به بهبود عملکرد محصول کمک می‌کند (Sorkheh et al., 2009). در پژوهش موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2010) صفاتی مانند وزن خشک میوه، درصد مغز، درصد دوقلویی مغز، نرمی و ضخامت پوسته، بیشترین تنوع را در بین صفات داشتند.

نتایج حاصل از یک مطالعه در ۵۰ ژنوتیپ برتر بادام و رقم Tuono نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات و ویژگی‌های مورد مطالعه از جمله اندازه خشک میوه، چروکیدگی مغز، طول و ضخامت مغز، نرمی پوسته و بازارپسندی پوسته بیرونی، تفاوت زیادی با یکدیگر داشتند (Estaji et al., 2013). در پژوهش دیگری، تنوع زیادی از نظر خصوصیات ریخت‌شناسیک و پومولوژیک ۶۰ ژنوتیپ بادام مشاهده شد (Ardjmand et al., 2014). نتایج حاصل از بررسی صفات ریخت‌شناسیک و فنولوژیک ۹۰ نژادگان بادام نشان داد که تنوع زیادی از نظر صفات ابعاد و وزن خشک میوه و مغز، تاریخ گل‌دهی و رسیدن، عملکرد مغز و درصد دوقلویی بین نژادگان مورد بررسی وجود داشت (Khadivi-Khub & Etemadi-Khah, 2015).

در مطالعه‌ای، ۲۱ ژنوتیپ با توجه به ویژگی‌های مهم تجاری بادام شامل عملکرد، وزن خشک میوه، سختی پوست، وزن مغز، درصد مغز و عطر و طعم مغز به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی و معرفی شدند (Asgari & Khadivi, 2021). بررسی ۹۴ رقم بادام والدین

جدول ۱- ژنوتیپ‌های امیدبخش بادام مورد استفاده در این مطالعه

Table 1- Promising almond genotypes used in this study

شماره ژنوتیپ Genotype no.	رقم/ژنوتیپ Cultivar/genotyp	شماره ژنوتیپ Genotype no.	رقم/ژنوتیپ Cultivar/genotyp
1	H	23	2-0-4
2	D	24	4-4
3	TS-21	25	TS-6
4	4-14	26	3-1-4
5	TS-14	27	Fragnes
6	A8	28	17-FM
7	B8	29	TS-18
8	Saba صبا	30	D2
9	2-3-2	31	Aydin
10	TS-11	32	TS-30
11	TS-22	33	(Tabriz genotype) 1306 (ژنوتیپ تبریز)
12	3-1-15	34	(Tabriz genotype) AH2 (ژنوتیپ تبریز)
13	13-40	35	(Tabriz genotype) 721 (ژنوتیپ تبریز)
14	TS1	36	(Tabriz genotype) 108 (ژنوتیپ تبریز)
15	8-35	37	Azar آذر
16	16-30	38	Araz آراز
17	85	39	Yalda یلدا
18	100-1-5	40	(2) Aydin آیدین
19	35	41	(Shahrekord) Shamshiri شمشیری (شهرکرد)
20	B6	42	(Shahrekord) AY (شهرکرد)
21	(D7) 2-29	43	(Shahrekord) AN2 (شهرکرد)
22	100-1-1	44	(Shahrekord) AN4 (شهرکرد)

صفات و روش اندازه‌گیری

صفات مورد بررسی و روش اندازه‌گیری آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. صفات فنولوژیک گل‌دهی و رسیدن میوه با شروع گل‌دهی و ثبت زمان‌های مختلف گل‌دهی و زمان رسیدن میوه در بهار و تابستان ۱۴۰۲ اندازه‌گیری گردید. صفات رویشی مانند ارتفاع درخت، طول تاج، عرض تاج و رشد طولی سالیانه شاخه‌ها، در پاییز ۱۴۰۲ پس از خزان درختان به‌وسیله متر و قطر پایه و پیوندک و قطر شاخه یکساله توسط کولیس در شرایط باغ اندازه‌گیری شدند. در زمان رسیدن میوه‌ها، تعداد ۱۰۰ میوه از هر یک از ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از شاخه‌های مختلف و از چهار جهت جغرافیایی درخت به‌صورت تصادفی برداشت شد و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد منتقل گردید و سپس پوست سبز میوه‌ها جدا و نمونه‌ها در محدوده دمایی ۲۶-۲۸ درجه سانتی‌گراد و در شرایط هوای آزاد خشک شدند. پس از آن، صفات خشک میوه و مغز در این ژنوتیپ‌ها طبق دستورالعمل آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری بادام اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری وزن خشک میوه و مغز به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ انجام شد.

اندازه‌گیری صفاتی مانند طول، عرض، قطر میوه و مغز به‌وسیله دستگاه کولیس دیجیتال انجام گرفت.

کدهای برخی صفات براساس توصیف‌نامه بین‌المللی بادام (Gülcan, 1985) با کمی تغییرات انجام شد (جدول ۲). در نهایت، پس از آنالیز داده‌های به‌دست‌آمده از ژنوتیپ‌هایی مورد بررسی، بهترین ژنوتیپ‌های امیدبخش انتخاب شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. دو درخت در هر واحد آزمایشی وجود داشت. تعداد کل واحدهای آزمایشی ۱۳۲ بود و تعداد کل درخت‌های مورد آزمایش ۲۶۴ اصله بودند. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 9.1.3) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به‌منظور تعیین همبستگی بین صفات رویشی، خشک میوه و مغز از ضرایب همبستگی پیرسون و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۲- صفات، علامت اختصاری، واحد و روش اندازه‌گیری در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بادام

Table 2- Traits, abbreviation, unit and measurement method in the investigated almond genotypes

شماره Number	صفت Attribute	علامت اختصاری Abbreviation	واحد Unit	وسیله اندازه‌گیری Measurement method
1	ارتفاع درخت Tree height	TH	cm	متر Meter
2	طول تاج پوشش درخت Canopy length	CL	cm	متر Meter
3	عرض تاج پوشش درخت Canopy width	CW	cm	متر Meter
4	قطر پایه Rootstock diameter	RD	mm	کولیس Calliper
5	قطر پیوندک Scion diameter	SD	mm	کولیس Calliper
6	طول شاخه Branch length	BL	cm	متر Meter
7	قطر شاخه Branch diameter	BD	mm	کولیس Calliper
8	نسبت طول به عرض تاج پوشش درخت Canopy length/crown width ratio	CL/CW	-	طول تاج پوشش درخت به عرض تاج پوشش درخت Canopy length/canopy width
9	نسبت ارتفاع به طول تاج پوشش درخت Tree height/canopy length ratio	TH/CL	-	ارتفاع درخت به طول تاج پوشش درخت Tree height/canopy length
10	طول خشک‌میوه Nut length	NL	mm	کولیس Calliper
11	عرض خشک‌میوه Nut width	NW	mm	کولیس Calliper
12	ضخامت خشک‌میوه Nut thickness	NTH	mm	کولیس Calliper
13	وزن خشک‌میوه Nut weight	NWT	g	ترازوی دیجیتال Digital scale
14	وزن مغز Kernel weight	KWT	g	ترازوی دیجیتال Digital scale
15	طول مغز Kernel length	KL	mm	کولیس Calliper
16	عرض مغز Kernel width	KW	mm	کولیس Calliper
17	ضخامت مغز Kernel thickness	KTH	mm	کولیس Calliper
18	نسبت عرض به طول خشک‌میوه (NR1) Nut width/nut length ratio	NW/NL	-	عرض خشک‌میوه به طول خشک‌میوه Nut width/nut length
19	نسبت ضخامت به طول خشک‌میوه (NR2) Nut thickness/nut length ratio	NTH/NL	-	ضخامت خشک‌میوه به طول خشک‌میوه Nut thickness/nut length
20	نسبت ضخامت به عرض خشک‌میوه (NR3) Nut thickness/nut width ratio	NTH/NW	-	ضخامت خشک‌میوه به عرض خشک‌میوه Nut thickness/nut width
21	ضخامت پوسته چوبی Shell thickness	STH	mm	کولیس Calliper
22	دوقلوایی Double kernel	DK	code	۱ = فاقد دوقلوایی، ۳ = کم، ۵ = متوسط، ۷ = زیاد، ۹ = خیلی زیاد 1 = no double kernel, 3 = little, 5 = moderate, 7 = high, 9 = very high
23	درصد پوکی Percentage of blank kernel	PBK	%	تعداد مغزهای پوک در نمونه صدتایی The number of blank kernel in a 100 kernels

ادامه جدول ۲- صفات، علامت اختصاری، واحد و روش اندازه‌گیری در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بادام
Continue table 2- Traits, abbreviation, unit and measurement method in the investigated almond genotypes

