Evaluation of important vegetative, phenological and pomological characteristics of 36 promising almond genotypes on GN15 vegetative rootstock

Seyed Asghar Mousavi*[1], Akram Vatankhah[2] and Ali Imani[3]

Introduction

Almond (*Prunus dulcis* L.) is one of the valuable nut trees that is cultivated in many temperate regions and Mediterranean climatic conditions for domestic consumption and export. Almond belongs to the genus Prunus, from the Rosaceae family. Identifying and introducing genotypes and cultivars of late bloom is one of the most important goals of almond breeding programs. The correct choice of almond rootstock causes better management of the garden, compatibility with all types of soil and resistance to nematodes. Peach × almond hybrid has been the most widely used rootstock in both dry and irrigated conditions in the past years. Creating an orchard by selecting grafted genotypes on suitable rootstock for sustainable cultivation of almonds is particularly important. Cultivation of superior genotypes grafted on fruit trees has an effect on pomological characteristics, yield and quality of nuts. The requirement for the introduction and production of superior cultivars is an accurate selection between cultivars, which is possible through the identification of cultivars and their diversity. The purpose of this research is to investigate and evaluate the most important vegetative, phenological, quantitative and qualitative characteristics of nuts and kernels in 36 promising cultivars and genotypes grafted on GN15 rootstock, in order to introduce superior cultivars.

Materials and Methods:

In this research, 36 promising almond cultivars and genotypes on GN15 rootstock were investigated in garden conditions in terms of various vegetative traits, nut and kernel characteristics in order to obtain suitable commercial cultivars. This research was conducted at the Badam research station in Saman region affiliated to the Center for Research and Education of Agriculture and Natural Resources of Chaharmahal and Bakhtiari province as a randomized complete block design with three replications. The cultivars and genotypes studied are presented in Table 1.

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 the nut and kernels, 100 fruits were harvested from each of the studied cultivars and genotypes at the time of fruit ripening, 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. 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, Duncan's multiple range test was used at the 5% probability level.

Table 1- Promising cultivars and genotypes examined in this study (based on the sent label of the scion)

code cultivar/genotype	cultivar/genotype	code cultivar/genotype	cultivar/genotype
GA1	TS-16	GA 19	2-29 (D7)
GA 2	D	GA 20	100-1-1
GA 3	TS-21	GA 21	2-0-4
GA 4	TS-14	GA 22	3-1-4
GA 5	Aviz	GA 23	TS-18
GA 6	A8	GA 24	D2 (Promising)
GA 7	B8	GA 25	TS-30
GA8	100-1-8-1	GA 26	1306 (Tabriz genotype)
GA 9	2-3-2	GA 27	AH2 (Tabriz genotype)
GA 10	TS-11	GA28	108 (Tabriz genotype)
GA 11	(1/16) 1-16	GA29	Yalda
GA 12	3-1-15	GA 30	Saba (Shahrekord)
GA 13	13-40	GA 31	Hamshiri (Shahrekord)
GA 14	TS1	GA 32	AY (Shahrekord)
GA 15	8-35	GA 33	Mamaei
GA 16	85	GA 34	AN2 (Shahrekord)
GA 17	35 (35 sim)	GA 35	AN4 (Shahrekord)
GA 18	B6	GA 36	AN5 (Shahrekord)

Results and Discussion

According to the results of analysis of variance (ANOVA), there was a statistically significant difference at the level of 1% between the attributes of tree height, canopy width, rootstock and scion diameter, branch length and diameter, and the ratio of tree height to canopy length. ($P<0.01$). The results of variance analysis show that there is a significant difference between the investigated nut and kernel traits in promising cultivars and genotypes grafted on GN (Table 5). These differences show the diversity in the investigated traits and it is possible to choose cultivars for different values of the same trait. Based on the average comparison results of the vegetative traits, the highest height in genotypes GA4, GA3, GA35, The highest canopy width was observed in genotypes GA5, GA17, GA3, and GA20, GA15, GA5, the highest diameter of rootstock and scion, and the highest length and diameter of one-year branches were observed in genotype GA18. The results of the comparison of the average nut and kernel characteristics show that there is a significant difference in the cultivars and genotypes investigated in this research. The results of the comparison of the average nut and kernel characteristics show that there is a significant difference in the cultivars and genotypes investigated in this research. Based on the obtained results, cultivars and genotypes of GA5, GA24, GA12, GA9 and GA1 showed relative superiority in terms of nut and kernel traits. The results of this research showed that the GA35 genotype grafted on the GN15 rootstock had the highest length, width and diameter of the nut, and the highest weight

of nut and kernel. The kernel color light, the without shrinking the kernel and the highest percentage of kernel and the highest ratio of kernel weight to nut weight.

Conclusion

The results of this research showed that the examination of vegetative traits, nuts and kernels in the studied cultivars and genotypes could show the diversity between cultivars and genotypes. The results showed that the investigated cultivars and genotypes have significant differences in terms of all nut and kernel traits, which indicates the existence of diversity between the investigated cultivars and genotypes. This indicates that these cultivars and genotypes can be considered as a source of good germplasm for breeding programs. Cultivars and genotypes with higher percentage of kernels had thinner shell, more patterns on the skin, and light to medium kernel color. Based on the obtained results, cultivars and genotypes of GA5, GA24, GA12, GA9 and GA1 showed relative superiority in terms of nut and kernel traits. The results of this research showed that the GA35 genotype grafted on the GN15 rootstock had the highest length, width and diameter of the nut, and the highest weight of nut and kernel. The kernel color light, the without shrinking the kernel and the highest percentage of kernel and the highest ratio of kernel weight to nut weight.

Keywords: kernel, nuts, superior genotype, vegetative rootstock, vegetative traits.

نسخه پیش انتشار

ارزیابی خصوصیات مهم رویشی، فنولوژی و پومولوژیکی ۳۶ ژنوتیپ امید بخش بادام روی پایه رویشی GN۱۵

سید اصغر موسوی[1*]،اکرم وطن خواه[2] و علی ایمانی

۱- *استادیار 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. صندوق پستی: ۴۱۵
a. پست الکترونیک: asgharmousavi@gmail.com
۲- پژوهشگر پسا دکتری 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. صندوق پستی: ۴۱۵
۳- استاد پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات رویشی و کمی و کیفی خشک میوه و مغز در ۳۶ رقم و ژنوتیپ امیدبخش بادام انجام شد. ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش در یک شرایط محیطی یکسان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات بادام در منطقه سامان وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری بر روی پایه رویشی GN۱۵ در سال ۱۳۹۷ پیوند و در بهار، تابستان و پاییز ۱۴۰۲ از نظر صفات مهم رویشی، فنولوژیکی، کمی و کیفی خشک میوه و مغز ارزیابی و مقایسه شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفات ارتفاع درخت، عرض تاج، قطر پایه و پیوندک، طول و قطر شاخه و نسبت ارتفاع به طول تاج در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی معنی‌دار بود. نتایج نشان

داد ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات خشک میوه و مغز دارای تفاوت معنی‌دار بودند که نشان دهنده وجود تنوع بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات رویشی، بیشترین ارتفاع در ژنوتیپ‌های GA۴، GA۳، GA۳۵، بیشترین عرض تاج در ژنوتیپ‌های GA۵، GA۱۷، GA۳ و GA۲۰، GA۱۵، GA۵ بیشترین قطر پایه و پیوندک و بیشترین طول و قطر شاخه یکساله در ژنوتیپ GA۱۸ مشاهده شد. بالاترین عملکرد در ژنوتیپ‌های GA۲۰، GA۱۶ و GA۲۶ مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده ارقام و ژنوتیپ‌های GA۵، GA۲۴، GA۱۲، GA۹ و GA۱ از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نسبی نشان دادند که ژنوتیپ GA۲۴ نسبتا دیرگل، ژنوتیپ‌های GA۱ و GA۵ خیلی دیرگل بودند و گلدهی ارقام و ژنوتیپ‌های GA۹، GA۱۲ و GA۲۴ روی اسپور و GA۵ و GA۱ مختلط بود. قطر خشک میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن خشک میوه، طول و قطر مغز (r=۰/۷) نشان داد. نتایج این پژوهش نشان داد، ژنوتیپ GA۳۵ پیوند شده روی پایه GN۱۵ بالاترین طول، عرض و قطر خشک میوه، بیشترین وزن خشک و وزن مغز، رنگ مغز روشن، مغز بدون چروکیدگی و بیشترین درصد مغز و بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه را دارا بود.

کلمات کلیدی: پایه رویشی، خشک میوه، ژنوتیپ برتر، صفات رویشی، مغز

نسخه پیش انتشار

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis* L) یکی از درختان خشک میوه با ارزش است که در بسیاری از مناطق معتدل و شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای برای مصرف داخلی و صادرات کشت می شود (Yada *et al.*, 2011). بادام با نام علمی *Prunus dulcis* L. متعلق به جنس Prunus، زیرگونه Amygdalus از خانواده Rosaceae است (Kester & Gradziel, 1996). مغز بادام حاوی مواد غذایی با ارزشی از جمله روغن، پروتئین، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی است (Ayaz *et al.*, 2020; Barreca *et al.*, 2020; Zahedi *et al.*, 2020). ایران با سطح زیر کشت ۷۹۳۹۲ هکتار، یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان بادام محسوب می‌شود و با تولید سالانه حدود ۱۶۴۳۴۸ تن، رتبه سوم جهان را پس از آمریکا و اسپانیا به خود اختصاص داده است (FAO, 2021). بادام، درختی است که در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای و در نواحی دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان ملایم به خوبی رشد می‌کند؛ بنابراین به‌منظور دست‌یابی به عملکرد و کیفیت بالا، انتخاب مکان مناسب ضروری است و عدم توجه به اقلیم مناسب منجر به شکست باغداری می‌شود (Babadai *et al.*, 2017).

دما یکی از مهم‌ترین فاکتورهای اقلیمی برای کشت و پرورش درختان میوه‌ی مناطق معتدله از جمله بادام می‌باشد. درختان بادام توان مقاومت به گرمای شدید تابستان (۴۵ درجه سانتی‌گراد) و سرمای سخت زمستان (۲۲- درجه سانتی‌گراد) را دارند. رشد مطلوب و تولید محصول اقتصادی درختان بادام در یک محدوده‌ی دمایی خاص (به طور میانگین، ۲۵- ۱۸ درجه

سانتی‌گراد و حداکثر ۳۵ درجه سانتی‌گراد) انجام می‌شود که باید این نیازهای دمایی در محل احداث باغ در طول فصل رشد فراهم باشد تا با اطمینان خاطر اقدام به احداث باغ شود. سرمای دیرس بهاره و سرمای شدید زمستانه از مهمترین محدودیت-های دمایی هستند که در تولید محصول بادام اختلال ایجاد می‌کنند (Babadai *et al.*, 2017).

یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید بادام در جهان، خسارات ناشی از سرمازدگی بهاره است. گل‌های بادام زود باز می‌شوند که منجر به خسارات سرمازدگی بهاره می‌شود بنابراین کشت و تولید آن در مناطقی با سرمای بهاره محدود است. بنابراین شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌ها و ارقام دیر گل یکی از مهمترین اهداف برنامه‌های اصلاحی بادام است (Beigi & Khadivi, 2023). انتخاب پایه مناسب بادام موجب مدیریت بهتر باغ، سازگاری با انواع خاک‌ها و مقاومت در برابر نماتدها می‌شود. هیبرید هلو × بادام پرکاربردترین پایه هم در شرایط دیم و هم در شرایط آبی در سال‌های گذشته بوده است. ایجاد باغی با انتخاب ژنوتیپ‌های پیوند شده روی پایه‌های مناسب برای کشت پایدار بادام اهمیت ویژه‌ای دارد کشت ژنوتیپ‌های پیوند شده روی پایه درختان میوه بر ویژگی‌های پومولوژیک میوه، عملکرد و کیفیت میوه تاثیرگذار است (Ranjbar & Imani, 2022). هیبریدهای بادام × هلو مقاوم به نماتد بوده و به دلیل قابلیت رشد در هر دو شرایط آبی و دیم و سازگار با شرایط مدیترانه‌ای، به پایه‌های غالب تبدیل شده‌اند (Çantal, 2022; Rubio-Cabetas, 2016). یکی از گام‌های اساسی در حفظ ذخایر ژنتیکی، شناسایی و ارزیابی ژرم پلاسم برتر است که پایه اساسی تحقیقات ژنتیکی و برنامه‌های به نژادی است. لازمه معرفی و تولید ارقام برتر، انتخاب دقیق بین ارقام است که از طریق شناسایی ارقام و تنوع بین آن‌ها امکان‌پذیر است (Imani *et al.*, 2021; Khadivi-Khub & Etemadi-Khah, 2015). نشانگرهای مورفولوژیکی که پیامد جهش‌های قابل رؤیت در مورفولوژی موجودات می‌باشند، از ساده‌ترین نشانگرهای ژنتیکی بوده و از اوایل قرن بیستم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. امروزه، استفاده از این قبیل نشانگرها به دلیل داشتن معایبی از قبیل محدود بودن تعداد، تاثیرپذیری از مرحله رشد گیاه و شرایط محیطی، عدم تظاهر در مراحل اولیه و کم بودن چند شکلی محدود شده است اما با این وجود، نشانگرهای مورفولوژیک همچنان نقش مهمی را در بررسی تنوع و ثبت قابلیت‌های گیاهان دارا می‌باشند و در گیاهان یک سری صفات مورفولوژیک به عنوان عوامل اصلی و کلیدی شناسایی گیاهان جدید محسوب می‌شوند (Sorkheh *et al.*, 2009). آشنایی با خصوصیات و تفاوت‌های بین ژنوتیپ‌ها یک امر اساسی برای بهبود کمیت و کیفیت میوه می‌باشد و با داشتن اطلاعات دقیق تر از خصوصیات فنوتیپی و ژنتیکی ارقام بادام می‌توان از طریق برنامه‌های اصلاحی به ارقام جدیدتر با عملکرد بیشتر و کیفیت بهتر دست یافت. اولین قدم برای بررسی و طبقه بندی منابع گیاهی بومی و محلی، استفاده از صفات مورفولوژیکی است. ارزیابی صفات مورفولوژیکی بادام برای انتخاب ارقام ضروری است و در گذشته تنها ابزار تشخیص ارقام بود. این ارزیابی بر اساس مشاهدات فنوتیپی است و شامل خصوصیات درخت، برگ، فنولوژی گل، خشک میوه و مغز می‌باشد (Gülcan, 1985; Mougiou *et al.*, 2023)

در مطالعه‌ای میزان تنوع در ۸۸ رقم بادام از نظر ۲۰ صفت پوسته و هسته در جنوب ایتالیا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه خوشه‌ای این صفات را در ۷ گروه قرار داد. مهم ترین فاکتورها در خوشه‌بندی، درصد دوقلویی و به دنبال آن ضخامت خشک میوه و درصد مغز بود (De Giorgio & Polignano, 2001). در پژوهش دجرجیو و همکاران (De Giorgio *et al.*, 2007)، ۵۲ رقم بادام جنوبی ایتالیا را ارزیابی و گزارش شد که این ارقام از نظر صفاتی مانند دو قلویی مغز، درصد مغز، وزن خشک میوه و مغز، چربی کل و سطوح آلفا توکوفرول، بیشترین تنوع را نشان می‌دهند. آلفا توکوفرول درصد دانه‌ها و دوقلویی مغز بیشترین تغییرات و وزن هسته کمترین تغییرات را نشان داد. در پژوهش دیگری خصوصیات مورفولوژیکی ۳۶

رقم بادام را بر اساس ۲۰ صفت کمی و کیفی، بیشتر برای خشک میوه و مغزها ارزیابی شد و تنوع زیادی بین ارقام گزارش شد (Chalak *et al.*, 2007). در پژوهش بیگی و خدیوی (Beigi & Khadivi, 2023) با بررسی خصوصیات مورفولوژی، خشک میوه و مغز ۱۹۸ نهال بادام دیر گل و دارای مغز با کیفیت بالا، ۱۹ ژنوتیپ دیرگل و امید بخش بادام معرفی شد. در پژوهش نیکی موگویی و همکاران (Mougiou *et al.*, 2023) پس از بررسی خصوصیات مورفولوژی و مولکولی یک رقم جدید بادام به نام 'Mars' به عنوان یک رقم خود سازگار با ویژگی‌های زراعی خوب برای استفاده در باغات تک رقمی معرفی شد.

عسگری و خدیوی (Asgari & Khadivi, 2021) با بررسی صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی ژنوتیپ‌های بادام، ۲۱ ژنوتیپ مطابق با خصوصیات تجاری بادام شامل عملکرد، وزن خشک میوه، سختی پوست، وزن مغز، درصد مغز و عطر و طعم مغز برای عرضه و کشت در باغات توصیه نمودند. در مطالعه خدیوی و همکاران (Khadivi *et al.*, 2022)، خصوصیات متنوع مورفولوژیک و پومولوژیک گونه *Prunus arabica* به عنوان یک منبع ژنتیکی مهم برای پرورش بادام بررسی شد و نهایتا با توجه به مقاومت قابل توجه در برابر تنش‌های محیطی به عنوان یک منبع ارزشمند برای اصلاح پایه‌های بادام معرفی شد. در مطالعه حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2022)، پس از بررسی خصوصیات مورفولوژی و پومولوژی ۸۴ درخت بادام آبیاری نشده، تعداد ۱۱ ژنوتیپ بر اساس ویژگی‌های مهم تجاری مانند عملکرد میوه، وزن خشک میوه، سختی پوست، شکل مغز، وزن مغز و مزه‌ی مغز به عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش در شرایط تنش خشکی معرفی شدند. در پژوهش ایمانی و همکاران (Imani *et al.*, 2022) ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژی و پومولوژی و عملکرد رقم‌ها و نژادگان‌های امید بخش بادام به منظور انتخاب بهترین رقم‌ها صورت گرفت. نتایج حاصل از بررسی صفات مورفولوژی و پومولوژی نشان داد که نژادگان‌های K9-7، K2-22، K3-16، K2-9، Sh 15 و KD-11-01 و ارقام شکوفه، نون پاریل و پرایس دارای پوست کاغذی و بازار پسندی خوبی هستند. ارقام شکوفه، فرانیس، A230، A200 و نژادگان K13-40 به دلیل دیر گل بودن نسبت به رقم سفید به طور متوسط ۲۰ تا ۲۵ روز احتمال کمتر در معرض سرمای بهاره قرار دارند. همچنین بیشترین میزان عملکرد طی دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ را ارقام فلیپ سئو، فرانیس و نژادگان‌های K9-24 و K8-24 دارا هستند. به طور کلی رقم نون پاریل و نژادگان KD- 11-01 از نظر پوست کاغذی و ارقام فرانیس، A230، A200 و نژادگان K 13-40 با میوه پوست سنگی بهترین ارقام و نژادگان‌ها شناخته شدند.

در پژوهش موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2010)، پس از بررسی خصوصیات کمی و کیفی ۵۵ رقم و ژنوتیپ بادام ایرانی و خارجی، ارقام شاهرود ۱۲، شاهرود ۷، شاهرود ۸–ب، زرقان ۷، فرانیس، شاهرود ۲۱، مامایی، نان پاریل، مونتری، سونورا، نی پلاس التراء یلدا و ژنوتیپ‌های کا–۱۲۱–۴–۴، کا–۱–۱۶، کا–۱۱–۴۰ و کا–۱۰–۱۵ از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نسبی داشتند. در مطالعه موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2020)، با بررسی خصوصیات خشک میوه و مغز ۳۵ رقم و نژادگان بادام ایرانی و خارجی، تنوع زیادی بین ارقام و نژادگان مشاهده کردند. در این پژوهش ارقام شاهرود ۱۳، شاهرود ۲۱، شاهرود ۶، سفید، پریمورسکی، یلدا، شاهرود ۱۰، شاهرود ۱۲، مامایی، شاهرود۷ و نژادگان‌های انتخابی AIM2، AIM1، GM1، AHN2، AHYU و AHN1 از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نشان دادند.

در پژوهش ایمانی و همکاران (Imani *et al.*, 2011) ۳۴۰ ژنوتیپ بادام از مناطق ایران، ۲۰ رقم خارجی، ۸۰ هیبرید امیدوار کننده حاصل از تلاقی‌های کنترل شده و ۱۰ رقم تجاری محلی برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و مقاوم به سرمای زمستانه

مورد بررسی قرار گرفتند. پس از ارزیابی ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس زمان گلدهی، مقاومت در برابر سرمازدگی دیررس بهاره و تشکیل میوه، به ۴ گروه تقسیم شدند: مقاوم در برابر سرمازدگی با تشکیل میوه زیاد (۴ هیبرید امید بخش)، مقاومت متوسط در برابر سرما و میوه دهی متوسط (تونو، سوپرنوا، شاهرود ۷ و سهند)، مقاومت کم به سرما با میوه‌دهی کم (۲ هیبرید امید بخش)، غیر مقاوم به سرما بدون تشکیل میوه (۳۴۰ ژنوتیپ بادام، ۷۶ هیبرید انتخابی، ۱۷ رقم تجاری خارجی به ویژه (فلیپ سئو، نان پاریل، فراگنس و...). هدف از انجام این پژوهش، بررسی و ارزیابی مهمترین خصوصیات رویشی، فنولوژیکی، خصوصیات کمی و کیفی خشک میوه و مغز در ۳۶ رقم و ژنوتیپ امید بخش بادام پیوند شده روی پایه GN۱۵ به منظور معرفی و انتخاب ارقام برتر است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی:

در این پژوهش ۳۶ رقم و ژنوتیپ بادام امیدبخش روی پایه رویشی GN۱۵ در شرایط باغ از نظر صفات مختلف رویشی، فنولوژی و خصوصیات خشک میوه و مغز به منظور دستیابی به ارقام مناسب تجاری بررسی شدند. ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. پیوندک‌ها از ۳۶ رقم و ژنوتیپ امیدبخش انتخاب، و در نیمه اول مهر ۱۳۹۷ عملیات پیوند جوانه پیوندک از ارقام و ژنوتیپ های امید بخش منتخب روی پایه GN۱۵ انجام شد. در اردیبشت ماه ۱۳۹۸ عملیات کشت نهال های پیوندی گلدانی آماده شده از ارقام و ژنوتیپ های مختلف روی GN۱۵ در زمین اصلی انجام و بلافاصله به روش آبیاری تحت فشار قطره ای آبیاری شدند. درختان مورد نظر روی پایه GN۱۵ پیوند و به روش قطره ای آبیاری شدند و عملیات به باغی برای همه درختان بطور یکسان انجام شد و پس از پنج سال داده‌برداری انجام شد. این پژوهش در ایستگاه تحقیقات بادام در منطقه سامان وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تعداد دو درخت در هر واحد آزمایشی وجود داشت. تعداد کل واحدهای آزمایشی ۱۰۸ بود و تعداد کل درخت‌های مورد آزمایش ۲۱۶ بود. نهال‌های مورد نظر پنج ساله بودند. صفات فنولوژی و رویشی، در بهار و تابستان و پاییز ۱۴۰۲ انجام شد و پس از میوه‌دهی و در زمان برداشت میوه‌های درختان برداشت و میانگین عملکرد پس از پوست گیری و خشک شدن میوه‌ها اندازه گیری شد. صفات خشک میوه و مغز پس از برداشت، پوست گیری و خشک شدن میوه‌ها اندازه‌گیری شدند.