شماره Number	صفت Attribute	علامت اختصاری Abbreviation	واحد Unit	وسیله اندازه‌گیری Measuring instrument
24	رنگ مغز Kernel color	KCI	code	۱=خیلی روشن، ۳=روشن، ۵=متوسط، ۷=تیره، ۹=خیلی تیره 1=very light, 3=light, 5=medium, 7=dark, 9=very dark
25	چروکیدگی مغز Shrinkage of kernel	SK	code	۱=فاقد چروکیدگی، ۳=چروکیدگی کم، ۵=چروکیدگی متوسط، ۷=چروکیدگی زیاد 1=no shrinkage, 3 = slightly wrinkled, 5 = intermediate, 7 = wrinkled
26	سختی پوست چوبی Shell hardness	SH	code	۱=خیلی سخت، ۳=سخت، ۵=نیمه سخت، ۷=نازک، ۹=کاغذی 1=very hard, 3=hard, 5=semi-hard, 7=thin, 9=papery
27	درز و شکاف روی پوست Suture opening of the shell	SOS	code	۱=بسته، ۳=نیمه باز، ۵=باز 1= excellent seal (no openings), 3= open (about 2 mm), 5= very wide
28	درصد مغز Percentage of kernel	PK	%	وزن صد عدد مغز به صد عدد خشک‌میوه Weight of 100 kernels /weight of 100 nuts
29	نسبت عرض به طول مغز (KR1) Kernel width/kernel length ratio	KW/KL	-	عرض مغز به طول مغز Kernel width/kernel length
30	نسبت ضخامت به طول مغز (KR2) Kernel thickness/kernel length ratio	KTH/KL	-	ضخامت مغز به طول مغز Kernel thickness/kernel length
31	نسبت ضخامت به عرض مغز (KR3) Thickness/kernel width ratio kernel	KTH/KW	-	ضخامت مغز به عرض مغز Kernel thickness/kernel width
32	نسبت وزن مغز به وزن خشک‌میوه (KNR) Kernel weight/nut weight ratio	KWT/NWT	-	وزن مغز به وزن خشک‌میوه Kernel weight/nut weight
33	عملکرد Yeild		g	میانگین وزن خشک میوه هر واحد آزمایشی Mean nut weight per experimental unit
34	عادت باردهی Bearing habit (flowering hanit)		code	۱=بیشتر روی شاخه یک‌ساله (تیپ شاخه)، ۲=بیشتر روی اسپور (تیپ اسپور)، ۳=روی شاخه و اسپور (تیپ مختلط) 1=most flower buds on one year old branche (shoot type), 2=most flower buds on spurs(spure type), 3= flower buds both on one year old branche and spurs (mixed type)
35	زمان گل‌دهی Flowering date		code	۱=خیلی زود، ۲=خیلی زود تا زود، ۳=زود، ۴=زود تا متوسط، ۵=متوسط، ۶=متوسط تا دیر، ۷=دیر، ۸=دیر تا خیلی دیر، ۹=خیلی دیر 1=extremely early, 2=very early, 3=early, 4=early/intermediate, 5=intermediate, 6=intermediate/late, 7=late, 8= very late, 9=extremely late
36	زمان رسیدن میوه Maturity date		code	۱=خیلی زود، ۳=زود، ۵=متوسط، ۷=دیر، ۹=خیلی دیر 1=extremely early, 3=early, 5= medium, 7=late, 9= extremely late

نتایج و بحث

صفات رویشی

نتایج تجزیه واریانس ارزیابی صفات رویشی نشان داد که بین ژنوتیپ‌های امیدبخش از نظر ارتفاع درخت، طول و عرض تاج، طول شاخه یک‌ساله، نسبت طول به عرض تاج و نسبت ارتفاع به طول تاج تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده تنوع در صفات مورد بررسی است و امکان

انتخاب ارقام برای مقادیر مختلف یک صفت وجود دارد (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین، صفات رویشی در ژنوتیپ‌های مختلف پیوندشده روی پایه GF677 متفاوت بود. افزایش صفات رویشی مانند ارتفاع درخت، طول تاج و طول شاخه در برخی ژنوتیپ‌های بادام پیوندشده روی پایه GF677 می‌تواند ناشی از ویژگی‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها باشد (Pica et al., 2021).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات رویشی ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه GF677
Table 3- ANOVA for the vegetative traits of 44 promising almond genotypes grafted on the GF677rootstock

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares								
		ارتفاع درخت Tree height	طول تاج Canopy length	عرض تاج Canopy width	قطر پایه Rootstock diameter	قطر پیوندک Scion diameter	طول شاخه Branch length	قطر شاخه Branch diameter	نسبت طول به عرض تاج Canopy length/canopy width	نسبت ارتفاع به طول تاج Tree height/canopy length
تکرار Block	2	1119.12	1013.47	1371.03	296.81	111.11	1117.04**	32.05	0.0002	0.092**
ژنوتیپ Genotype	43	2058.90**	1725.14**	2009.04**	89.43	72.54	522.5**	37.65	0.045**	0.082**
خطا Error	86	1218.04	825.74	1181.15	94.59	89.94	122.02	34.23	0.0188	0.035
ضریب تغییرات CV (%)		19.62	19.10	23.31	19.3	19.6	27.2	18	13.19	15.5

**، به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد
**: Significant at the 5% and 1% of the probability levels, respectively

جدول ۴- صفات رویشی ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام روی پایه GF677

Table 4- The vegetative traits of 44 promising almond genotypes grafted on the GF677 rootstock

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع درخت Tree height (cm)	طول تاج Canopy length (cm)	عرض تاج Canopy width (cm)	طول شاخه Branch length (cm)	نسبت طول به عرض تاج Canopy length/canopy width	نسبت ارتفاع به طول تاج Tree height/canopy length
H	192.33a-e*	171.33a-f	175.67a-e	41.5c-j	0.99c-g	1.13b-i
D	156.67a-e	187a-c	164.33a-f	60.9a-d	1.14b-d	0.85hi
TS-21	184.67a-e	152.67b-i	132.33b-f	38.03e-k	1.17b-d	1.22a-h
4-14	165a-e	160.67a-i	195.67a-c	34.03e-k	0.85e-g	1.06d-i
TS-14	223.67a	162.67a-h	142.67b-f	40.97d-j	1.16b-d	1.38a-e
A8	149.67b-e	105.33hi	101f	31.23f-k	1.06c-g	1.45a-c
B8	197a-e	178a-e	197.67ab	21.2i-k	0.9d-g	1.11b-i
Saba	165.33a-e	139c-i	141.33b-f	38.97d-k	0.99c-g	1.19a-i
2-3-2	126.33e	159.67a-i	146.33b-f	28.5f-k	1.09c-g	0.82i
TS-11	208.67ab	160.33a-i	174.33a-e	46.53b-h	0.92d-g	1.3a-f
TS-22	182.33a-e	141.33b-i	144.67b-f	49.83b-g	0.97c-g	1.33a-f
3-1-15	210.33ab	150.67b-i	152.67a-f	50.93b-f	1.04c-g	1.37a-e
13-40	147.67b-e	134c-i	120d-f	20.73jk	1.12b-e	1.16b-i
TS1	154.67a-e	133.67c-i	161.67a-f	22.63i-k	0.83g	1.16b-i
8-35	131de	111.67g-i	103.67f	30f-k	1.09c-g	1.22a-h
16-30	176.33a-e	199ab	140b-f	49.6b-g	1.42a	0.89g-i
85	146.67b-e	132c-i	119.33d-f	25.6h-k	1.12b-e	1.15b-i
100-1-5	190.67a-e	173.33a-f	127.33c-f	35.5e-k	1.37ab	1.1b-i
35	157.67a-e	146.67b-i	149b-f	26.4h-k	0.99c-g	1.08c-i
B6	223a	181.33a-d	165a-f	63.2a-c	1.11b-f	1.23a-h
2-29	207.33ab	155a-i	140b-f	41.43c-j	1.17b-d	1.33a-f
100-1-1	197.33a-e	171.67a-f	159.67a-f	38.5e-k	1.08c-g	1.13b-i
2-0-4	165.67a-e	128.67c-i	127c-f	53.9b-e	1.05c-g	1.32a-f
4-4	161.67a-e	121.33e-i	117.33ef	28.57f-k	1.03c-g	1.37a-e
TS-6	203.33a-c	211a	219a	78.3a	0.97c-g	0.96f-i
3-1-4	170a-e	166a-g	156.67a-f	55.1b-e	1.08c-g	1.02e-i
Fragnes	157.67a-e	118.33f-i	123.33d-f	39.1d-k	0.97c-g	1.33a-f
17-FM	211.67ab	152.67b-i	155a-f	45.37b-h	0.99c-g	1.38a-e
TS-18	211ab	166.67a-g	151.67a-f	63a-c	1.12b-e	1.28a-f
D2	205.33ab	143.33b-i	142.67b-f	33.97e-k	1.01c-g	1.47ab
Aydin	184.67a-e	146b-i	151.67a-f	67ab	0.96c-g	1.27a-f
TS-30	167.33a-e	148.33b-i	153a-f	45.73b-h	0.97c-g	1.15b-i
1306	211.33ab	137.33c-i	115.33ef	43.13c-j	1.21a-c	1.55a
AH2	198.33a-d	186a-c	167.67a-f	46.77b-h	1.11b-g	1.06d-i
721	171a-e	141.67b-i	140.33b-f	49.63b-g	1.03c-g	1.21a-h
108	186.33a-e	158a-i	189a-d	35.13e-k	0.85e-g	1.15b-i
Azar	160.67a-e	151.33b-i	149b-f	28.23g-k	1.02c-g	1.07d-i
Araz	170.33a-e	163.33a-h	157.67a-f	35.17e-k	1.03c-g	1.05d-i
Yalda	156.33a-e	137.67c-i	133b-f	34.83e-k	1.05c-g	1.15b-i
Aydin(2)	186.33a-e	140.67b-i	171a-f	37e-k	0.83fg	1.34a-f
Shamshiri	132.67c-e	103.67i	121.67d-f	18.07k	0.9d-g	1.3a-f
AY	160.67a-e	114.67f-i	117.67ef	43.43c-i	0.98c-g	1.41a-d
AN2	144b-e	123.67d-i	105.67ef	29.73f-k	1.14b-d	1.27a-g
AN4	214.67ab	151.67b-i	167a-f	34.1e-k	0.93c-g	1.42a-d
حداقل اختلاف معنی‌داری LSD 5%	56.64	46.64	55.78	17.93	0.22	0.3

* میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% of probability level-using LSD Test.

بیشترین طول تاج در ژنوتیپ TS-6 و کمترین آن در ژنوتیپ‌های Shamshiri و A8 مشاهده شد (جدول ۴). ژنوتیپ‌های TS-6، Aydin، TS-18، B6 و D بیشترین طول شاخه و ژنوتیپ‌های

ژنوتیپ‌های B6، TS-14، AN4، TS-18، 17-FM، 1306، 3-15، TS-11، 2-29 و D2 بیشترین ارتفاع درخت و ژنوتیپ‌های 2-3-2، 8-35 و Shamshiri کمترین ارتفاع را داشتند (جدول ۴).

Shamshiri، 13-40 و B8 کمترین طول شاخه را داشتند. قطر پایه همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر پیوندک ($r=0/7$)، طول و قطر شاخه ($r=0/5$) نشان داد (شکل ۱). براساس نتایج، در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ارتفاع درخت از ۱۲۶/۳ تا ۲۲۳/۶۷ سانتی‌متر، طول تاج از ۱۰۳/۶ تا ۲۱۱ سانتی‌متر، عرض تاج از ۱۰۱ تا ۲۱۹ سانتی‌متر و طول شاخه از ۱۸/۰۷ تا ۷۸/۳ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۴).