اندازه گیری صفات:

صفات رویشی ارتفاع درخت، طول تاج، عرض تاج و طول شاخه در باغ با متر اندازه‌گیری شد و قطر پایه، قطر پیوندک و قطر شاخه در باغ با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد (جدول ۲). صفات فنولوژیک با شروع گلدهی و ثبت زمان‌های مختلف گلدهی در بهار و صفات رویشی در تابستان و پاییز و میانگین عملکرد پس از پوست گیری و خشک شدن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم۰اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری صفات خشک میوه و مغز، تعداد ۱۰۰ میوه از هر یک از ارقام و ژنوتیپ‌های

مورد بررسی در زمان رسیدن میوه در شهریور ماه از چهار جهت جغرافیایی درخت و از شاخه‌های مختلف به صورت تصادفی برداشت شدند و بلافاصله به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد منتقل شدند. سپس پوست سبز میوه‌ها جدا گردید و نمونه‌ها در محدوده دمایی ۲۶–۲۸ درجه سانتی‌گراد و در شرایط هوای آزاد خشک شدند. این نمونه‌ها جهت اندازه گیری صفات خشک میوه و مغز ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی استفاده شد. اندازه گیری صفاتی مانند طول، عرض، قطر میوه و مغز به وسیله دستگاه کولیس دیجیتال و اندازه گیری وزن خشک میوه و مغز به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ انجام شد. میزان عملکرد بر اساس میانگین وزن خشک محصول در هر واحد آزمایشی (دو درخت) بر حسب گرم محاسبه شد. کد دهی برخی صفات بر اساس توصیف‌گر بادام (Gülcan, 1985) با کمی تغییرات انجام شد (جدول ۲).

نسخه پیش انتشار

جدول ۱- ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش مورد بررسی در این مطالعه

Table 1- Promising cultivars and genotypes examined in this study

کد رقم/ژنوتیپ code cultivar/genotype	رقم/ژنوتیپ cultivar/genotype	کد رقم/ژنوتیپ code cultivar/genotype	رقم/ژنوتیپ cultivar/genotype
GA1	TS-16	GA 19	2-29 (D7)
GA 2	D	GA 20	100-1-1
GA 3	TS-21	GA 21	2-0-4
GA 4	TS-14	GA 22	3-1-4
GA 5	Aviz(	GA 23	TS-18
GA 6	A8	GA 24	D2
GA 7	B8	GA 25	TS-30
GA8	100-1-8-1	GA 26	1306 (Tabriz genotype)
GA 9	2-3-2	GA 27	AH2 (Tabriz genotype)
GA 10	TS-11	GA28	108 (Tabriz genotype)
GA 11	(1/16) 1-16	GA29	Yalda
GA 12	3-1-15	GA 30	Saba
GA 13	13-40	GA 31	Shamshiri (Shahrekord)
GA 14	TS1	GA 32	AY (Shahrekord)
GA 15	8-35	GA 33	Mamaei
GA 16	85	GA 34	AN2 (Shahrekord)
GA 17	35	GA 35	AN4 (Shahrekord)
GA 18	B6	GA 36	AN5 (Shahrekord)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹.۱.۳) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور تعیین همبستگی بین صفات رویشی، خشک میوه و مغز از ضرایب همبستگی پیرسون استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج

صفات رویشی:

براساس نتایج تجزیه واریانس، بین صفات ارتفاع درخت، عرض تاج، قطر پایه و پیوندک، طول و قطر شاخه و نسبت ارتفاع به طول تاج از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده گردید. (ANOVA, P<0.01). (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثر ارقام و ژنوتیپ‌های امیدبخش بر صفات رویشی نشان داد که بین صفات ارتفاع درخت، عرض تاج، قطر پایه و پیوندک، طول و قطر شاخه و نسبت ارتفاع به طول تاج از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. ژنوتیپ GA۴، GA۳، GA۳۵، GA۲۶، GA۱۹، GA۱۷، GA۱، GA۲۴، GA۳۴ بیشترین ارتفاع درخت و ژنوتیپ GA۳۰، GA۹، GA۳۳، GA۶ کمترین ارتفاع درخت را داشت (جدول ۴). بیشترین عرض تاج در ژنوتیپ GA۵، GA۱۷، GA۳ و کمترین عرض تاج در ژنوتیپ GA۳۲، GA۳۰، GA۱۱ مشاهده شد. ژنوتیپ‌های GA۲۰، GA۱۵، GA۵ بیشترین قطر پایه و پیوندک و ژنوتیپ GA۱۱، GA۳۲، GA۲۷ کمترین قطر پایه و پیوندک را دارا بود و سایر ژنوتیپ‌ها حد فاصل ژنوتیپ‌های فوق قرار داشتند (جدول ۴). قطر پایه همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر پیوندک (r=۰/۷۵) داشت (جدول ۸).

بیشترین طول شاخه یکساله (رشد سالیانه) در ژنوتیپ‌های GA۱۸، GA۸، GA۳۱، GA۴، GA۲۵، GA۱۵، GA۱۲، GA۲۴، GA۲۱، GA۲۲ و کمترین طول شاخه یکساله (رشد سالیانه) در ژنوتیپ‌های GA۷، GA۱۱، GA۳۵ مشاهده شد (جدول ۴). طول شاخه همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر شاخه (r=۰/۸) داشت (جدول ۸). ژنوتیپ‌های GA۱۸، GA۴، GA۲۴ بیشترین قطر شاخه و ژنوتیپ GA۱۶، GA۷، GA۲۸، GA۲ کمترین قطر شاخه را داشت. بالاترین نسبت ارتفاع به طول تاج در ژنوتیپ‌های GA۲۶، GA۳۶ و کمترین نسبت ارتفاع به طول تاج در ژنوتیپ GA۵ مشاهده شد (جدول ۴). نسبت طول به عرض تاج همبستگی مثبت و معنی‌داری با نسبت ارتفاع به طول تاج (r=۰/۸) دارد (جدول ۸).

صفات خشک میوه و مغز:

نتایج تجزیه واریانس بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین صفات خشک میوه و مغز مورد بررسی در ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش پیوند شده روی پایه GN است (جدول ۵). این تفاوت‌ها نشان دهنده تنوع در صفات مورد بررسی است و امکان انتخاب ارقام برای مقادیر مختلف یک صفت وجود دارد. این صفات در مراحل بعد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

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

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

شماره Number	صفت Attribute	علامت اختصاری Abbreviation	واحد Unit	روش اندازه گیری Measurement method
1	ارتفاع درخت tree height	TH	cm	متر Meter
2	طول تاج canopy length	CL	cm	متر Meter
3	عرض تاج 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 canopy length/crown width ratio	CL/CW		طول تاج به عرض تاج canopy length/canopy width
9	نسبت ارتفاع به طول تاج tree height/canopy length ratio	TH/CL		ارتفاع درخت به طول تاج tree height/canopy length
10	طول خشک میوه nut length	NL	mm	کولیس calliper
11	عرض خشک میوه nut width	NW	mm	کولیس calliper
12	ضخامت خشک میوه nut thickness	NTH	mm	کولیس calliper
13	وزن خشک میوه nut weight	NWT	gr	ترازوی دیجیتال digital scale
14	وزن مغز kernel weight	KWT	gr	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 خشک میوه (NR1) nut width/nut length ratio	NW/NL		عرض خشک میوه به طول خشک میوه nut width/nut length

نسخه پیش انتشار

شماره Number	صفت Attribute	علامت اختصاری Abbreviation	واحد Unit	روش اندازه گیری Measurement method
19	نسبت ضخامت به طول خشک میوه (NR2) nut thickness/nut length ratio	NTH/NL		ضخامت خشک میوه به طول خشک میوه nut thickness/nut length
20	نسبت ضخامت به عرض خشک میوه (NR3) nut thickness/nut width ratio	NTH/NW		ضخامت خشک میوه به عرض خشک میوه nut thickness/nut width
21	ضخامت پوسته چوبی shell thickness	STH	mm	کولیس calliper
22	دوقلویی double kernel	DK	code	۱=فاقد دو قلویی، 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
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 خشک میوه 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) kernel thickness/kernel width ratio	KTH/KW		ضخامت مغز به عرض مغز kernel thickness/kernel width
32	نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه (KNR) kernel weight/nut weight ratio	KWT/NWT		وزن مغز به وزن خشک میوه kernel weight/nut weight
33	عملکرد Yeild		gr	میانگین وزن خشک محصول هر واحد آزمایشی
۳۴	عادت باردهی Location of flower buds		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 shoots, 2=most flower buds on spurs, 3=mixed
۳۵	زمان آغاز گلدهی Season of flowering		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
۳۶	زمان رسیدن میوه Harvest maturity		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

جدول ۳-نتایج تجزیه واریانس صفات رویشی ۳۶ رقم و ژنوتیپ امیدبخش پیوند شده روی پایه GN در سال اول

Table 3- Results of variance analysis of vegetative traits 36 promising cultivars and genotypes grafted on GN rootstock in the first year

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات Mean squares								
		ارتفاع درخت tree height	طول تاج canopy length	عرض تاج crown 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
بلوک block	2	306.69	1668.59	1174.36	8.129	7.936	55.067	0.212	0.0106	0.086
ژنوتیپ Genotype	35	2253.93**	1306.19^{ns}	1275.15**	151.33**	138.05**	748.95**	3.733**	0.0261^{ns}	0.96**
خطا error	70	822.94	934.49	881.97	40.422	41.365	60.24	0.369	0.022	0.048
ضریب تغییرات (درصد) coefficient of variation (percentage)		14.73	18.64	19.49	12.28	12.51	14.44	8.12	13.69	18.07

^{ns}، ** و * به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

^{ns}, ** and *: non-significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively

نسخه پیش انتشار

جدول ٤–نتایج مقایسه میانگین صفات رویشی ۳٦ رقم و ژنوتیپ امید بخش بادام پیوند شده روی پایه GN

Table 4-Results of average comparison of vegetative traits in 36 promising cultivars and genotypes of almond grafted on GN