صفات خشک میوه و مغز، عملکرد و صفات فنولوژی

براساس نتایج تجزیه واریانس، بین اکثر صفات خشک میوه و مغز (طول، عرض، قطر و وزن خشک میوه، طول، عرض، وزن و قطر مغز، قطر پوسته چوبی، دوقلوبی، پوکی، رنگ و چروکیدگی مغز، سفتی پوست، شکاف روی پوست، درصد مغز، نسبت عرض به طول مغز، نسبت ضخامت به طول مغز، نسبت ضخامت به عرض مغز و نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه)، عملکرد و صفات فنولوژی (زمان آغاز گل‌دهی، عادت باردهی و زمان رسیدن میوه) در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تنوع زیادی بین صفات خشک میوه و مغز ژنوتیپ‌های مختلف پیوندشده روی پایه GF677 وجود داشت که می‌تواند ناشی از ژنتیک و شرایط محیطی باشد. لنساری و همکاران (Lansari et al., 1994) گزارش کردند که ارزیابی ویژگی‌های خشک میوه و مغز در تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های بادام نسبت به ویژگی‌های رویشی از اهمیت بیشتری برخوردار است. بیشترین طول و وزن خشک میوه، در ژنوتیپ‌های AN2 و AN4 و کمترین طول خشک میوه، در ژنوتیپ D و کمترین وزن خشک میوه در ژنوتیپ 2-0-4 و H مشاهده شد (جدول ۶). وزن خشک میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول مغز ($r=0/5$)، نسبت عرض به طول خشک میوه ($r=0/7$) و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه ($r=0/5$) در سطح احتمال یک درصد نشان داد (شکل ۱). بیشترین وزن مغز در ژنوتیپ 4-4 و کمترین وزن مغز در ژنوتیپ 2-29 به دست آمد (جدول ۶). نتایج این پژوهش نشان داد که طول خشک میوه از ۲۶/۶ تا ۳۹/۷ میلی‌متر، عرض خشک میوه از ۱۷/۶ تا ۲۹/۴ میلی‌متر، قطر خشک میوه از ۸ تا ۱۶/۳ میلی‌متر و وزن خشک میوه از ۱ تا ۵ گرم متغیر بود. در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، وزن مغز از ۰/۶ تا ۱/۸ گرم، طول مغز از ۱۷/۷ تا ۵۳/۷ میلی‌متر، عرض مغز از ۱۰/۳ تا ۱۵/۹ میلی‌متر و قطر مغز از ۵/۴ تا ۷/۸ میلی‌متر متغیر بود (جدول ۶). صفاتی که تنوع بیشتری دارند، محدوده وسیع‌تری از کمیت صفت را دارند و در نتیجه دامنه انتخاب بیشتری برای آن

صفت فراهم می‌شود. وزن مغز همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول مغز ($r=0/6$) و عرض ($r=0/5$) نشان داد (شکل ۱). طول مغز همبستگی مثبت و معنی‌داری با عرض مغز ($r=0/6$)، قطر مغز ($r=0/5$) و نسبت عرض به طول خشک میوه ($r=0/5$) در سطح احتمال یک درصد نشان داد (شکل ۱). عرض مغز همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر مغز ($r=0/5$) و نسبت عرض به طول خشک میوه ($r=0/5$) در سطح احتمال یک درصد نشان داد (شکل ۱). صفات خشک میوه و مغز بادام، شاخص مناسبی در پژوهش‌های ریخت‌شناختی می‌باشند. وزن خشک میوه در بادام تحت تأثیر شرایط اقلیمی، میزان محصول و مدیریت نگهداری باغ مانند آبیاری، تغییرات زیادی نشان می‌دهد. از آنجاکه مغز بادام محصول قابل عرضه و بخش خوراکی آن است، بنابراین در مطالعات ریخت‌شناختی اهمیت زیادی دارد. صفات طول، عرض و ضخامت مغز و همچنین نسبت وزن مغز به پوسته سخت که به‌عنوان معیاری برای توصیف سختی پوسته چوبی به کار می‌روند از جمله صفات مهم می‌باشند (Kester et al., 1977). بیگی و خدیوی (Estaji et al., 2013) نیز در تحقیقات خود روی صفات ریخت‌شناسی، خشک میوه و مغز ژنوتیپ‌های مختلف بادام تنوع زیادی مشاهده کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

بیشترین ضخامت پوسته چوبی در ژنوتیپ AN4 و 16-30 و کمترین میزان در ژنوتیپ TS-22 مشاهده شد. ضخامت پوسته چوبی در رقم‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف از ۱/۴ تا ۳/۸ میلی‌متر متغیر بود. بیشترین میزان دوقلوبی در ژنوتیپ 2-3-2 و کمترین میزان در ژنوتیپ‌های 2-0-4، A8، 108، Azar و TS11 مشاهده شد که با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۶).

مطابق با نتایج مقایسه میانگین، میزان دوقلوبی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۱ (صفر) تا ۷ (زیاد) متغیر بود (جدول ۶). ضخامت پوسته چوبی همبستگی مثبت و معنی‌داری با درصد دوقلوبی ($r=0/9$) نشان داد (شکل ۱). پدیده دوقلوبی در بادام (لقاح دو تخمک در تخمدان بادام و سپس رشد هر دو تخمک) یک صفت منفی است که باعث تغییر شکل مغزها و کاهش ارزش تجاری بادام و کاهش کیفیت محصول و بازاریابی می‌شود (Janick & Moore, 1996). این پدیده به‌شدت متأثر از دمای خنک در مرحله گرده‌افشانی و لقاح است (Arteaga & Socias i Company, 2001) کشت ژنوتیپ‌های مناسب در مناطق معتدل و برنامه تلقیح متعادل می‌تواند این مشکل را کاهش دهد (Gouta et al., 2019).

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی صفات خشک میوه، مغز و فنولوژی ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه GF677
Table 5- ANOVA for some nut, kernel and phenology traits of 44 genotypes of almond grafted on GF677 rootstock

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares										ضخامت پوسته چوبی Shell thickness
		طول خشک Nut length	عرض خشک Nut width	قطر خشک Nut thickness	وزن خشک Nut weight	مغز طول Kernel length	مغز عرض Kernel width	مغز قطر Kernel thickness	نسبت عرض خشک به طول خشک Nut width/length	نسبت ضخامت خشک به طول خشک Nut thickness/length	نسبت ضخامت خشک به عرض خشک Nut thickness/width	
تکرار Block	2	1.106	1.58	0.586	0.104	1.23	0.346	0.138**	0.017	0.272	0.483	0.099
ژنوتیپ Genotype	43	25.33**	13.0**	8.240**	3.29**	77.23**	5.107**	1.13**	0.031*	0.143	0.264	1.131**
خطا Error	86	1.92	0.854	0.724	0.088	1.109	0.352	0.055	0.007	0.134	0.269	0.051
ضریب تغییرات CV (%)		4.16	4.40	6.36	10.7	4.3	4.5	3.6	12.7	7.3	6.9	7.8

* و **؛ Significant at the 5% and 1% of the probability levels, respectively
* و **؛ پدثرتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ادامه جدول ۵- تجزیه واریانس برخی صفات خشک میوه، مغز و فنولوژی ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه GF677
Continued table 5- ANOVA for some nut, kernel and phenology traits of 44 genotypes of almond grafted on GF677 rootstock

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares					عملکرد Yield
		نسبت عرض به طول مغز Kernel width/kernel length	نسبت ضخامت به طول مغز Kernel thickness/ker nel length	نسبت ضخامت به عرض مغز Kernel thickness/ker nel width	نسبت وزن مغز به وزن خشک Kernel weight/nut weight		
تکرار Block	2	0.016	0.019**	0.023*	0.014	121729.6	
ژنوتیپ Genotype	43	0.028**	0.016**	0.025**	0.060**	198659.1**	
خطا Error	86	0.08	0.007	0.007	0.012	22813.4	
ضریب تغییرات CV (%)		13.2	25.2	15.1	25.1	13.2	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد
* and **: Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively

ادامه جدول ۵- تجزیه واریانس برخی صفات خشک میوه، مغز و فنولوژی ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه GF677
Continued table 5- ANOVA for some nut, kernel and phenology traits of 44 genotypes of almond grafted on GF677 rootstock

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares						
		دوقلویی Double kernel	پوکی Percent age of blank kernel	رنگ مغز Kernel color	چروکیدگی Shrinkag e of kernel	سفتی پوست Shell hardness	درز و شکاف روی پوست Suture opening of the shell	زمان رسیدن میوه Harvest maturity
تکرار Block	2	0.182	1.066	2.053	3.25	4.32	3.545	1.080
ژنوتیپ Genotype	43	2.454**	7.934**	12.710**	11.365**	16.966**	11.365**	5.854**
خطا Error	86	0.752	0.806	0.952	0.753	0.829	0.586	0.007
ضریب تغییرات CV (%)		8.6	4.3	7.07	6.3	13.6	5.2	2.5

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد
* and **: Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively

جدول ۶- صفات خشک میوه، مغز و فنولوژی ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه GF677 rootstock
Table 6- The nut, kernel and phenology traits of 44 almond genotypes grafted on GF677 rootstock

ژنوتیپ Genotype	میانگین‌ها Averages										نسبت ضخامت میوه به عرض خشک میوه Nut thickness/nut width	نسبت ضخامت به طول خشک میوه thickness/nut length	نسبت عرض به طول خشک Nut width/nut length	ضخامت پوسته جوی Shell thickness (mm)
	طول خشک Nut length (mm)	عرض خشک میوه Nut width (mm)	قطر خشک Nut thickness (mm)	وزن خشک Nut weight (g)	وزن مغز Kernel weight (g)	طول مغز Kernel length (mm)	عرض مغز Kernel width (mm)	قطر مغز Kernel thickness (mm)						
H	31.4 m-r*	19n-u	11.4 p-r	1.1 st	0.7 p-r	20r	13.2 f-m	6m-p	0.7 b-k	0.46 b	0.7 b	1.9 pq		
D	26.6 u	18.4 p-u	14c-i	1.9 m-r	0.8 k-r	20r	11.5 rs	6.6 f-k	0.8 a-e	0.64 b	0.87 b	3.4 c-h		
TS-21	38.2 a-d	22.4 c-g	13.3 g-o	4b-d	1.2 cd	27.4 b-d	14.4 b-e	6.3 j-m	0.6 h-l	0.35 b	0.6 b	3.1 e-l		
4-14	32.8 i-o	22.4 c-g	13.9 d-j	2.4 j-m	0.7 n-r	20.1 q-r	12.2 m-r	5.6 pq	0.8 a-g	0.52 b	0.72 b	3h-l		
TS-14	35.3 e-j	19.5 m-t	15.3 a-e	2.6 i-k	0.8 j-r	22.1 m-q	10.3 t	7.6 ab	0.7 d-l	0.53 b	0.89 b	3.7 a-d		
A8	35.7 d-h	19.6 m-s	12.3 j-q	2.8 i-k	0.9 h-q	23i-o	12.7 j-q	5.7 o-q	0.6 j-l	0.35 b	0.63 b	2.5 m-o		
B8	32.1 l-r	18.2 q-u	11.5 p-r	1.6 o-s	0.8 k-r	21.7 o-r	11st	5.5 q	0.7 c-l	0.47 b	0.75 b	2.7 l-n		
Saba	35e-k	19.9 m-r	12.2 l-q	2h-p	0.7 q-r	22.4 p	11.4 rs	5.7 o-q	0.6 i-l	0.35 b	0.61 b	2.3 no		
2-3-2	33.8 h-n	19n-u	12m-q	1.6 o-s	0.7 n-r	23.3 h-o	11.9 p-s	6.1 mm	0.6 i-l	0.35 b	0.63 b	2.1 op		
TS-11	32.9 i-o	23.6 a-e	15a-f	4.3 b	1.2 c-f	22.9 j-o	14.1 b-h	6.9 d-f	0.9 ab	0.61 b	0.79 b	3.7 a-c		
TS-22	38.5 a-c	17.9 s-u	12.9 h-p	2.1 h-o	1.1 c-f	28.7 b	10.9 st	6.9 e-g	0.6 i-l	0.44 b	0.83 b	1.4 r		
3-1-15	29.9 q-t	23.4 a-f	12.1 l-q	1.5 p-t	1e-n	22.9 j-o	14.2 b-f	6.5 g-m	0.9 a	0.5 b	0.62 b	1.6 q-r		
13-40	35.2 e-j	20.3 j-o	12.9 h-p	3.5 f-i	1.1 c-i	26.3 c-e	12.4 l-r	6.2 j-m	0.7 a-i	0.52 b	0.79 b	2.8 k-n		
TS1	33.3 h-o	20.1 k-p	13h-p	2.9 g-j	1e-m	23.3 h-o	13.1 g-o	6.7 f-k	0.6 d-l	0.41 b	0.65 b	2.7 l-n		
8-35	31.3 n-r	24.1 a-c	14.9 a-g	2.2 k-n	0.9 i-q	17.7 s	11.9 o-s	6.8 e-h	0.9 ab	0.58 b	0.73 b	3.2 d-j		
16-30	34.6 e-l	22.4 c-g	15.7 a-c	4.1 bc	1.2 c-f	26.3 c-e	13.9 b-i	6.6 f-l	0.7 d-l	0.45 b	0.7 b	3.8 ab		
85	28.6 s-u	20.4 i-o	14.2 b-h	2.8 i-k	0.9 g-p	21.3 o-r	12.9 i-p	6.7 f-j	0.8 a-d	0.6 b	0.8 b	2.9 i-m		
100-1-5	31.3 m-r	20.6 h-n	14.8 a-g	3.1 f-i	1.2 c-e	24.1 f-m	13.5 d-i	7.2 c-e	0.8 a-g	0.59 b	0.84 b	3.4 a-g		
35	34.1 f-n	21.7 f-l	13.9 d-k	3.4 d-g	1.1 c-h	24.8 e-k	13.7 b-j	6.4 g-m	0.6 d-l	0.41 b	0.64 b	3.2 e-k		
B6	34.7 e-l	24.9 a	15.1 a-f	3.7 c-e	1.2 cd	25.3 e-h	15.9 a	6.3 i-m	0.8 a-c	0.56 b	0.73 b	3.7 a-c		
2-29	31.7 m-r	22.1 d-i	8s	1.5 o-t	0.6 r	21.6 o-r	13.5 e-k	5.8 n-q	0.7 b-k	0.26 b	0.37 b	2.9 i-m		
100-1-1	30.8 o-s	23.4 a-f	13.6 e-m	2.2 k-n	0.8 k-r	21.8 n-r	14.9 b	6.6 f-k	0.9 ab	0.56 b	0.7 b	3g-l		
2-0-4	33.9 f-n	20.1 l-p	12.3 j-q	1t	0.8 k-r	23.8 h-n	11.5 rs	6.6 f-k	0.7 c-l	0.46 b	0.71 b	2.3 no		
4-4	32.2 k-q	21.9 e-k	13.8 e-l	3.4 e-h	1.8 a	25e-j	14b-i	5.4 q	0.7 a-i	0.49 b	0.69 b	3.5 a-e		
TS-6	32.6 j-p	23.3 a-f	16.3 a	3.8 c-e	1.3 c	26.1 d-f	14.1 b-h	7.8 a	0.8 a-d	0.6 b	0.8 b	3.3 e-i		
3-1-4	28tu	17.6 u	11.2 q-r	1.3 r-t	0.8 k-r	20.8 p-r	11.3 r-t	6.7 f-k	0.7 a-i	0.5 b	0.73 b	2.7 l-n		
Fragnes	33.9 g-n	18.6 o-u	10r	1.3 q-t	0.7 o-r	22.1 m-q	12m-s	6.4 g-m	0.6 e-l	0.36 b	0.6 b	1.7 q-r		
17-FM	30.1 p-t	20.4 i-o	13.7 e-m	3.7 c-e	1f-o	23i-o	13.3 e-m	6.1 i-n	0.8 a-g	0.55 b	0.77 b	3.4 a-f		
TS-18	29.5 r-t	18.9 n-u	11.8 o-q	1.9 m-q	0.8 l-r	22.9 j-o	11.5 rs	6.1 m-o	0.6 d-l	0.4 b	0.63 b	2.5 m-o		
D2	29.9 q-t	21.3 g-m	13.8 e-l	1.7 n-r	0.8 m-r	20.2 q-r	12.4 k-r	5.6 q	0.7 a-j	0.47 b	0.65 b	2.2 op		
Aydin	36.5 c-g	18.1 f-u	12.2 k-q	3.1 f-i	0.8 j-q	26d-g	11.1 st	5.5 q	0.6 h-l	0.43 b	0.77 b	3.3 c-h		
TS-30	34.1 f-m	22d-j	13.5 f-n	3.4 e-h	1d-j	24.3 e-l	13.5 d-k	6.9 e-g	0.8 a-h	0.51 b	0.73 b	3.1 f-l		
1306	35.5 e-i	24.4 ab	14.3 b-h	4bc	1.1 c-h	24.7 e-k	13.9 b-i	6.3 i-m	0.7 c-l	1.79 a	2.57 a	3.4 a-h		
AH2	32.9 i-o	22.3 d-h	15.3 a-e	3.1 f-i	1.1 c-g	24g-m	13.8 b-j	7.7 ab	0.8 a-f	0.57 b	0.8 b	2.9 j-m		
721	34.1 f-m	17.7 tu	13.7 e-l	1.8 n-r	1.1 c-f	24.8 e-k	12.4 k-r	7.4 b-d	0.51	0.41 b	0.78 b	2.4 no		
108	33.1 h-o	20l-q	13.9 d-j	2.8 i-k	1e-m	24.7 e-k	13.1 f-n	7e-f	0.6 g-l	0.42 b	0.7 b	2.8 k-n		
Azar	30.7 o-s	20.3 j-o	15.5 a-d	3f-i	1.1 c-h	23.9 h-m	13.5 d-l	7.4 a-c	0.7 d-l	0.51 b	0.77 b	3.4 a-f		
Araz	36.6 c-f	19.6 m-s	12.1 l-q	1.8 n-r	1e-k	25.3 e-h	11.3 r-t	6.2 k-m	0.5 kl	0.33 b	0.63 b	2.2 op		
Yalda	33.6 h-n	19.3 n-u	11.9 n-q	2.5 j-l	0.7 p-r	23.1 o	11.6 q-s	5.5 q	0.6 h-l	0.35 b	0.62 b	2.9 j-m		
Aydin(2)	33.7 h-n	22.8 b-g	14.5 b-h	4.1 bc	1e-l	22.8 k-p	14.4 b-e	6.9 d-f	0.8 a-d	0.55 b	0.75 b	3.7 a-c		
Shamshiri	33.1 h-o	20.2 k-p	12.4 i-q	2.8 h-j	0.9 f-o	24.4 e-l	13h-p	6.2 j-m	0.6 f-l	0.38 b	0.62 b	2.9 i-m		
AY	36.9 b-e	24.2 ab	14.1 b-h	3.6 c-f	1.1 c-h	24.4 e-l	14.5 b-d	6.4 h-m	0.7 d-l	0.38 b	0.58 b	3.1 e-l		
AN2	39.7 a	23.8 a-d	14.8 a-g	5a	1.5 b	53.7 a	14.7 bc	6.8 e-i	0.7 b-k	0.47 b	0.72 b	3.4 b-h		
AN4	39.3 ab	23.4 a-f	15.7 ab	5a	1.3 c	28bc	14.2 b-g	6.4 g-m	0.7 a-h	0.56 b	0.83 b	3.8 a		
حداقل تفاوت معنی‌داری (H)	2.25	1.5	1.38	0.48	0.18	1.7	0.96	0.38	0.14	0.13	0.13	0.37		
LSD (5%)														

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% of probability level-using LSD Test.
میانگین‌های هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

ادامه جدول ۶- صفات خشک میوه، مغز و فنولوژی ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه GF677
Continued table 6- The nut, kernel and phenology traits of 44 almond genotypes of grafted on GF677 rootstock