ژنوتیپ‌ها Genotypes	میانگین ها Means						
	ارتفاع درخت (سانتی متر) tree height (cm)	عرض تاج (سانتی متر) Canopy width (cm)	قطر پایه (میلی متر) rootstock diameter (mm)	قطر پیوندک (میلی متر) scion diameter (mm)	طول شاخه (سانتی متر) branch length (cm)	قطر شاخه (میلی متر) branch diameter (mm)	نسبت ارتفاع به طول تاج tree height/canopy length
GA1	215.67 a-e	167a-e	59.17 a-d	54.73 a-f	44.17f-j	7.2 e-i	1.29 a-f
GA 2	171d-f	159.33a-f	53.1 a-h	48.1 b-g	41.3g-k	6.23 i-l	0.91 fg
GA 3	252ab	183.67a-c	58.2 a-d	56.93 a-d	49.1e-i	6.9 f-j	1.42 a-e
GA 4	260.33 a	169.33a-e	53.13 a-h	50.47 a-g	76.37ab	9.4 ab	1.36 a-e
GA 5	169.33 d-f	202a	60.53 a-c	59.83 a-c	64.53b-d	6j-l	0.81 g
GA 6	161ef	155.67a-f	50.8 b-i	56.2 a-e	41.97g-k	7.47 d-h	0.99 d-g
GA 7	201b-e	170.67a-e	51.57 a-h	48.5 b-g	19.2l	5.17 l	1.11 b-g
GA8	198.67 b-e	156.67a-f	57a-f	52.5 a-g	77.47ab	8.53 b-d	1.22 a-g
GA 9	158.33 ef	156.33a-f	46.77 d-j	53.1 a-g	49.2e-i	8.03 c-f	0.97 e-g
GA 10	203.33 b-e	144a-f	55.8 a-g	55.2 a-f	53.3d-g	8.07 c-f	1.31 a-f
GA 11	172.33 d-f	120.33d-f	36.07 j	32.87 h	28.03kl	6.57 g-k	1.41 a-e
GA 12	178.67 c-f	158.33a-f	44.43 f-j	43.9 e-h	72.3a-c	8.47 b-d	1.35 a-f
GA 13	183c-f	146.33a-f	41.67 h-j	43.6 e-h	43.37g-j	6.97 f-j	1.21 a-g
GA 14	198.33 b-e	153.33a-f	49.7 b-i	52.5 a-g	52.4d-h	7.2 e-i	1.11 b-g
GA 15	203.67 b-e	134.67b-f	62ab	60.7 ab	75.6ab	8.77 a-c	1.35 a-f
GA 16	179c-f	146.67a-f	48.17 c-j	48.93 b-g	43.93f-j	5.13 l	1.15 a-g
GA 17	224.67 a-d	190ab	58.97 a-d	54.13 a-f	58.73c-f	7.23 e-i	1.12 b-g
GA 18	187c-f	157a-f	44.57 f-j	43.1 f-h	80.93a	9.83 a	1.04 c-g
GA 19	225a-d	153a-f	51.37 a-i	55.9 a-f	51.7d-i	7.47 d-h	1.34 a-f
GA 20	188.67 c-f	148.33a-f	64.07 a	62.87 a	42.5g-k	6.37 h-k	1.16 a-g
GA 21	168.33 d-f	147a-f	53.27 a-h	51.57 a-g	68.5a-c	8.43 b-d	1.15 a-g
GA 22	189c-f	143.67a-f	45.73 f-j	46.3 d-g	66.07a-d	7.63 c-g	1.14 b-g
GA 23	202b-e	179a-d	50.07 b-i	52.6 a-g	49.47e-i	6.87 f-j	1.18 a-g
GA 24	210.33 a-e	127.67c-f	43.6 g-j	46.87 c-g	70.37a-c	9.23 ab	1.41 a-e
GA 25	197.33 b-e	138.33b-f	47.93 c-j	48.33 b-g	75.7ab	8.77 a-c	1.42 a-d
GA 26	231.67 a-c	137.33b-f	44.5 f-j	46.53 d-g	65.6b-d	8.37 b-e	1.6 a
GA 27	183.33 c-f	146.67a-f	41.53 h-j	40.43 gh	60.57c-e	7.47 d-h	1.16 a-g
GA28	191.67 c-e	178.33a-d	54.47 a-g	54.77 a-f	37.67h-k	5.7 kl	0.97 e-g

ژنوتیپ‌ها	میانگین ها Means						
Genotypes	ارتفاع درخت (سانتی متر) tree height (cm)	عرض تاج (سانتی متر) Canopy width (cm)	قطر پایه (میلی متر) rootstock diameter (mm)	قطر پیوندک (میلی متر) scion diameter (mm)	طول شاخه (سانتی متر) branch length (cm)	قطر شاخه (میلی متر) branch diameter (mm)	نسبت ارتفاع به طول تاج tree height/canopy length
GA29	187.67 c-f	164.67a-e	46.1 f-j	43.1 f-h	47.97e-i	7.63 c-g	1.18 a-g
GA 30	134.33 f	115.67ef	58.97 a-d	58.73 a-d	44.23f-j	7.47 d-h	0.99 d-g
GA 31	183.67 c-f	130.33b-f	58.2 a-d	58.73 a-d	77.03ab	8.6 b-d	1.18 a-g
GA 32	178c-f	104.33f	38.93 ij	40.43 gh	54d-g	7.17 e-j	1.35 a-e
GA 33	158.33 ef	128.33c-f	60.07 a-c	57.03 a-d	36.67i-k	7.43 d-h	1.16 a-g
GA 34	206a-e	151.67a-f	58.17 a-d	59.2 a-d	42.53g-k	7.93 c-f	1.44 a-c
GA 35	251ab	162.67a-f	57.03 a-f	58.33 a-d	31.4j-l	6.6 g-k	1.34 a-f
GA 36	203.33 b-e	154.67a-f	56.73 a-f	53.27 a-g	40.8g-k	7.17 e-j	1.49 ab

در هرستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean values with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level using Duncan's multiple range test.

نسخه پیش انتشار

جدول۵- نتایج تجزیه واریانس صفات خشک میوه و مغز ۳۶ رقم و ژنوتیپ امیدبخش پیوند شده روی پایه GN

Table 5- Results of variance analysis of nut and kernel traits 36 promising cultivars and genotypes grafted on GN rootstock

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات Mean squares											
		طول خشک میوه nut length	عرض خشک میوه nut width	قطر خشک میوه nut thickness	وزن خشک میوه nut weight	وزن مغز kernel weight	طول مغز kernel length	عرض مغز kernel width	قطر مغز kernel thickness	ضخامت پوسته چوبی shell thickness	دو قلویی double kernel	درصدپوکی percentage of blank kernel	رنگ مغز Kernel color
بلوک block	2	1.1872	2.282*	1.727**	0.634**	0.211**	5.856	0.543	0.223**	0.244**	0.009$^{n.s}$	0.148	2.033
ژنوتیپ Genotype	35	69.952**	32.262**	9.541**	5.673**	1.489**	46.658**	11.276**	4.897**	1.863**	0.333**	1.933**	13.44**
خطا error	70	0.519	0.4657	0.288	0.105	0.0215	4.601	0.266	0.0425	0.0310	0.0187	0.0624	2.01
ضریب تغییرات (درصد) coefficient of variation		2.16	3.34	3.98	11.79	14.67	9.24	4.19	3.36	5.48	1.003	5.56	5.66

^{ns} ، ** و * به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

^{ns}, ** and *: non-significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively

نسخه پیش انتشار

ادامه جدول۵- نتایج تجزیه واریانس صفات خشک میوه و مغز ۳۶ رقم و ژنوتیپ امیدبخش روی پایه GN

Continued table 5- Results of variance analysis of nut and kernel traits 36 promising cultivars and genotypes grafted on GN rootstock

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات Mean squares										
		چروکیدگی مغز Shrinkage of kernel	سفتی پوست shell hardness	درز و شکاف روی پوست Suture opening of the shell	درصد مغز Percentage of kernel	نسبت عرض به طول مغز kernel width/kernel length	نسبت ضخامت به طول مغز kernel thickness/kernel length	نسبت ضخامت به عرض مغز kernel thickness/kernel width	نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه kernel weight/nut weight	نسبت عرض به طول خشک میوه nut width/nut length	نسبت ضخامت به طول خشک میوه nut thickness/nut length	نسبت ضخامت به عرض خشک میوه nut thickness/nut width
بلوک block	2	0.037	0.064	0.098	1.758	0.204**	0.205**	0.204**	0.184**	0.203**	0.204**	0.202**
ژنوتیپ Genotype	35	1.476**	18.77**	10.971**	355.83**	0.033**	0.038**	0.059**	0.063**	0.026**	0.026**	0.031**
خطا error	70	0.017	0.093	0.028	14.93	0.009	0.0091	0.0091	0.011	0.009	0.009	0.009
ضریب تغییرات (درصد) coefficient of variation		3.17	4.2	6.3	10.8	15.53	26.5	16.1	23.6	13.6	19.3	12.8

ns ، ** و * به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and *: non-significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively

نسخه پیش انتشار

نتایج مقایسه میانگین بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین صفات خشک میوه و مغز مورد بررسی در ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش پیوند شده روی پایه GN است. برخی خصوصیات ویژه ارقام و ژنوتیپ‌های امید بخش بر اساس مقایسه میانگین‌ها به شرح زیر است: بیشترین طول، عرض، قطر و وزن خشک میوه در ژنوتیپ شماره GA۳۵ و کمترین طول، عرض، قطر و وزن خشک میوه به ترتیب در ژنوتیپ‌های GA۲ و GA۱ مشاهده شد (جدول ۶). قطر خشک میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن خشک میوه، طول و قطر مغز (r=۰/۷) داشت و وزن خشک میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن مغز، طول مغز و ضخامت پوسته چوبی (r=۰/۸) داشت (جدول ۸).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین وزن، طول و عرض مغز در ژنوتیپ GA۳۵ و کمترین وزن، طول و عرض مغز در ژنوتیپ GA۱۱ مشاهده شد. همچنین بیشترین قطر مغز و ضخامت پوسته چوبی در ژنوتیپ GA۲۴ و کمترین قطر مغز و ضخامت پوسته چوبی به ترتیب در ژنوتیپ‌های GA۱ و در ژنوتیپ GA۱۲ مشاهده گردید (جدول ۶). وزن مغز همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول مغز (r=۰/۸۲)، ضخامت پوسته چوبی (r=۰/۷) داشت. (جدول ۸). بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی صفت دو قلویی از صفر یا خیلی کم و کم متغیر بود. از نظر صفت دو قلویی در اکثر ارقام میزان کم را شاهد بودیم در حالی‌که میزان دوقلویی ژنوتیپ GA۲۶ صفر بود (جدول ۶). میزان پوکی بین ارقام و ژنوتیپ‌های امیدبخش از ۲ تا ۴٪ متغیر بود. کمترین میزان پوکی را در ژنوتیپ‌های GA۱۳، GA۲۲، GA۳۰، GA۷، GA۳۲، GA۱۷ و GA۳ مشاهده نمودیم که با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۶).

رنگ مغز در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از خیلی روشن تا تیره متغیر بود (جدول ۶). ژنوتیپ‌های GA۱۴ و GA۲۲ دارای رنگ مغز تیره و ژنوتیپ‌های GA۲، GA۲۳، GA۱۶، GA۱۹، GA۱۱، GA۲۵، GA۱۵، GA۸، GA۲۶، GA۳۴، GA۳۵، GA۳۶، GA۴ و GA۲۹ رنگ مغز خیلی روشن و سایر ژنوتیپ‌ها رنگ مغز متوسط را نشان دادند. ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفت چروکیدگی بین چروکیدگی کم و چروکیدگی متوسط قرار داشتند. ژنوتیپ‌های GA۴، GA۱، GA۶، ۱۸ GA و GA۲۲ دارای چروکیدگی متوسط بودند که با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۶). مطابق با نتایج مقایسه میانگین، سفتی پوست در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از پوست سخت تا پوست کاغذی متغیر بود. ژنوتیپ‌های GA۲، GA۲۳، GA۱۹، GA۳۶ و GA۶ پوست نازک، ژنوتیپ‌های GA۲۵، GA۳۴، GA۳۲، GA۱۷، GA۳، GA۲۰، GA۴ و GA۱۸ پوست نیمه سخت و ژنوتیپ‌های GA۱۶، GA۸، GA۲۶، GA۳۵، GA۱۳، GA۲۷، GA۳۳، GA۳۱، GA۱۰ و GA۱۴ پوست سخت داشتند و سایر ژنوتیپ‌ها پوست کاغذی داشتند. مطابق با نتایج مقایسه میانگین، شکاف و درز روی پوست در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از بسته تا شکوفا متغیر بود. ژنوتیپ‌های GA۸، GA۱۳، GA۳۳، GA۳۱، GA۱۰، GA۳۴، GA۳۲، GA۳، GA۲۳، GA۷، GA۲۴ و GA۲۱ دارای درز و شکاف بسته و سایر ژنوتیپ‌ها درز و شکاف شکوفا داشتند (جدول ۶). بالاترین درصد مغز در ژنوتیپ GA۳۵ و کمترین میزان درصد مغز در ژنوتیپ GA۱۰ مشاهده شد. بر اساس نتایج، بالاترین نسبت عرض به طول مغز در ژنوتیپ GA۱۲ و کمترین نسبت در ژنوتیپ GA۳۶ مشاهده گردید. بالاترین نسبت ضخامت به طول و عرض مغز در ژنوتیپ GA۲۴ و کمترین نسبت در ژنوتیپ GA۳۶ مشاهده شد (جدول ۶). نسبت ضخامت به طول مغز همبستگی مثبت و معنی‌دار با نسبت ضخامت به طول خشک میوه (r=۰/۷) نشان داد و نسبت ضخامت به عرض مغز همبستگی مثبت و معنی‌دار با نسبت ضخامت به عرض خشک میوه (r=۰/۹) نشان داد (جدول ۸).

بیشترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه در ژنوتیپ GA۳۵ و کمترین نسبت در ژنوتیپ‌های GA۲، GA۲۶ و GA ۳۶ مشاهده شد. نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار با نسبت عرض به طول خشک میوه (r=۰/۹)، نسبت ضخامت به طول خشک میوه (r=۰/۷) و نسبت ضخامت به عرض خشک میوه (r=۰/۸) داشت (جدول ۸).

بیشترین نسبت عرض به طول خشک میوه در ژنوتیپ‌های GA۱۲ و GA۲۷ و کمترین میزان در ژنوتیپ GA۳۶ مشاهده شد. نسبت عرض به طول خشک میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با نسبت ضخامت به عرض خشک میوه (r=۰/۷) دارد (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بالاترین نسبت ضخامت به طول و عرض خشک میوه در ژنوتیپ GA۲۷ و کمترین نسبت در ژنوتیپ GA۳۶ مشاهده شد (جدول ۶).

بر اساس نتایج، میزان عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف به طور معنی‌داری متفاوت است. بیشترین میزان عملکرد در ژنوتیپ‌های GA۲۰، GA۱۶، GA۲۶، GA۱۰، GA۳۱، GA۱۴، GA۲۲، GA۲۳، GA۲۵، GA۱۹، GA۳۳، GA۲۷، GA۲۴ و GA۲۹ و کمترین عملکرد در ژنوتیپ‌های GA۳۲، GA۳۰ و GA۷ مشاهده شد. تاریخ گلدهی در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار داشت و از متوسط گل تا بیش از حد دیر گل متفاوت بود (جدول ۷). ارقام و ژنوتیپ‌های GA۲۹، GA۳۰ و GA۳۳ از نظر زمان گلدهی متوسط، ارقام و ژنوتیپ‌های GA۲۴ و GA۳۶ نسبتا دیرگل، ارقام و ژنوتیپ‌های GA۱، GA۳۴، GA۵، GA۲۷، GA۱۹، GA۲۳، GA۱۴، GA۳۱، GA۲۶ و GA۲۰ خیلی دیرگل و ژنوتیپ‌های GA۲۸، GA۸، GA۲۵ و GA۷ بیش از حد دیرگل بودند. عادت گلدهی (باردهی) در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۷). ارقام و ژنوتیپ‌های GA۲۹، GA۳۳، GA۳۰، GA۲ و GA۳۴ گلدهی روی شاخه یک‌ساله، ارقام و ژنوتیپ‌های GA۲۴، GA۳، GA۹، GA۱۲، GA۲۱، GA۱۸، GA۱۹، GA۲۳، GA۱۴، GA۲۰ و GA۲۵ گلدهی بیشتر روی اسپور و گلدهی سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها به صورت مختلط بود. زمان برداشت در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف از زود تا خیلی دیر متفاوت بود. ارقام و ژنوتیپ‌های GA۲۹، GA۳۳ و GA۲۴ زودرس، ارقام و ژنوتیپ‌های GA۳۰، GA۲۱، GA۳۶، GA۱۳، GA۱۱، GA۶، GA۴، GA۳۵، GA۲۲، GA۱۰، GA۱۶، GA۲۷ و GA۲۸ از نظر زمان رسیدن متوسط و ارقام و ژنوتیپ‌های GA۲۰، GA۲۵ و GA ۱۵ خیلی دیررس بودند. سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها دیررس بودند (جدول ۷).

نسخه پیش انتشار

جدول٦- نتایج مقایسه میانگین صفات خشک میوه و مغز ۳٦ رقم و ژنوتیپ امید بخش بادام روی پایه GN

Table 6-Results of average comparison of nuts and kernels traits 36 promising cultivars and genotypes of almond grafted on GN

ژنوتیپ‌ها Genotypes	میانگین ها Means											
	طول خشک میوه(میلی متر) nut length (mm)	عرض خشک میوه (میلی متر) nut width (mm)	قطر خشک میوه (میلی متر) nut thickness (mm)	وزن خشک میوه (گرم) nut weight (gr)	وزن مغز (گرم) kernel weight (gr)	طول مغز (میلی متر) kernel length (mm)	عرض مغز (میلی متر) kernel width (mm)	قطر مغز (میلی متر) kernel thickness (mm)	ضخامت پوسته چوبی (میلی متر) shell thickness (mm)	دوقلویی (کد) double kernel (code)	پوکی (درصد) percentage of blank kernel %	رنگ مغز (کد) Kernel color (code)
GA1	27.8 n	14.3 p	9.9 o	0.730 n	0.4 m	15.9 no	9.4 s	3.9 p	2.9 k-m	3a	4a	5b
GA 2	23.8 p	15.9 o	12.93 ij	1.36 k-m	0.6 k-m	18.2 n	10.8 m-q	6.9 bc	2.8 lm	3a	4a	1c
GA 3	41.6 b	24.4 c	14.25 e-g	4.75 bc	1.4 bc	27b-e	15a-c	6.2 e-h	3.4 g-i	3a	2b	5b
GA 4	40.5 bc	23.2 c-e	15.95 bc	4.21 c	1.2 cd	26.7 b-e	13.9 de	6.4 de	3.9 cd	3a	4a	1c
GA 5	25o	16.4 no	12.13 j-l	1.24 l-n	0.7 h-l	19.6 j-n	10.2 o-s	4.4 o	3.2 g-j	3a	4a	5b
GA 6	34.6 hi	16.5 no	11.42 l-n	2.33 g-i	0.7 j-m	22.9 e-k	11.1 k-o	5.5 kl	2.6 m-o	3a	4a	5b
GA 7	35.1 gh	19jk	13h-j	2.67 e-h	0.9 d-j	25.6 c-h	11.8 h-l	6.1 e-h	2.9 k-m	3a	2b	5b
GA8	33.6 ij	22.8 d-f	15.39 cd	4.17 c	1.1 d-f	24.3 d-i	14.6 b-d	6.6 cd	3.8 de	3a	4a	1c
GA 9	32.6 jk	18.9 jk	10.98 mn	1.51 j-m	0.9 e-k	22.9 e-k	12.2 g-j	6g-j	2.3 op	3a	4a	5b
GA 10	36.2 fg	26.1 b	16.40 b	5.22 b	1.2 cd	24.5 d-i	15.4 ab	7.2 b	4.1 c	3a	4a	5b
GA 11	30.7 lm	16.7 no	10.47 no	1.02 mn	0.4 m	12.6 o	7.2 t	4.6 no	3.8 de	3a	4a	1c
GA 12	25.2 o	17.4 mn	11.8 k-m	1.27 l-n	0.8 h-l	18.9 k-n	12.8 f-h	6.9 bc	1.8 r	3a	4a	5b
GA 13	28n	15.5 o	10.75 no	1.66 j-l	0.7 h-l	20.8 i-l	9.9 q-s	5.4 kl	2.8 lm	3a	2b	5b
GA 14	32.6 jk	18.7 j-l	12.66 i-k	2.78 d-g	0.8 e-k	23.6 d-j	11.7 i-m	5mn	3.3 g-j	3a	4a	1a
GA 15	33.1 j	23.6 cd	13.98 f-h	2.09 h-j	0.9 d-j	21.7 g-l	12.7 f-i	6.6 cd	3.3 g-j	3a	4a	1c
GA 16	30.6 lm	21.3 gh	15.16 c-e	2.92 d-g	1d-i	22.8 e-k	13.3 ef	7.1 b	3.5 e-g	3a	4a	1c
GA 17	35.3 gh	21.1 gh	13.16 hi	2.90 -g	0.9 d-j	24.2 d-i	13.3 ef	6.4 d-f	3.2 h-k	3a	2b	5b
GA 18	34.6 hi	22.7 d-f	15.7 bc	4.18 c	1.1 d-g	25.3 c-h	14.2 cd	6f-j	4.1 c	3a	4a	5b

ژنوتیپ‌ها	میانگین ها Means											
Genotypes	طول خشک میوه(میلی متر) nut length (mm)	عرض خشک میوه (میلی متر) nut width (mm)	قطر خشک میوه (میلی متر) nut thickness (mm)	وزن خشک میوه (گرم) nut weight (gr)	وزن مغز (گرم) kernel weight (gr)	طول مغز (میلی متر) kernel length (mm)	عرض مغز (میلی متر) kernel width (mm)	قطر مغز (میلی متر) kernel thickness (mm)	ضخامت پوسته چوبی (میلی متر) shell thickness (mm)	دوقلویی (کد) double kernel (code)	پوکی (درصد) percentage of blank kernel %	رنگ مغز (کد) Kernel color (code)
GA 19	30.6 lm	21.7 fg	13.47 g-i	2.56 e-h	0.8 g-l	21.5 h-l	14.4 cd	6.1 e-i	3i-l	3a	4a	1c
GA 20	32.9 j	23.6 cd	14.2 d-f	3.08 de	1d-i	22.5 g-l	14.7 b-d	6.2 e-h	2.7 l-n	3a	4a	5b
GA 21	37.3 ef	21.6 fg	13.41 g-i	1.9 i-k	0.9 e-k	25.9 c-g	12.2 g-j	5.7 jk	2.1 pq	3a	4a	5b
GA 22	31lm	20.3 hi	14f-h	2.4 f-i	0.5 lm	18.6 ln	10.9 l-p	6.4 d-h	2qr	3a	2b	7a
GA 23	26.8 n	16.7 no	11.2 l-n	1.6 j-m	0.7 i-l	19.7 j-n	10p-s	6.3 d-h	2.4 o	3a	4a	1c
GA 24	30.2 m	21.3 gh	14.6 d-f	1.8 i-l	1d-h	20.8 i-l	12.2 g-j	12.2 a	5.8 a	3a	4a	5b
GA 25	32.8 jk	22fg	13.4 g-i	3de	0.8 f-k	22.6 g-l	12.9 fg	6.4 d-f	3.4 gh	3a	4a	1c
GA 26	35gh	23.2 c-e	15.1 c-e	3.3 d	0.8 e-k	32.2 a	12.3 g-i	5.3 lm	3.7 d-f	1b	4a	1c
GA 27	27.7 n	18.7 j-l	14.3 e-g	2.1 h-j	0.8 h-l	19.3 k-n	12.1 g-k	6.4 de	2.8 lm	3a	4a	5b
GA28	31.6 kl	17.5 l-n	12.7 i-k	2.3 g-i	1d-i	24.1 d-i	11.3 j-n	6h-j	2.8 lm	3a	4a	5b
GA29	39.9 c	19.5 ij	12.5 i-k	2i-k	1d-i	26.5 b-e	11.9 g-k	5.8 i-k	2.5 no	3a	4a	1c
GA 30	33.5 ij	18k-m	11.8 k-m	1.9 i-k	0.7 i-l	21.9 g-l	10.5 n-r	5.1 lm	3j-l	3a	2b	5b
GA 31	35.4 gh	17.4 mn	12.5 i-k	3d-f	0.9 e-k	25.3 c-h	9.7 rs	5.3 lm	2.7 l-n	3a	4a	5b
GA 32	35.2 gh	23.7 cd	14.3 e-g	3.4 d	1.1 de	25.9 c-g	14.3 cd	6.4 de	3.5 e-h	3a	2b	5b
GA 33	33.1 j	18.7 j-l	14.3 e-g	3.4 d	1d-j	24.1 d-i	12.1 g-j	6.4 d-g	3.9 cd	3a	4a	5b
GA 34	39.4 cd	23.9 cd	14.2 e-g	4.3 c	1.5 b	29.3 a-c	14.8 b-d	6.6 cd	3.5 e-h	3a	4a	1c
GA 35	45.4 a	28.2 a	17.9 a	7.7 a	4.9 a	30.1 ab	15.8 a	5.3 lm	4.9 b	3a	4a	1c
GA 36	38.4 de	22e-g	14.5 d-f	2.7 e-h	0.9 e-k	27.3 b-d	12.1 g-k	5.7 i-k	3.4 f-h	3a	4a	1c

در هرستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean values with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level using Duncan's multiple range test.