ژنوتیپ Genotype	دوقلویی Double kernel (code)	پوشی Percentage of blank kernel (%)	رنگ مغز Kernel color (code)	چروکیدگی Shrinkage of kernel (code)	سفتی پوست Shell hardness (code)	پوست Suture opening of the shell (code)	زمان گلدهی Flowering date (code)	عادت باردهی Bearing habit (code)	زمان رسیدن میوه Maturity date (code)
H	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	5a: متوسط 5a: intermediate	9a: کاغذی 9a: papery	1b: بسته 1b: excellent seal	متوسط تا دیر: 6d 6d: intermediate/late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	متوسط: 5c 5c: medium
D	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن: 1c 1c: very light	1b: فاقد 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ شاخه: 1c 1c: shoot type	دیر: 7b 7b: late
TS-21	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	3d: سخت 3d: hard	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر: 7c 7c: late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	دیر: 7b 7b: late
4-14	3b: کم 3b: little	6b	خیلی روشن: 1c 1c: very light	1b: فاقد 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
TS-14	3b: کم 3b: little	8a	تیره: 7a 7a: dark	5a: متوسط 5a: intermediate	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
A8	1c: فاقد دوقلویی 1c: no double kernel	4c	متوسط: 5b 5b: medium	5a: متوسط 5a: intermediate	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
B8	3b: کم 3b: little	6b	خیلی روشن: 1c 1c: very light	1b: فاقد 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	خیلی دیر: 9a 9a: extremely late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	دیر: 7b 7b: late
Saba	3b: کم 3b: little	8a	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	دیر تا خیلی دیر: 8b 8b: very late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	دیر: 7b 7b: late
2-3-2	7a: زیاد 7a: high	2d	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	دیر: 7b 7b: late
TS-11	1c: فاقد دوقلویی 1c: no double kernel	4c	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	1e: خیلی سخت 1e: very hard	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
TS-22	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن: 1c 1c: very light	5a: متوسط 5a: intermediate	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	دیر تا خیلی دیر: 8b 8b: very late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
3-1-15	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	5a: متوسط 5a: intermediate	9a: کاغذی 9a: papery	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	دیر: 7b 7b: late
13-40	3b: کم 3b: little	2d	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	3d: سخت 3d: hard	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
TS1	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن: 1c 1c: very light	1b: فاقد 1b: no shrinkage	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر تا خیلی دیر: 8b 8b: very late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	خیلی دیر: 9a 9a: extremely late
8-35	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
16-30	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	5a: متوسط 5a: intermediate	3d: سخت 3d: hard	5a: باز 5a: very wide	متوسط تا دیر: 6d 6d: intermediate/late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
85	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	متوسط: 5c 5c: medium
100-1-5	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن: 1c 1c: very light	1b: فاقد 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر تا خیلی دیر: 8b 8b: very late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	دیر: 7b 7b: late
35	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	3d: سخت 3d: hard	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر: 7c 7c: late	تیپ مختلط: 3a 3a: mixed type	دیر: 7b 7b: late
B6	3b: کم 3b: little	4c	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر: 7c 7c: late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	دیر: 7b 7b: late
2-29	3b: کم 3b: little	8a	متوسط: 5b 5b: medium	1b: فاقد 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	1b: بسته 1b: excellent seal	دیر تا خیلی دیر: 8b 8b: very late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	دیر: 7b 7b: late
100-1-1	3b: کم 3b: little	8a	متوسط: 5b 5b: medium	5a: متوسط 5a: intermediate	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	5a: باز 5a: very wide	دیر تا خیلی دیر: 8b 8b: very late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	خیلی دیر: 9a 9a: extremely late
2-0-4	1c: فاقد دوقلویی 1c: no double kernel	8a	متوسط: 5b 5b: medium	5a: متوسط 5a: intermediate	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	5a: باز 5a: very wide	دیر: 7c 7c: late	تیپ اسپور: 2b 2b: spure type	متوسط: 5c 5c: medium

ژنوتیپ Genotype	دوقلوبی Double kernel (code)	پوک Percentage of blank kernel (%)	رنگ مغز Kernel color (code)	چروکیدگی Shrinkage of kernel (code)	سفتی پوست Shell hardness (code)	درز و شکاف روی Suture opening of the shell (code)	زمان گل‌دهی Flowering date (code)	عادت باردهی Bearing habit (code)	زمان رسیدن میوه Maturity date (code)
4-4	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن 1c: very light	1b: قاق 1b: no shrinkage	3d: سخت 3d: hard	1b: بسته 1b: excellent seal	6d: intermediate/late	3a: mixed type 3a: mixed type	متوسط 5c: medium
TS-6	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن 1c: very light	5a: متوسط 5a: intermediate	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	5c: intermediate	3a: mixed type 3a: mixed type	متوسط 5c: medium
3-1-4	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن 1c: very light	5a: متوسط 5a: intermediate	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	7c: دیر 7c: late	3a: mixed type 2b: spure type	متوسط 5c: medium
Fragnes	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن 1c: very light	5a: متوسط 5a: intermediate	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	7c: دیر 7c: late	2b: spure type 3a: mixed type	دیر 7b: late
17-FM	3b: کم 3b: little	2d	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	3d: سخت 3d: hard	1b: بسته 1b: excellent seal	5c: intermediate	3a: mixed type	متوسط 5c: medium
TS-18	3b: کم 3b: little	4c	خیلی روشن 1c: very light	1b: قاق 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	8b: دیر تا خیلی دیر 8b: very late	2b: spure type 2b: spure type	دیر 7b: late
D2	3b: کم 3b: little	2d	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	6d: intermediate/late	2b: spure type 3a: mixed type	زود 3d: early
Aydin	3b: کم 3b: little	4c	تیره 7a: 7a: dark	1b: قاق 1b: no shrinkage	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	5a: باز 5a: very wide	8b: دیر تا خیلی دیر 8b: very late	3a: mixed type	متوسط 5c: medium
TS-30	3b: کم 3b: little	2d	خیلی روشن 1c: very light	1b: قاق 1b: no shrinkage	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	5a: باز 5a: very wide	9a: خیلی دیر 9a: extremely late	2b: spure type	خیلی دیر 9a: extremely late
1306	3b: کم 3b: little	2d	متوسط 5b: medium	5a: intermediate	3d: سخت 3d: hard	1b: بسته 1b: excellent seal	8b: دیر تا خیلی دیر 8b: very late	3a: mixed type	دیر 7b: late
AH2	3b: کم 3b: low	4c	خیلی روشن 1c: very light	5a: متوسط 5a: intermediate	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	9a: خیلی دیر 9a: extremely late	3a: mixed type	متوسط 5c: medium
721	3b: کم 3b: low	4c	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	7c: دیر 7c: late	2b: spure type	متوسط 5c: medium
108	1c: no double kernel 1c: no double kernel	4c	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	9a: خیلی دیر 9a: extremely late	3a: mixed type	متوسط 5c: medium
Azar	1c: no double kernel 1c: no double kernel	4c	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	7b: نازک 7b: thin	5a: باز 5a: very wide	6d: intermediate/late	3a: mixed type	متوسط 5c: medium
Araz	3b: کم 3b: low	4c	خیلی روشن 1c: very light	5a: متوسط 5a: intermediate	9a: کاغذی 9a: papery	5a: باز 5a: very wide	7c: دیر 7c: late	2b: spure type	متوسط 5c: medium
Yalda	3b: کم 3b: low	4c	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	1e: خیلی سخت 1e: very hard	5a: باز 5a: very wide	5c: intermediate	1c: شاخه 1c: shoot type	زود 3d: early
Aydim(2)	3b: کم 3b: low	4c	متوسط 5b: medium	5a: intermediate	7b: نازک 7b: thin	1b: بسته 1b: excellent seal	8b: دیر تا خیلی دیر 8b: very late	3a: mixed type	متوسط 5c: medium
Shamshiri	3b: کم 3b: low	4c	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	1b: بسته 1b: excellent seal	8b: دیر تا خیلی دیر 8b: very late	3a: mixed type	دیر 7b: late
AY	3b: کم 3b: low	4c	متوسط 5b: medium	1b: قاق 1b: no shrinkage	5c: نیمه سخت 5c: semi-hard	1b: بسته 1b: excellent seal	7c: دیر 7c: late	3a: mixed type	دیر 7b: late
AN2	3b: کم 3b: low	4c	خیلی روشن 1c: very light	5a: متوسط 5a: intermediate	3d: سخت 3d: hard	1b: بسته 1b: excellent seal	8b: دیر تا خیلی دیر 8b: very late	1c: شاخه 1c: shoot type	دیر 7b: late
AN4	3b: کم 3b: low	2d	خیلی روشن 1c: very light	1b: قاق 1b: no shrinkage	3d: سخت 3d: hard	5a: باز 5a: very wide	7c: دیر 7c: late	3a: mixed type	متوسط 5c: medium

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% of probability level-using LSD Test.

17- TS-21، 3-1-15، TS1، 85، 100-1-5، B6، 35، 2-29، 4-4، 17-FM، 1306، Aydin (2)، Shamshiri، AY و AN2 دارای درز و شکاف بسته روی پوست و سایر ژنوتیپ‌ها دارای درز و شکاف شکوفا بودند (جدول ۶). درز و شکاف پوسته در ارقام پوست نازک مهم است، به‌طوری‌که میوه‌هایی که درز و شکاف شکوفا دارند بیشتر در معرض آسیب کرم مغزخوار بادام قرار می‌گیرند (Colic et al., 2012). تاریخ گل‌دهی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار داشت و از متوسط تا بیش از حد دیرگل متفاوت بود (جدول ۶). ژنوتیپ‌های TS-6، Yalda و 17-FM از نظر زمان گل‌دهی متوسط، ژنوتیپ‌های 16-30، Azar، H، D2 و 4-4 نسبتاً دیرگل، ژنوتیپ‌های B8، 108 و TS-30 بیش از حد دیرگل و سایر ژنوتیپ‌ها دیرگل و خیلی دیرگل بودند (جدول ۶). با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های دیرگل کمتر در معرض خطر سرمازدگی بهاره قرار می‌گیرند، لذا می‌توانند منتخب خوبی به‌عنوان والد دیرگل در برنامه‌های اصلاحی یا به‌عنوان رقم تجاری مورد استفاده قرار بگیرند. کاوند و همکاران (Kavandi & Imani, 2009) و مؤمن‌پور و همکاران (Momenpour et al., 2011) برخی از ژنوتیپ‌های بادام را به‌ترتیب در شرایط بروجرد و کرج مطالعه نمودند و آن‌ها را از نظر گل‌دهی به چهار گروه خیلی زودگل، متوسط گل، دیرگل و خیلی دیرگل تقسیم‌بندی کردند. عادت گل‌دهی (باردهی) در ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۶). ژنوتیپ‌های Yalda، D و AN2 گل‌دهی روی شاخه یک‌ساله، ژنوتیپ‌های H، D2، B6، 721، Araz، Fragnes، 2-0-4، TS-21، 2-3-2، TS-18، 100-1-1، TS1، 2-29، TS-30 و 2-0-4 گل‌دهی بیشتر روی اسپور و گل‌دهی سایر ژنوتیپ‌ها به‌صورت مختلط بود (جدول ۶). زمان برداشت ژنوتیپ‌های مختلف از زود تا خیلی دیر متفاوت بود. ژنوتیپ‌های Yalda و D2 زودرس، ژنوتیپ‌های 100-1-1، TS-30 و 8-35 از نظر زمان رسیدن خیلی دیررس بودند (جدول ۶). بیشترین درصد مغز در ژنوتیپ 2-0-4 و کمترین در ژنوتیپ‌های 17-FM، Aydin (2) و AN4 مشاهده شد (جدول ۶). درصد مغز در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۲۲/۳۰ تا ۷۷/۹ درصد متفاوت بود. براساس نتایج، بیشترین وزن مغز به وزن خشک میوه در ژنوتیپ‌های 2-0-4، 2-29، 3-1-15 و H و کمترین در ژنوتیپ‌های 17-FM، Shamshiri، A8، 35، AY، TS-21، 16-30 و 1306 مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین میزان عملکرد در ژنوتیپ B6 به‌میزان ۱۰۵۰ گرم مشاهده شد و پس از آن بیشترین میزان عملکرد به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های TS-11، TS-21، 1306، 17-FM، 4-4، D2، Shamshiri، TS-30 و AH2 به دست آمد و ژنوتیپ‌های Saba، 2-3 و TS-18 کمترین میزان عملکرد را داشتند (جدول ۶).

بالاترین میزان پوکی در ژنوتیپ‌های 100-1-1، TS-14، 2-29، Saba و 2-0-4 و کمترین میزان پوکی در ژنوتیپ‌های D2، 13-40، TS-30، 17-FM، 1306، AN4 و 2-3-2 مشاهده شد (جدول ۶). ژنوتیپ‌های مختلف درصد پوکی دو تا هشت درصد داشتند (جدول ۶). نرخ باروری تأثیر زیادی بر این پدیده دارد (Sorkheh et al., 2009) بنابراین به نظر می‌رسد که اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از پتانسیل باوری بالایی برخوردار باشند. افزایش باروری و باردهی علاوه بر پتانسیل ژنتیکی، تابع تراکم گل‌دهی و بهبود فرآیند گرده‌افشانی از طریق افزایش میزان گرده‌های سالم و دوره گرده‌افشانی مؤثر و تلقیح تخمک‌های بیشتر و در نهایت افزایش تشکیل میوه و باردهی می‌شود. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، صفت رنگ مغز از خیلی روشن تا تیره متفاوت بود. ژنوتیپ‌های TS-14 و Aydin دارای رنگ مغز تیره و ژنوتیپ‌های D، B8، TS-22، TS1، 100-1-5، 4-4، TS-6، 3-1-4، Fragnes، TS-18، TS-30، AH2، Araz و AN2 دارای رنگ مغز خیلی روشن بودند (جدول ۶). مطابق با نتایج مقایسه میانگین، دامنه تغییرات برای صفت چروکیدگی مغز از فاقد چروکیدگی تا چروکیدگی متوسط متفاوت بود (جدول ۶). ژنوتیپ‌های H، TS-14، A8، TS-22، 3-1-15، 16-30، 100-1-1، 2-0-4، TS-6، 3-1-4، Fragnes، 1306، AH2، Araz، Aydin (2) و AN2 دارای میزان متوسط چروکیدگی و سایر ژنوتیپ‌ها دارای مغز فاقد چروکیدگی هستند (جدول ۶).

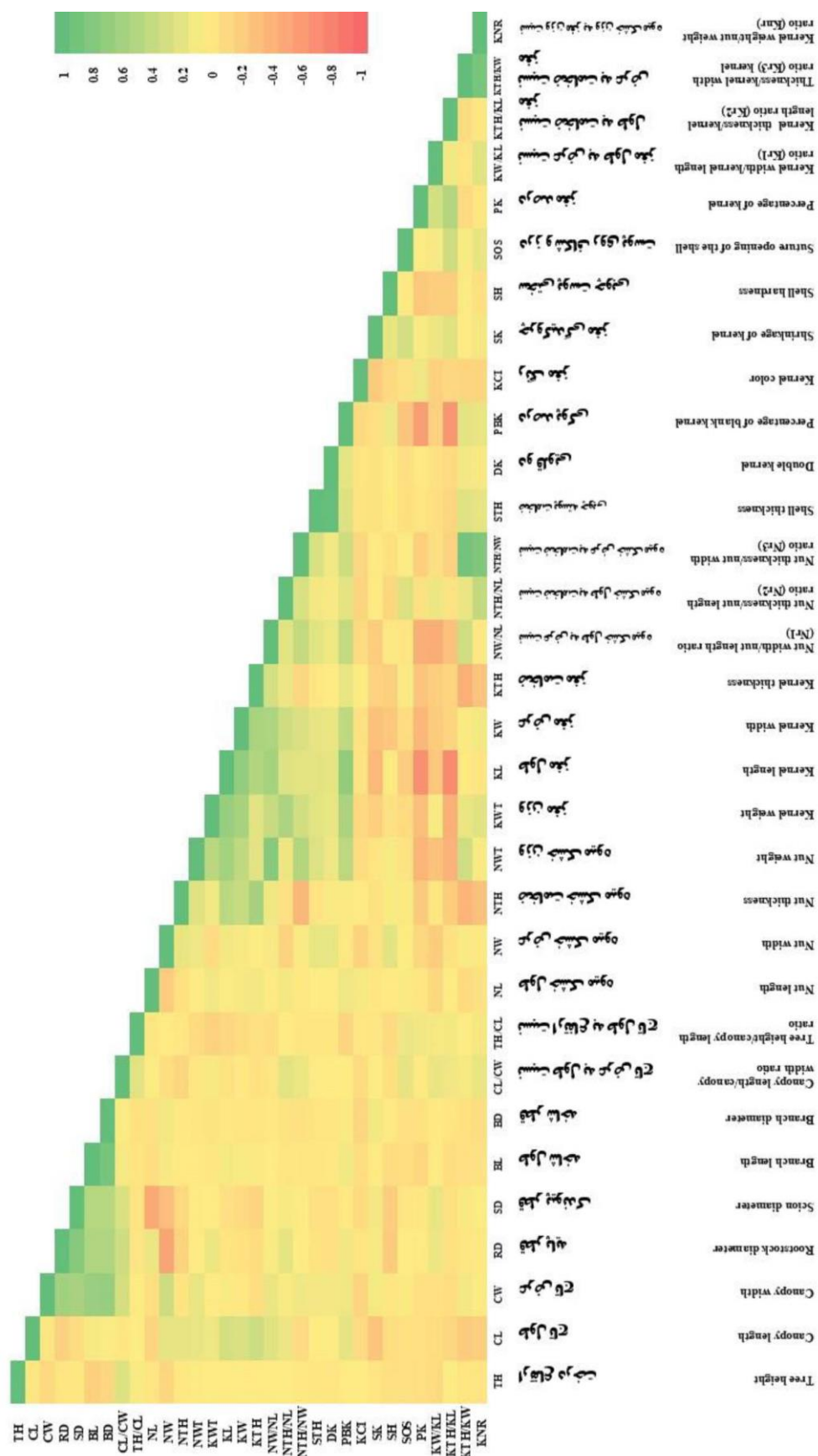
مطابق با نتایج مقایسه میانگین، صفت سفتی پوست در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از خیلی سخت تا کاغذی متغیر بود. ژنوتیپ‌های TS-11 و Yalda دارای پوست چوبی خیلی سخت و ژنوتیپ‌های H، TS-22، 3-1-15، 3-1-8، TS-6، 3-1-4، Fragnes، D2، 721 و Araz دارای پوست کاغذی بودند (جدول ۶). نرمی پوسته یکی از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های پرورش بادام است. گزارش شده است که ژنوتیپ‌های پوسته سخت نسبت به حشرات و آلودگی‌های قارچی مقاوم‌تر هستند، درحالی‌که ژنوتیپ‌های پوسته نرم به‌شدت مستعد آسیب‌های ناشی از این عوامل هستند (Gradziel & Martínez, 2002; Khadivi-Khub & Etemadi-Khah, 2015). بر این اساس، برنامه‌های اصلاحی به ژنوتیپ مورد استفاده بستگی دارد، به‌طوری‌که در مورد ژنوتیپ‌های پوسته نرم، باید منابع مقاوم در برابر حشرات و قارچ‌ها را یافت (Khadivi et al., 2022). دیستیا و گارسیا (Dicenta & García, 1992) خشبی بودن پوسته میوه را به‌میزان لیگنین رسوب‌کرده در آندوکارپ در طی رشد نمو میوه مرتبط دانسته و بیان کردند که سختی پوسته چوبی توسط یک ژن غالب با دو آلل کنترل می‌شود. صفت درز و شکاف روی پوسته چوبی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از بسته تا شکوفا متغیر بود. ژنوتیپ‌های H،

ادامه جدول ۶- مقایسه میانگین برخی صفات خشک میوه، مغز و عملکرد ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش بادام پیوندشده روی پایه GF677
Continued table 6- Mean comparison of some nut , kernel and yield traits of 44 genotypes of almond grafted on GF677