ادامه جدول ٦- نتایج مقایسه میانگین صفات خشک میوه و مغز ٣٦ رقم و ژنوتیپ امید بخش بادام پیوند شده روی پایه GN

Continued table 6- Results of average comparison of nuts and kernels traits 36 promising cultivars and genotypes of almond grafted on GN

ژنوتیپ‌ها	میانگین ها Means										
Genotypes	چروکیدگی (کد) Shrinkage of kernel (code)	سفتی پوست (کد) shell hardness (code)	درز و شکاف روی پوست (کد) Suture opening of the shell (code)	درصد مغز (درصد) Percentage of kernel %	نسبت عرض به طول مغز kernel width/kernel length	نسبت ضخامت به طول مغز kernel thickness/kernel length	نسبت ضخامت به عرض مغز kernel thickness/ kernel width	نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه kernel weight/nut weight	نسبت عرض به طول خشک میوه nut width/nut length	نسبت ضخامت به طول خشک میوه nut thickness/nut length	نسبت ضخامت به عرض خشک میوه nut thickness/nut width
GA1	5a	9a	5a	52.7 b	0.69 a-c	0.34 c-i	0.51 f-k	0.63 a-d	0.61 d-i	0.45 d-g	0.79 a-i
GA 2	3b	7b	5a	40.1 cd	0.71 a-c	0.49 b-d	0.75 bc	0.23 l	0.79 a-e	0.66 ab	0.93 ab
GA 3	3b	5c	1b	27.9 g-j	0.67 a-c	0.35 c-i	0.53 e-k	0.52 b-i	0.7 a-g	0.46 c-g	0.7 e-k
GA 4	5a	5c	5a	27.5 g-j	0.59 c-e	0.31 d-i	0.53 e-k	0.4 f-l	0.64 c-i	0.46 c-g	0.75 b-k
GA 5	3b	9a	5a	55.8 b	0.6 c-e	0.3 d-i	0.51 f-k	0.34 g-l	0.73 a-f	0.56 a-e	0.82 a-h
GA 6	5a	7b	5a	26.8 g-j	0.54 c-f	0.29 e-j	0.54 e-k	0.64 a-d	0.53 g-i	0.38 e-g	0.74 b-k
GA 7	3b	9a	1b	32.8 d-h	0.56 c-f	0.34 c-i	0.62 b-i	0.32 h-l	0.64 c-i	0.47 b-g	0.78 a-j
GA8	3b	3d	1b	24.4 j	0.7 a-c	0.37 b-i	0.55 d-k	0.43 d-l	0.78 a-e	0.56 a-e	0.77 a-j
GA 9	3b	9a	5a	53.1 b	0.69 a-c	0.42 b-f	0.64 b-h	0.34 g-l	0.74 a-f	0.49 b-f	0.73 c-k
GA 10	3b	3d	1b	23.4 j	0.63 b-d	0.3 d-i	0.47 h-k	0.69 a-c	0.72 a-g	0.45 d-g	0.63 h-k
GA 11	3b	9a	5a	33.5 d-h	0.69 a-c	0.48 b-e	0.76 bc	0.45 d-k	0.66 b-i	0.46 c-g	0.74 b-k
GA 12	3b	9a	5a	54.1 b	0.85 a	0.54 b	0.71 b-e	0.72 ab	0.87 a	0.65 a-c	0.86 a-f
GA 13	3b	3d	1b	39.7 c-e	0.59 c-e	0.38 b-h	0.66 b-h	0.52 b-i	0.67 b-h	0.5 b-f	0.81 a-i
GA 14	3b	3d	5a	26.2 h-j	0.65 b-d	0.36 b-i	0.58 c-j	0.42 e-l	0.73 a-f	0.55 a-f	0.83 a-g
GA 15	3b	9a	5a	45.1 c	0.58 c-e	0.31 d-i	0.53 e-k	0.45 d-k	0.72 a-g	0.43 d-g	0.59 jk
GA 16	3b	3d	5a	33.2 d-h	0.59 c-e	0.32 d-i	0.54 e-k	0.33 g-l	0.7 a-g	0.5 b-f	0.71 e-k
GA 17	3b	5c	5a	34.4 d-g	0.55 c-f	0.26 f-j	0.48 h-k	0.35 g-l	0.6 e-i	0.38 e-g	0.63 h-k
GA 18	5a	5c	5a	23.8 j	0.68 a-c	0.35 c-i	0.54 e-k	0.36 f-l	0.77 a-f	0.57 a-e	0.81 a-i

ژنوتیپ‌ها	میانگین ها Means										
Genotypes	چروکیدگی (کد) Shrinkage of kernel (code)	سفتی پوست (کد) shell hardness (code)	درز و شکاف روی پوست (کد) Suture opening of the shell (code)	درصد مغز (درصد) Percentage of kernel %	نسبت عرض به طول مغز kernel width/kernel length	نسبت ضخامت به طول مغز kernel thickness/kernel length	نسبت ضخامت به عرض مغز kernel thickness/ kernel width	نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه kernel weight/nut weight	نسبت عرض به طول خشک میوه nut width/nut length	نسبت ضخامت به طول خشک میوه nut thickness/nut length	نسبت ضخامت به عرض خشک میوه nut thickness/nut width
GA 19	3b	7b	5a	30.9 f-j	0.67 a-c	0.28 f-j	0.43 jk	0.31 i-l	0.71 a-g	0.44 d-g	0.62 i-k
GA 20	3b	5c	5a	32.4 e-i	0.66 a-d	0.28 f-j	0.42 jk	0.32 h-l	0.72 a-g	0.45 d-g	0.62 i-k
GA 21	3b	9a	1b	44.5 c	0.47 d-g	0.22 g-j	0.47 h-k	0.45 d-k	0.58 f-i	0.36 fg	0.62 i-k
GA 22	5a	9a	5a	28.8 g-j	0.59 c-e	0.35 c-i	0.59 c-j	0.29 j-l	0.66 b-i	0.45 d-g	0.68 f-k
GA 23	5b	7b	1b	39.5 c-e	0.67 a-c	0.48 b-e	0.79 b	0.56 b-f	0.79 a-e	0.58 a-d	0.84 a-g
GA 24	3b	9a	1b	54.4 b	0.71 a-c	0.71 a	1.13 a	0.67 a-c	0.84 ab	0.61 a-d	0.81 a-i
GA 25	3b	5c	5a	23.5 j	0.72 a-c	0.43 b-f	0.64 b-h	0.38 f-l	0.82 a-c	0.56 a-e	0.76 b-j
GA 26	3b	3d	5a	24j	0.42 e-g	0.19 ij	0.44 i-k	0.24 kl	0.67 b-i	0.44 d-g	0.65 g-k
GA 27	3b	3d	5a	29.1 g-j	0.82 ab	0.53 bc	0.73 b-d	0.49 c-j	0.87 a	0.71 a	0.96 a
GA28	3b	9a	5a	37.2 d-f	0.63 b-d	0.4 b-h	0.68 b-f	0.53 b-h	0.71 a-g	0.56 a-e	0.88 a-e
GA29	3b	9a	5a	45.1 c	0.61 c-e	0.38 b-h	0.65 b-h	0.62 a-e	0.66 b-i	0.48 b-f	0.81 a-i
GA 30	3b	9a	5a	27.5 g-j	0.74 a-c	0.49 b-d	0.75 bc	0.54 b-g	0.8 a-d	0.62 a-d	0.92 a-c
GA 31	3b	3d	1b	27.8 g-j	0.39 fg	0.21 h-j	0.56 d-k	0.28 j-l	0.5 hi	0.36 fg	0.72 d-k
GA 32	3b	5c	1b	32.4 e-i	0.6 c-e	0.3 d-i	0.5 f-k	0.37 f-l	0.72 a-g	0.46 c-g	0.65 g-k
GA 33	3b	3d	1b	25.2 ij	0.65 b-d	0.41 b-g	0.67 b-g	0.4 f-l	0.71 a-g	0.58 a-d	0.91 a-d
GA 34	3b	5c	1b	32.5 e-i	0.7 a-c	0.42 b-f	0.64 b-h	0.52 b-i	0.8 a-d	0.56 a-e	0.79 a-i
GA 35	3b	3d	5a	63a	0.67 a-c	0.32 d-i	0.48 g-k	0.78 a	0.77 a-f	0.54 a-f	0.78 a-j
GA 36	3b	7b	5a	34.4 d-g	0.34 g	0.11 j	0.38 k	0.25 kl	0.48 i	0.28 g	0.56 k

در هرستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean values with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level using Duncan's multiple range test

جدول۷- نتایج مقایسه میانگین عملکرد و صفات فنولوژیک ۳۶ رقم و ژنوتیپ امید بخش بادام روی پایه GN

table 7- Results of average comparison of yield and phenological traits 36 promising cultivars and genotypes of almond grafted on GN rootstock

ژنوتیپ‌ها Genotypes	میانگین‌ها Means			
	عملکرد (گرم) Yield (gr)	تاریخ گلدهی (کد) Season of flowering (code)	عادت گلدهی (کد) Location of flower buds (code)	زمان رسیدن (کد) Harvest maturity (code)
GA1	102.8g-i	8b	3a	7b
GA2	102.2g-i	7c	1c	7b
GA3	1182a	7c	2b	7b
GA4	295.8c-i	7c	3a	5c
GA5	362.3c-i	8b	3a	7b
GA6	249.5d-i	7c	3a	5c
GA7	84hi	9a	3a	7b
GA8	347c-i	9a	3a	7b
GA9	120g-i	7c	2b	7b
GA10	554.2b-e	7c	3a	5c
GA11	196.7e-i	7c	3a	5c
GA12	172f-i	7c	2b	7b
GA13	167.2f-i	7c	3a	5c
GA14	511.7b-f	8b	2b	7b
GA15	93.3hi	7c	3a	9a
GA16	641.7bc	7c	3a	5c
GA17	350c-i	7c	3a	7b
GA18	305.1c-i	7c	2b	7b
GA19	408.5b-h	8b	2b	7b
GA20	720.2b	8b	2b	9a
GA21	227e-i	7c	2b	5c
GA22	463.4b-g	7c	3a	5c
GA23	423.4b-h	8b	2b	7b
GA24	382b-i	6d	2b	3d
GA25	413.3b-h	9a	2b	9a
GA26	606.7b-d	8b	3a	7b
GA27	398.3b-h	8b	3a	5c
GA28	218.3e-i	9a	3a	5c
GA29	382.6b-i	5e	1c	3d
GA30	77hi	5e	1c	5c
GA31	536.8b-e	8b	3a	7b
GA32	29.9i	7c	3a	7b
GA33	408.3b-h	5e	1c	3d
GA34	246.7d-i	8b	1c	7b
GA35	315c-i	7c	3a	5c
GA36	93.6hi	6d	3a	5c