ژنوتیپ Genotype	درصد مغز Percentage of kernel (%)	میانگین‌ها Averages				عملکرد Yield (g)
		نسبت عرض به طول مغز Kernel width/kernel length ratio	نسبت ضخامت به طول مغز Kernel thickness/kern el length ratio	نسبت ضخامت به عرض مغز Kernel thickness/kernel width ratio	نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه Kernel weight/nut weight ratio	
H	60.1 b-d*	0.76 ab	0.4 a-g	0.55 c-j	0.7 a-c	696.7 c-f
D	39.3 f-j	0.68 a-g	0.44 a-d	0.68 b-d	0.5 c-j	131.7 m-p
TS-21	30.6 j-o	0.53 f-j	0.23 gh	0.44 ij	0.31 j	890 a-c
4-14	27.8 k-o	0.7 a-f	0.37 a-h	0.55 c-j	0.38 g-j	393.3 g-l
TS-14	28.8 k-o	0.56 e-i	0.44 a-c	0.84 a	0.39 g-j	321.7 i-o
A8	31.7 i-o	0.55 e-i	0.25 f-h	0.45 h-j	0.32 j	365 h-m
B8	44.8 e-g	0.62 a-i	0.37 a-h	0.62 b-h	0.57 b-h	125 m-p
Saba	34.3 i-l	0.52 g-j	0.25 e-h	0.5 e-j	0.35 h-j	80.4 op
2-3-2	45.7 ef	0.51 g-j	0.26 e-h	0.51 d-j	0.46 d-j	95.3 op
TS-11	24m-o	0.77 ab	0.46 ab	0.65 b-g	0.4 f-j	975 ab
TS-22	52.7 c-e	0.49 h-j	0.35 a-h	0.74 ab	0.64 b-e	58 p
3-1-15	62.4 b	0.72 a-e	0.38 a-h	0.55 c-j	0.72 ab	428.4 g-l
13-40	27k-o	0.63 a-i	0.39 a-h	0.66 b-e	0.43 e-j	425 g-l
TS1	33.6 i-m	0.58 d-i	0.3 b-h	0.51 d-j	0.34 ij	341.7 i-n
8-35	35.5 g-k	0.78 ab	0.49 a	0.68 b-d	0.46 d-j	601.7 d-h
16-30	28.1 k-o	0.53 f-j	0.25 f-h	0.48 f-j	0.28 j	221.7 j-p
85	30.3 j-o	0.7 a-f	0.41 a-f	0.62 b-h	0.4 f-j	341.7 i-n
100-1-5	35.7 g-k	0.68 a-g	0.42 a-f	0.65 b-g	0.48 d-j	631.7 d-g
35	31.4 i-o	0.56 e-i	0.26 e-h	0.47 h-j	0.31 j	195 k-p
B6	30.3 j-o	0.76 a-c	0.38 a-h	0.52 c-j	0.43 e-j	1050 a
2-29	44e-h	0.63 a-i	0.27 c-h	0.43 j	0.74 ab	380 h-l
100-1-1	31.6 i-o	0.8 a	0.42 a-f	0.56 c-j	0.44 e-j	183.3 l-p
2-0-4	77.9 a	0.58 c-i	0.38 a-h	0.68 b-d	0.88 a	511.7 e-i
4-4	51de	0.62 a-i	0.28 c-h	0.44 ij	0.57 b-h	753.3 b-e
TS-6	31.8 i-o	0.64 a-h	0.4 a-g	0.65 b-f	0.42 e-j	308.4 i-o
3-1-4	56.7 b-d	0.64 a-h	0.42 a-f	0.69 bc	0.67 b-d	425 g-l
Fragnes	52.5 c-e	0.61 b-i	0.36 a-h	0.6 b-j	0.59 b-g	410 g-l
17-FM	23.5 no	0.68 a-g	0.36 a-h	0.56 c-j	0.33 j	778.3 b-d
TS-18	40.7 f-i	0.5 g-j	0.27 d-h	0.53 c-j	0.41 f-j	118.3 n-p
D2	44.9 e-g	0.62 a-i	0.28 c-h	0.45 h-j	0.45 e-j	750 b-e
Aydin	24.8 l-o	0.52 f-j	0.31 b-h	0.6 b-j	0.35 h-j	686.7 c-f
TS-30	28.2 k-o	0.67 a-h	0.4 a-g	0.62 b-h	0.4 f-j	728.3 c-e
1306	26.9 k-o	0.56 e-i	0.25 e-h	0.46 h-j	0.27 j	816.7 a-d
AH2	34.6 h-l	0.68 a-g	0.43 a-e	0.66 b-e	0.45 e-j	699.3 c-e
721	61.4 bc	0.51 g-j	0.3 b-h	0.6 b-j	0.62 b-f	343.3 i-n
108	35.4 g-k	0.54 f-j	0.29 b-h	0.54 c-j	0.36 h-j	451.7 f-j
Azar	36.1 g-k	0.57 e-i	0.31 b-h	0.55 c-j	0.36 h-j	523.3 e-i
Araz	56b-d	0.45 ij	0.25 f-h	0.55 c-j	0.56 b-i	406.7 g-l
Yalda	29.5 j-o	0.5 g-j	0.24 gh	0.47 g-j	0.3 j	403.3 g-l
Aydin(2)	22.3 o	0.75 a-d	0.42 a-f	0.6 b-j	0.34 ij	436.7 g-k
Shamshiri	33.2 i-n	0.53 f-j	0.26 e-h	0.49 e-j	0.33 j	741.7 b-e
AY	30.4 j-o	0.58 c-i	0.26 e-h	0.44 ij	0.31 j	118.7 n-p
AN2	28.4 k-o	0.37 j	0.22 h	0.56 c-j	0.38 g-j	201 k-p
AN4	23.6 m-o	0.66 a-h	0.39 a-h	0.61 b-i	0.39 g-j	426.7 g-l
LSD 5%	8.13	0.14	0.13	0.13	0.18	245.16

* میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using LSD Test.



شکل ۱- نمودار حرارتی همبستگی بین صفات رویشی، خشک میوه و مغز اندازه گیری شده در ۴۴ ژنوتیپ بادام پیوند شده روی پایه GF677
Figure 1- Heat map of the correlation between the measured vegetative, nut and kernel traits of 44 almond genotypes grafted on the GF677 rootstock

انجام گرده‌افشانی و فعالیت زنبور عسل مساعدتر می‌باشد (Khadivi-Khub & Osati, 2016). مطابق با نتایج این مطالعه، در ژنوتیپ‌های TS-3، 15-1306، 17-FM، TS-18، AN4، TS-14، B6، 11، 2-29 و D2 بیشترین ارتفاع درخت، بیشترین طول و عرض تاج به دست آمد و بیشترین طول شاخه در ژنوتیپ TS-6 مشاهده شد. مطابق با نتایج حاصل از این پژوهش، ارزیابی ویژگی‌های خشک میوه و مغز در تعیین تنوع بین ارقام و ژنوتیپ‌های بادام اهمیت زیادی دارد. براساس نتایج به‌دست‌آمده، ژنوتیپ‌های 3-1-15، 721، H، Araz و 3-1-4 با توجه به خصوصیات ارزشمند و تجاری بادام شامل عملکرد، درصد مغز، سفتی پوست، پوکی، وزن مغز، درز و شکاف روی پوست، دوقلوئی، قطر پوست چوبی، رنگ مغز و مهم‌تر از همه دیرگلی، ژنوتیپ‌هایی با برتری نسبی از نظر صفات خشک میوه و مغز بودند. مطابق با نتایج، ژنوتیپ 4-4 پیوندشده روی پایه GF677 دارای عملکرد ۷۵۰ گرم، درصد مغز ۵۱ درصد، پوست سخت، پوست دارای درز و شکاف بسته، رنگ مغز خیلی روشن، دیرگل و میزان دوقلوئی کم یکی از ژنوتیپ‌های خوب برای منطقه چهارمحال و بختیاری به نظر می‌رسد. با توجه به تحلیل و بررسی نتایج حاصل از این مطالعه، ژنوتیپ‌های 4-2، 108، Araz، 4-4، 721، 3-1-4، TS-22 و 3-1-15 از نظر صفات مورد بررسی به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی می‌شوند.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله از همکاری صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری و ایستگاه تحقیقاتی بادام تأمین مالی و مساعدت در انجام بخشی از پروژه پسا دکتری (شماره طرح: ۴۰۲۰۲۸۹) قدردانی و سپاسگزاری می‌نمایند.

تعارض منافع

نگارندگان این مقاله اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافی در ارتباط با انتشار این مقاله ندارند.

در پژوهش موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2020) با بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی، خشک میوه و مغز ۳۵ رقم و ژنوتیپ بادام، تنوع زیادی بین ارقام و ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی مشاهده شد و نتایج این مطالعه نشان داد که ارقام شاهرود ۱۳، شاهرود ۲۱، شاهرود ۶، سفید، پرمورسکی، یلدا، شاهرود ۱۰، شاهرود ۱۲، مامایی، شاهرود ۷ و نژادگان‌های انتخابی AIM2، AIM1، GM1، AHN2، AHYU و AHN1 از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نسبی داشتند. در مطالعه ملهویی و همکاران (Melhaoui et al., 2019) ویژگی‌های پومولوژیک چهار رقم بادام (Fournat، Marcona، Ferraduel، Ferragnes) به‌منظور معرفی رقم پیشنهادی در شرق مراکش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که سه رقم Ferraduel، Ferragnes و Fournat دارای ۳۳ درصد مغز بودند، اما رقم Marconawhich که حساس به خشک‌سالی است دارای ۲۳-۲۰ درصد مغز بود. در مطالعه دژم پور و همکاران (Dejampour et al., 2017) پس از بررسی خصوصیات خشک میوه و مغز ۳۱ رقم و ژنوتیپ بادام، ارقام و ژنوتیپ‌های دارای پوست کاغذی و درصد مغز بالا از ارقام و ژنوتیپ‌های با پوست چوبی و درصد مغز کمتر جدا شدند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، تنوع قابل توجهی در سطح ریخت‌شناسی، فنولوژی و پومولوژی بین ۴۴ ژنوتیپ امیدبخش پیوندشده روی پایه GF677 مشاهده شد که این تنوع در انتخاب ارقام برتر و سازگار با شرایط محیطی و همچنین انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا اهمیت زیادی دارد. استان چهارمحال و بختیاری با شرایط آب‌وهوایی خاص خود، نیازمند ارقامی است که با این شرایط سازگار شوند، شرایط اقلیمی این منطقه شامل تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است، بنابراین ارقامی باید انتخاب شوند که مقاوم به سرما و خشکی و به‌خصوص ارقامی که تاریخ گل‌دهی آن‌ها به‌گونه‌ای باشد که از خطر سرمازدگی بهاره در امان باشند. در ارقام دیرگل به‌دلیل نیاز سرمایی و نیاز گرمایی بیشتر، نمو جوانه گل زمان بیشتری نیاز دارد و به همین دلیل صدمه کمتری در برابر سرمای بهاره می‌بینند. همچنین در زمان باز شدن گل آن‌ها، دمای هوا برای

References

1. Ardjmand, A., Piri, S., Imani, A., & Piri, S. (2014). Evaluation of morphological and pomological diversity of 62 almond cultivars and superior genotypes in Iran. *Journal of Nuts*, 46, 39-50. <https://doi.org/10.22034/jon.2014.515696>
2. Arteaga, N., & Socias i Company, R. (2001). Heritability of fruit and kernel traits in almond. In III International Symposium on Pistachios and Almonds, 591 (pp. 269-274).