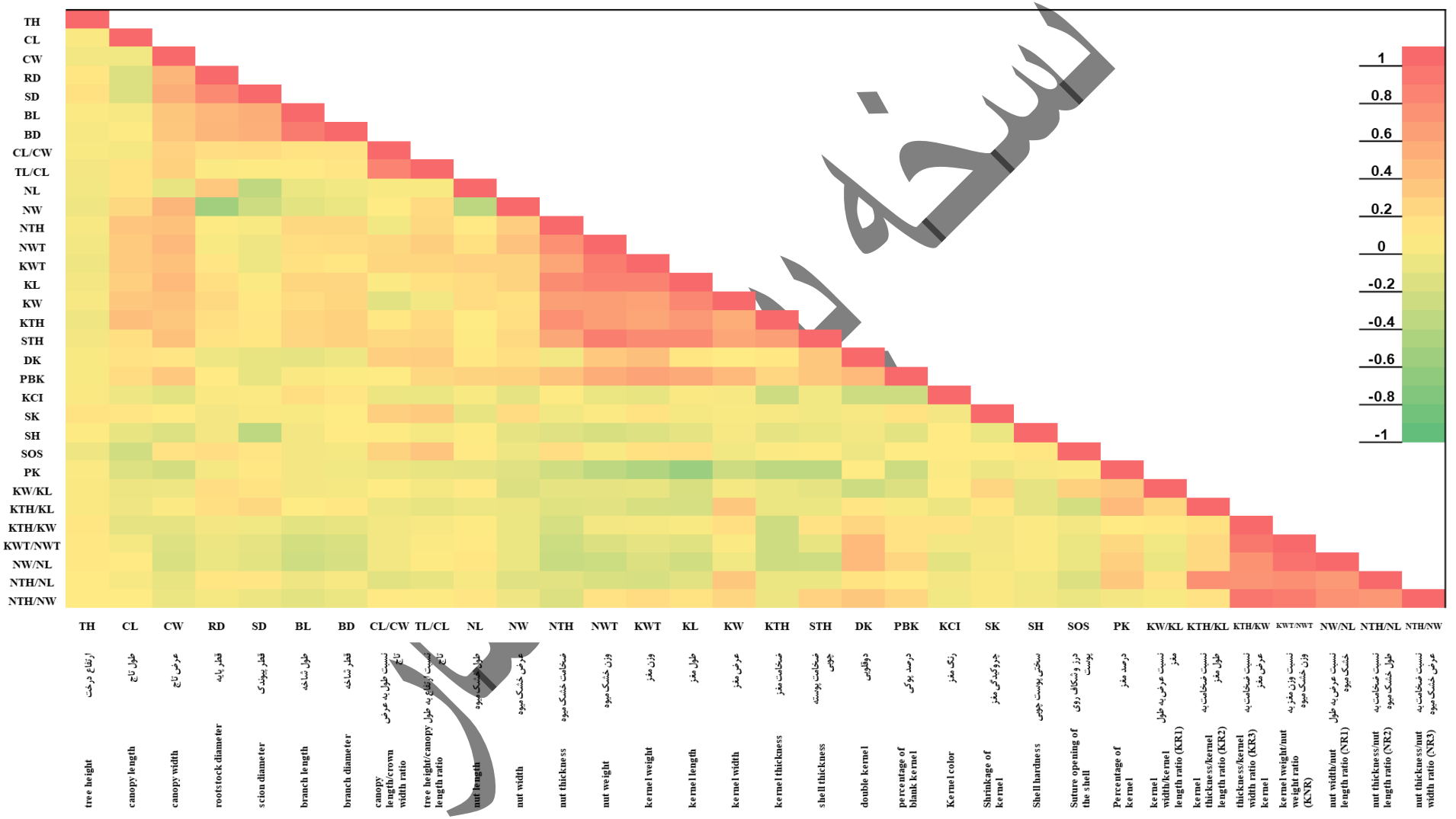
در هرستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean values with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level using Duncan's multiple range test

نسخه پیش انتشار

جدول ۸- نمودارهای حرارتی همبستگی بین صفات مورفولوژیکی، خشک میوه و مغز اندازه‌گیری شده

Table 7- Heat map of the correlation between the measured morphological, nut and kernel traits



نسخه اولیه

بحث

یکی از روش‌های به نژادی بادام و دستیابی به ارقام جدید، انتخاب ژنوتیپ های امید بخش و ارزیابی تکمیلی آنها در کنار ارقام تجاری است، که ضمن حفظ ذخایر توارثی و ژرم پلاسم، می‌توان به ارقام جدید با صفات مطلوب دست پیدا کرد. در این پژوهش ۳۶ ژنوتیپ امید بخش بادام روی پایه GN۱۵ (سازگار با تغییرات آب در دسترس (Ranjbar & Imani, 2022)، پیوند زده شد و صفات رویشی و مشخصات خشک میوه و مغز درختان جوان حاصل، در سال اول باردهی جهت انتخاب ژنوتیپ برتر اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات رویشی، قطر پایه و پیوندک و طول شاخه یک‌ساله در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی، قدرت رشد پایه رویشی GN قابل توجه بود. افزایش شاخص‌های رشد، افزایش جذب و غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم‌مصرف در پایه‌های GN قبلا بیان شده و موید این مطلب است (Safavi *et al.*, 2023). بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات رویشی، بیشترین ارتفاع در ژنوتیپ‌های GA۴، GA۳، GA۳۵ بیشترین عرض تاج در ژنوتیپ‌های GA۵، GA۱۷، GA۳ و ژنوتیپ‌هایGA۲۰، GA۱۵، GA۵ بیشترین قطر پایه و پیوندک و بیشترین طول و قطر شاخه یکساله در ژنوتیپ GA۱۸ مشاهده شد. رشد طولی گیاهان از تقسیم و طویل شدن سلول‌ها در اثر فعالیت مریستم انتهایی و رشد قطری در نتیجه فعالیت مریستم جانبی می‌باشد، بنابراین افزایش ارتفاع و رشد طولی در نتیجه افزایش فعالیت مریستم انتهایی رخ می‌دهد. ارتفاع گیاه به‌شدت به محیط رشد بستگی دارد. پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه باید آب کافی در اختیار داشته باشد، افزایش تورژسانس سلول‌های در حال رشد در اثر جذب آب منجر به طویل شدن سلول‌ها شده و افزایش ارتفاع رخ می‌دهد (Taiz & Zeiger, 2010). نتایج مطالعه حاضر نشان داد ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات خشک میوه و مغز دارای تفاوت معنی‌دار هستند که بیانگر این است که این ارقام و ژنوتیپ‌ها به عنوان منبع ژرم پلاسم خوب برای برنامه‌های به‌نژادی در نظر گرفته شود. نتایج مطالعه ما نشان داد، ژنوتیپ ۳۵ پیوند شده روی پایه GN۱۵ بالاترین طول، عرض و قطر خشک میوه، بیشترین وزن خشک و وزن مغز، رنگ مغز روشن، مغز بدون چروکیدگی و بیشترین درصد مغز و بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه را دارا بود. بر اساس مطالعه ما، بیشترین عملکرد در ارقام و ژنوتیپ‌های GA۲۰، GA۱۶ و GA۲۶ مشاهده شد. از نظر صفت دو قلویی در اکثر ارقام میزان کم را شاهد بودیم. میزان دوقلویی در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از صفر تا زیاد متغیر بود. لقاح دو تخمک در تخمدان بادام و سپس رشد هر دو تخمک باعث پدیده دو قلویی در بادام می‌شود. دو قلویی یک صفت منفی است که باعث تغییر شکل مغزها و کاهش ارزش تجاری بادام می‌شود، علاوه بر این کیفیت محصول و بازاریابی بسته به درصد دو قلویی کاهش می‌یابد (Janick & Moore, 1996). وقوع این پدیده به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به ویژه دمای پایین در مرحله قبل از گلدهی گزارش شده است (Arteaga & Socias i Company, 2001) یک برنامه تلقیح متعادل و کشت ژنوتیپ‌های مناسب در مناطق معتدل می‌تواند این مشکل را کاهش دهد (Gouta *et al.*, 2019) سفتی پوست در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از پوست سخت تا پوست کاغذی متغیر بود. پوسته یکی از مهمترین اهداف برنامه‌های پرورش بادام است. گزارش شده است که ژنوتیپ‌های پوسته سخت نسبت به حشرات و آلودگی‌های قارچی مقاوم‌تر هستند، در حالی که ژنوتیپ‌های پوسته نرم به شدت مستعد آسیب‌های ناشی از این عوامل هستند (Gradziel & Martínez-Gómez, 2002; Khadivi-Khub & Etemadi-Khah, 2015). بر این اساس، برنامه‌های اصلاحی به ژنوتیپ مورد استفاده بستگی دارد، به طوری که در مورد ژنوتیپ‌های پوسته نرم، باید منابع مقاوم در برابر حشرات و قارچ‌ها را یافت (Khadivi *et al.*, 2022).

محققین دیگری در طول سال‌های مختلف خصوصیات مورفولوژی، فنولوژی و پومولوژی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف بادام را بررسی نمودند. درستکار و همکاران (Dorostkar *et al.*, 2011) در استان فارس خواص رویشی، مورفولوژیکی،