3. Asgari, K., & Khadivi, A. (2021). Morphological and pomological characterizations of almond (*Prunus amygdalus* L.) genotypes to choose the late-blooming superiors. *Euphytica*, 217(3), 42. <https://doi.org/10.1007/s10681-021-02777-0>
4. Ayaz, Z., Zainab, B., Khan, S., Abbasi, A.M., Elshikh, M.S., Munir, A., Al-Ghamdi, A.A., Alajmi, A.H., Alsubaie, Q.D., & Mustafa, A.E.Z.M. (2020). *In silico* authentication of amygdalin as a potent anticancer compound in the bitter kernels of family Rosaceae. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(9), 2444-2451. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.041>
5. Babadai, R., Mousavi, S.A., & Mehrdad, J. (2017). *Guide to Almond Production*. Islamic Azad University Khorasgan Publications, Khorasgan, Iran. (In Persian).
6. Barreca, D., Nabavi, S.M., Sureda, A., Rasekhian, M., Raciti, R., Silva, A.S., Annunziata, G., Arnone, A., Tenore, G.C., & Süntar, İ. (2020). Almonds (*Prunus dulcis* Mill. DA webb): A source of nutrients and health-promoting compounds. *Nutrients*, 12(3), 672. <https://doi.org/10.3390/nu12030672>
7. Beigi, F., & Khadivi, A. (2023). Selection of superior late blooming almond (*Prunus dulcis* [Mill.] DA Webb) genotypes using morphological characterizations. *Food Science & Nutrition*, 11(7), 3844-3857. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3370>
8. Colic, S., Rakonjac, V., Zec, G., Nikolic, D., & Aksic, M.F. (2012). Morphological and biochemical evaluation of selected almond [*Prunus dulcis* (Mill.) DA Webb] genotypes in northern Serbia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(4), 429-438. <https://doi.org/10.3906/tar-1103-50>
9. De Nettancourt, D. (2001). *Incompatibility and Incongruity in Wild and cultivated Plants* (Vol. 3). Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04502-2>
10. Dejamour, J., Zarrinbal, M., Fathi, H., & Mousavizadeh, S.A. (2017). Fruit characteristics of some almond cultivars and genotypes of northwest of Iran. *Seed and Plant Journal*, 33(2), 195-213. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22092/spij.2017.115550>
11. Dicenta, F., & García, J. (1992). Phenotypical correlations among some traits in almond. *Journal of Genetics & Breeding*, 46(3), 241-246.
12. Estaji, A., Ebadi, A., Fattahi, M.M., & Alifar, M. (2013). Evaluation of fifty almond genotypes characteristics obtained from crossing between some superior Iranian genotypes and 'Tuono'cultivar. *Journal of Plant Production Research*, 20(2), 253-270. (In Persian). <https://doi.org/10.1001/1.23222050.1392.20.2.13.8>
13. FAO. (2023). *FAOSTAT database results*. <https://Fao.stat.org/stat/almond>
14. Gouta, H., Ksia, E., Ayachi, M., & Martinez-Gomez, P. (2019). Agronomical evaluation of local Tunisian almond cultivars and their breeding prospects. *European Journal of Horticultural Science*, 84(2), 73-84. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2019/84.2.3>
15. Gradziel, T.M., & Martínez-Gómez, P. (2002). Shell seal breakdown in almond is associated with the site of secondary ovule abortion. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(1), 69-74. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.1.69>
16. Gülcan, R. (1985). *Descriptors list for almond (Prunus amygdalus; Revised)*. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR).
17. Heidari, P., Sanaeizadeh, S., Rezaei, M., & Khadivi, A. (2022). Phenotypical and pomological characterization of non-irrigated almond (*Prunus dulcis* Mill.) trees to select superior genotypes. *Erwerbs-Obstbau*, 64(3), 333-343. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00653-2>
18. Imani, A., Ghoreyshi, H., Mohamadi Torkashvand, A., Azizi-Nazhad, R., & Ebrahimi, R. (2022). Evaluation of morphological and pomological characteristics and yield of almond cultivars and promising genotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 23(2), 277-290. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.1001/1.16807154.1401.23.2.7.7>
19. Janick, J., & Moore, J.N. (1996). *Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
20. Kavandi, M., & Imani, A. (2009). Selection of Superior Genotypes of almond (*Prunus dulcis* Miller). *Seed and Plant Journal*, 25(3), 385-399. <https://doi.org/10.22092/spij.2017.110989>
21. Kester, D.E., Hansche, P.E., Beres, V., & Asay, R.N. (1977). Variance components and heritability of nut and kernel traits in almond1. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 102(3), 264-266. <https://doi.org/10.21273/JASHS.102.3.264>
22. Khadivi-Khub, A., & Etemadi-Khah, A. (2015). Phenotypic diversity and relationships between morphological traits in selected almond (*Prunus amygdalus*) germplasm. *Agroforestry Systems*, 89, 205-216. <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9754-x>
23. Khadivi-Khub, A., & Osati, E. (2016). Evaluation of self-compatibility, flowering time and morphological variables in some almond genotypes to choose superiors. *Plant Production Technology*, 8(1), 103-124. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22084/ppt.2016.1764>

24. Khadivi, A., Mirheidari, F., & Moradi, Y. (2022). *Prunus arabica* (Olivier) Meikle, an important genetic resource for breeding of almond: Morphological and pomological characterizations. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 69(5), 1717-1730. <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01361-2>
25. Kodad, O., & Socias i Company, R. (2008). Variability of oil content and of major fatty acid composition in almond (*Prunus amygdalus* Batsch) and its relationship with kernel quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(11), 4096-4101. <https://doi.org/10.1021/jf8001679>
26. Lansari, A., Iezzoni, A.F., & Kester, D.E. (1994). Morphological variation within collections of Moroccan almond clones and Mediterranean and North American cultivars. *Euphytica*, 78, 27-41. <https://doi.org/10.1007/BF00021395>
27. Melhaoui, R., Addi, M., Houmy, N., Abid, M., Mihamou, A., Serghini-Caid, H., Sindic, M., & Elamrani, A. (2019). Pomological characterization of main almond cultivars from the North Eastern Morocco. *International Journal of Fruit Science*, 19(4), 413-422. <https://doi.org/10.1080/15538362.2018.1552232>
28. Momenpour, A., Ebady, A., & Imani, A. (2011). Investigation of Vegetative and reproductive traits and their correlation in progeny obtained from crossing between cultivars Touno and Shahrood 12 of almond. *Journal of Horticultural Science*, 25(2), 218-233. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1390i0.10000>
29. Mousavi, S.A., Ghasemnezhad, M., Tatari, M., & Eskandari, S. (2020). Evaluation of phenotypic diversity of nut and kernel characteristics in some almond cultivars and promising genotypes. *Research in Pomology*, 5(1), 139-151. (In Persian with English abstract). https://rip.urmia.ac.ir/article_120954.html
30. Mousavi, S.A., Moghadam, M.R.F., Zamani, Z., & Eimani, A. (2010). Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of some almond cultivars and genotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41(2), 119-131. (In Persian with English abstract)
31. Mousavi, S.A., Vatankhah, A., & Imani, A. (2024). Evaluation of important vegetative, phenological and pomological characteristics of 36 promising almond (*Prunus dulcis* L.) genotypes on GN15 vegetative rootstock. *Journal of Horticultural Science*, 38(4). (In Persian with English abstract)
32. Pica, A.L., Silvestri, C., & Cristofori, V. (2021). Evaluation of Phenological and agronomical traits of different almond grafting combinations under testing in Central Italy. *Agriculture*, 11(12), 1252. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121252>
33. Ranjbar, A., & Imani, A. (2022). Grafting commercial cultivars of almonds on accurate rootstocks mitigates adverse effects of drought stress. *Scientia Horticulturae*, 293, 110-725. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110725>
34. Sorkheh, K., Shiran, B., Kiani, S., Amirbakhtiar, N., Mousavi, S., Rouhi, V., Mohammady, D.S., Gradziel, T.M., Malysheva-Otto, L.V., & Martínez-Gómez, P. (2009). Discriminating ability of molecular markers and morphological characterization in the establishment of genetic relationships in cultivated genotypes of almond and related wild species. *Journal of Forestry Research*, 20(3), 183-194. <https://doi.org/10.1007/s11676-009-0036-9>
35. Talhouk, S., Lubani, R., Baalbaki, R., Zurayk, R., AlKhatib, A., Parmaksizian, L., & Jaradat, A. (2000). Phenotypic diversity and morphological characterization of *Amygdalus* L. species in Lebanon. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47, 93-104. <https://doi.org/10.1023/A:1008763021129>
36. Torkman, H., Imani, A., Talaii, A.R., & Mosavi, S. (2021). Genetic diversity and heritability of fruit traits and oil content in selected almond progenies and their parents. *Journal of Nuts*, 2(12), 75-88. <https://doi.org/10.22034/jon.2021.1872988.1062>
37. Vargas, F., Romero, M., Clavé, J., Alegre, S., & Miarnau, X. (2014). *Variedades de almendro* IRTA Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Tarragona, Spain.
38. Zahedi, M., Rasouli, M., Imani, A., Khademi, O., & Jari, S.K. (2023). Evaluation of quantitative, qualitative, and biochemical traits of almond offspring from controlled reciprocal crosses between 'Mamaei' and 'Marcona' cultivars. *Erwerbs-Obstbau*, 65(5), 1525-1543. <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00900-0>
39. Zahedi, S.M., Abdelrahman, M., Hosseini, M.S., Yousefi, R., & Tran, L.S.P. (2020). Physical and biochemical properties of 10 wild almond (*Amygdalus scoparia*) accessions naturally grown in Iran. *Food Bioscience*, 37, 100721. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100721>