خصوصیات کمی و کیفی خشک میوه و مغز ۲۲ رقم بادام خارجی و ۳۲ ژنوتیپ از بادام‌های مشهور استان فارس را که قبلاً جمع آوری شده بودند براساس توصیف نامه بین المللی بادام (Gülcan, 1985) مورد بررسی قرار داده و گزارش داد در بین ارقام بادام مورد بررسی ارقام بادام شماره ۲۱، ۶، ۱۴، ۳، ۸، ۲۴، ۱۰ و ۷ از نظر میزان عملکرد و سایر صفات نسبت به دیگر ارقام برتری داشتند. در پژوهش مرادی و موسوی (Moradi & Mousavi, 1999) خصوصیات مورفولوژی و پومولوژی سه رقم بادام محلی چهارمحال بختیاری را تشریح کردند. در پژوهش موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2020) پس از بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی ۵۵ رقم و ژنوتیپ بادام، گزارش کردند که ژنوتیپ‌ها از نظر تمام صفات کمی و کیفی با هم اختلاف معنی‌دار دارند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در پژوهش خدیوی خوب واساتی (Khadivi-Khub & Osati, 2016) پس از بررسی ۹۰ نژادگان بادام گزارش کردند که بین نژادگان‌های مورد بررسی از نظر تمامی صفات به ویژه ابعاد و وزن خشک میوه و مغز، زمان رسیدن، درصد مغز و درصد دو قلویی اختلاف معنی‌داری داشتند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. وجود تنوع بالا در صفات خشک میوه و مغز از جمله درصد مغز، وزن خشک میوه و دوقلویی در سایر پژوهش‌ها (;Mousavi *et al.*, 2020; Mousavi *et al.*, 2010 Mousavi *et al.*, 2015; Rasouli *et al.*, 2012; Rasouli *et al.*, 2019) گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. وزوایی (Vezvaei, 1985) ضمن شناسایی ارقام بادام مناطق مختلف استان تهران و مرکزی خصوصیات کمی وکیفی محصول این ارقام را جهت انتخاب بهترین ارقام مورد بررسی قرار داده و ارقام بادام دیرگل کاشان- ۸ ،تفرش- ۴ وشمیران- ۱۳را بعنوان ارقام برتر انتخاب کرده است. تنوع مورفولوژیکی زیادی بین ۱۴ رقم داخلی و خارجی بادام در مراکش گزارش شد (Zinelabidine *et al.*, 2015). نتایج حاصل از پژوهش ملهویی و همکاران (Melhaoui *et al.*, 2019) نشان داد که تنوع زیادی از نظر صفات پومولوژیک بین ارقام مختلف بادام منطقه مراکش وجود دارد. با بررسی خصوصیات مورفولوژی ۱۹۸ نهال بادام در پژوهش بیگی و خدیوی (Beigi & Khadivi, 2023) ۱۹ ژنوتیپ دیرگل و امید بخش بادام معرفی شد. در مطالعه موسوی و همکاران (Mousavi *et al.*, 2015) جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های امیدبخش گردو در استان چهارمحال و بختیاری، برخی صفات فنولوژیک و پومولوژیک ۵۸ ژنوتیپ انتخابی طی سه سال مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه، ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۴۲ به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش و قابل توصیه معرفی شدند. در پژوهش رسولی و همکاران (Rasouli *et al.*, 2019) به منظور گروهبندی و مقایسه ۱۰۰ ژنوتیپ بذری بادام صفات رویشی، خشک میوه و مغز بادام اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج این پژوهش، تنوع ژنتیکی خوبی در این ژنوتیپ‌ها مشاهده شد و صفات مربوط به خشک میوه و مغز بیشترین تاثیر را در جداسازی ارقام و ژنوتیپ‌ها داشتند. در مطالعه پرز سانچز و مورال کورتز (Pérez-Sánchez & Morales-Corts, 2021) خصوصیات مورفولوژی، پومولوژی و شیمیایی ۲۴ رقم بادام برای سه سال مورد ارزیابی قرار گرفت بر اساس این مطالعه ارقام Gorda José و Marcelina دارای عملکرد بالا و خشک میوه‌هایی با کیفیت بالا (وزن بالا، درصد دو قلویی پایین و ارزش غذایی بالا) معرفی شدند. در مطالعه خوجاند (Khojand *et al.*, 2023) برخی ارقام و ژنوتیپ‌های بادام از نظر صفات خشک میوه و مغز، میزان روغن و اسیدهای چرب مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به مجموع صفات اندازه‌گیری شده در این مطالعه ژنوتیپ D ۱۲۴ و ارقام سهند، شاهرود۶، صبا و یاقوتی (Ruby) به عنوان ژنوتیپ‌های برتر و با ارزش معرفی شدند.

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد بررسی صفات رویشی، فنولوژی، خشک میوه و مغز در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی تا حد زیادی توانست تنوع بین ارقام و ژنوتیپ‌ها را نشان دهد. ارقام و ژتوتیپ‌های دارای درصد مغز بیشتر، پوست

نازکتر، میزان نقوش بیشتر روی پوست و رنگ مغز روشن تا متوسط داشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفات ارتفاع درخت، عرض تاج، قطر پایه و پیوندک، طول و قطر شاخه و نسبت ارتفاع به طول تاج در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی معنی‌دار بود. مطابق با نتایج این مطالعه تنوع زیادی بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات خشک میوه و مغز وجود داشت که بیانگر این است که این ارقام و ژنوتیپ‌ها می‌توانند به عنوان منبع ژرم پلاسم خوب برای برنامه‌های به‌نژادی در نظر گرفته شود. بالاترین عملکرد در ژنوتیپ‌های GA۲۰، GA۱۶ و GA۲۶ مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده ارقام و ژنوتیپ‌های GA۵، GA۲۴، GA۱۲، GA۹ و GA۱ از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نسبی نشان دادند که ژنوتیپ GA۲۴ نسبتا دیرگل، ژنوتیپ‌های GA۱ و GA۵ خیلی دیرگل بودند و گلدهی ارقام و ژنوتیپ‌های GA۹، GA۱۲ و GA۲۴ روی اسپور و GA۵ و GA۱ مختلط بود. نتایج این مطالعه نشان داد، ژنوتیپ ۳۵ پیوند شده روی پایه GN۱۵ ژنوتیپی دیرگل، عادت باردهی مختلط، زمان برداشت (بلوغ) متوسط، بالاترین طول، عرض و قطر خشک میوه، بیشترین وزن خشک و وزن مغز، رنگ مغز روشن، مغز بدون چروکیدگی و بیشترین درصد مغز و بالاترین نسبت وزن مغز به وزن خشک میوه را دارا بود.

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 در تامین مالی و مساعدت در انجام بخشی از پروژه پسا دکتری (شماره طرح: ۴۰۲۰۲۸۹) قدردانی و سپاسگزاری می‌نمایند.

تعارض منافع

نگارندگان اعلام می‌کنند که هیچگونه تعارض منافعی ندارند.

References

Arteaga, N., & Socias i Company, R. (2001). Heritability of fruit and kernel traits in almond. III International Symposium on Pistachios and Almonds 591,

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

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

Babadai, R., Mousavi, S. A., & Mehrdad, J. (2017). *Guide to almond production*. Islamic Azad University Khorasgan Publications. (In Persian).

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

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

Çantal, D. (2022). *Effect of Different Rootstocks on Fruit Quality and Plant Nutritient Content of Almond cvs.Ferragnes and Ferraduel* [Msc Thesis, Ege University Graduate School of Applied and Natural Science].

Chalak, L., Chehade, A., & Kadri, A. (2007). Morphological characterization of cultivated almonds in Lebanon. *Fruits*, *62*(3), 177-186. https://doi.org/https://doi.org/10.1051/fruits:2007013

De Giorgio, D., Leo, L., Zacheo, G., & Lamascese, N. (2007). Evaluation of 52 almond (Prunus amygdalus Batsch) cultivars from the Apulia region in Southern Italy. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *82*(4), 541-546. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14620316.2007.11512271

De Giorgio, D., & Polignano, G. (2001). Evaluating the biodiversity of almond cultivars from germplasm collection field in Southern Italy. *Sustaining the Global farm*, *56*, 305-311.

Dorostkar, M., Mostafavi, M., Shariat-Panahi, M. S., Hasani, D., Khalighi, A., & Nikzad, A. (2011). Self-Compatibility and Suitable Planting Combination of Commercial Cultivars of Almond. *seed and plant improvement journal*, *27*(4), 449-457. https://doi.org/10.22092/SPIJ.2017.111076 (In Persian with English abstract)

FAO. (2021). *FAOSTAT database results.* http:// Fao.stat.org/stat.org/ stat/almond.

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

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.

Gülcan, R. (1985). *Descriptors list for Almond (Prunus amygdalus; Revised).* International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR).

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.

Imani, A., Amani, G., Shamili, M., Mousavi, A., Hamed, R., Rasouli, M., & José Martínez-García, P. (2021). Diversity and broad sense heritability of phenotypic characteristic in almond cultivars and genotypes. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, *8*(3), 281-289. https://doi.org/https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.284452.303

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. https://doi.org/20.1001.1.16807154.1401.23.2.7.7 (In Persian with English abstract)

Imani, A., Mousavi, A., Biat, S., Rasouli, M., Tavakoli, R., & Piri, S. (2011). Genetic Diversity for Late Frost Spring Resistance in Almond. *Acta Horticulturae*, *912*, 371-375. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.912.54

Janick, J., & Moore, J. N. (1996). *Fruit breeding, tree and tropical fruits* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Kester, D. E., & Gradziel, T. M. (1996). Almonds In J. Janick & J. N. Moore (Eds.), *Fruit Breeding, Volume 3: Nuts* (pp. 1-97). John Wiley and Sons, Inc.

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

Khadivi-Khub, A., & Osati, E. (2016). Evaluation of Self-compatiblity, Flowering Time and Morphological Variables in some Almond Genotypes to Choose Superiors. *Plant Production Technology*, *8*(1), 103-124. https://doi.org/10.22084/ppt.2016.1764 (In Persian with English abstract)

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

Khojand, S., Zeinalabedini, M., Azizinezhad, R., Imani, A., & Ghaffari, M. R. (2023). Diversity of nut and kernel weight, oil content, and the main fatty acids of some almond cultivars and genotypes. *Journal of Nuts*, *14*(1), 33-44. https://doi.org/10.22034/jon.2022.1945292.1145

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

Moradi, H., & Mousavi, S. A. (1999). Characteristics of three varieties of local almonds in Chaharmahal and Bakhtiari province. first national conference on Almond, Shahrekord - Iran(In Persian).

Mougiou, N., Maletsika, P., Konstantinidis, A., Grigoriadou, K., Nanos, G., & Argiriou, A. (2023). Morphological and Molecular Characterization of a New Self-Compatible Almond Variety. *Agriculture*, *13*(7). https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture13071362

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. https://rip.urmia.ac.ir/article_120954.html (In Persian with English abstract)

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)

Mousavi, S. A., Tatari, M., Moradi, H., & Hassani, D. (2015). Evaluation of Genetic Diversity Among the Superior Walnut Genotypes Based on Pomological and Phenological Traits in Chahar Mahal va Bakhtiari Province. *Seed and Plant Journal*, *31*(2), 365-389. https://doi.org/10.22092/spij.2017.111264 (In Persian with English abstract)

Pérez-Sánchez, R., & Morales-Corts, M. R. (2021). Agromorphological characterization and nutritional value of traditional almond cultivars grown in the Central-Western Iberian Peninsula. *Agronomy*, *11*(6), 1238. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy11061238

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

Rasouli, M., Fattahi Moghadam, M. R., Zamani, Z., imani, A., & Ebadi, A. (2012). A Study ot the Phenotypic Diversity of some Almond Cultivars and Genotypes, using Morphological Traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *43*(4), 357-370. https://doi.org/10.22059/ijhs.2012.29371 (In Persian with English abstract)

Rasouli, M., Jafari Taeme, A., & Rahmati Joneidabad, M. (2019). Evaluation of genetic variation of some almond genotypes using morphological markers. *POMOLOGY RESEARCH*, *4*(1), 106-120. (In Persian with English abstract)

Rubio-Cabetas, J. M. (2016). Almond Rootstocks: Overview. In O. Kodad, A. López-Francos, M. Rovira, & R. Socias i Company (Eds.), *XVI GREMPA Meeting on Almonds and Pistachios* (Vol. 119, pp. 133-143). Zaragoza : CIHEAM. http://om.ciheam.org/om/pdf/a119/00007379.pdf

Safavi, E., Yadegari, M., Mousavi, S. A., & Haghighati, B. (2023). Investigation the Different Levels of Drought Stress on Almond Cultivars. *Journal Of Horticultural Science*, *37*(2), 523-540. https://doi.org/10.22067/jhs.2022.77478.1184 (In Persian with English abstract)

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

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology* (5th ed. ed.). Sinauer Associates.

Vezvaei, A. (1985). *Evaluation of quantitative and qualitative traits of almond genotypes in Tehran and Central provinces of Iran in order to select superior cultivars* MSc. Thesis, Factually of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran …].

Yada, S., Lapsley, K., Huang, G. J. J. o. F. C., & Analysis. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *24*(4-5), 469-480.

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

Zinelabidine, L., H'ssaini, H., Ennahli, S., Latrache, H., & Hmid, I. (2015). Phenotypic, Morphological Diversity and Biochemical Characterization Of 14 Almond cultivars from Morocco. *Moroccan Journal of Chemistry*, *3*(3), 3-3 (2015) 2394-2406. https://doi.org/https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v3i3.2589