



بررسی اثر نوع دانه‌گرده بر صفات مورفولوژیکی، میزان روغن، اسیدهای چرب و برخی عناصر نتاج

حاصل از تلاقی کنترل شده بادام رقم شاهرود ۱۲

علی جعفری طائمه<sup>۱</sup>، موسی رسولی<sup>۲\*</sup>، مصطفی رحمتی جنید آباد<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، همدان، ایران.

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی.

#### اطلاعات مقاله

#### چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۹

کلمات کلیدی:

اسیدهای چرب،

اسید اولئیک،

بادام،

رصد روغن،

گرده‌افشانی کنترل شده.

DOI: 10.52547/fsct.18.08.23

\* مسئول مکاتبات:

mousarasouli@gmail.com

بادام (*Prunus dulcis* L.) یکی از مهمترین میوه‌های خشک دنیا می‌باشد که به طور تجاری در مناطق وسیعی از جهان کشت می‌شود و از مهم‌ترین محصولات آجیلی جهان به‌شمار می‌آید. مغز بادام دارای ترکیبات با ارزشی از جمله، ویتامین‌ها، کربوهیدرات (فیبر و قندهای محلول)، پروتئین، چربی و املاح معدنی می‌باشد. با توجه به اهمیت اسیدهای چرب موجود در مغز بادام میزان اسیدهای چرب والدین پدری و نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والدین گرده‌دهنده انتخابی با استفاده از گاز کرمانوگرافی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین استخراج روغن به وسیله دستگاه سوکسله و اندازه‌گیری عناصر به روش جذب اتمی در والدین و نتاج حاصل از تلاقی‌ها اندازه‌گیری شد. برخی صفات کمی و کیفی مربوط به خشک میوه و مغز بادام نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که بالاترین میزان وزن مغز در نتاج حاصل از تلاقی‌های انجام شده، مربوط به گرده‌افشانی آزاد بود، بیشترین مقدار اسیداولئیک (۱۸:۱) و اسیدلینولئیک (۱۸:۲) به ترتیب در والدین پدری MSK<sub>84</sub> به میزان ۷۵/۵۱٪ و شاهرود ۱۴ به میزان ۱۹/۲۰٪ مشاهده گردید. همچنین بیشترین میزان اسیداولئیک در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری شاهرود ۱۴ به میزان ۷۲٪ به دست آمد. بالاترین میزان اسیدلینولئیک با ۱۸/۴۰٪ در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>84</sub> حاصل شد. از طرفی بیشترین میزان اسیدپالمیتیک نیز در نتاج حاصل از گرده‌افشانی آزاد والد مادری شاهرود ۱۲ به میزان ۹/۵۰٪ مشاهده شد. این سه نوع اسید چرب بیشترین درصد را در بین هفت اسید چرب اندازه‌گیری شده در مغز بادام به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار روغن در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>82</sub> به میزان ۵۴/۴۲ و کمترین مقدار در والد پدری MSK<sub>83</sub> به میزان ۳۸/۳۲ درصد مشاهده شد همچنین نتایج به دست آمده نشان داد که در بین والدین و نتاج حاصل از تلاقی‌ها میزان عناصر آهن (۱۳۸/۵۳-۸۵/۴۸ میلی گرم در ۱۰۰۰ گرم)، مس (۲۰/۳۲-۴۷/۴۸ میلی گرم در ۱۰۰۰ گرم) و منگنز (۴۴/۶۷-۱۸/۰۴ میلی گرم در ۱۰۰۰ گرم) بودند.

## ۱- مقدمه

بادام با نام علمی (*Prunus dulcis* L.) یکی از گونه‌های جنس پرونوس و زیر جنس آمیگدالوس (خانواده روزاسه) است، که به‌طور تجاری در مناطق وسیعی از جهان کشت می‌شود و در گروه خشک میوه‌های دارای بذر قابل خوردن (مغز میوه) قرار می‌گیرد [۱]. تعداد کروموزوم‌های پایه آن ۸ می‌باشد و اکثرگونه‌های آن دیپلوئید هستند. این گیاه عمدتاً دگرگشن و از نظر ژنتیکی ناخالص است [۲]. این درخت در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای و در نواحی که دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های ملایم باشند، به‌خوبی رشد می‌کند. با توجه به سازگار بودن بادام با خاک‌های آهکی و مناطق نیمه‌خشک، ارزش غذایی بالای میوه و تنوع در مصرف محصول، از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است و از مهم‌ترین محصولات آجیلی جهان به حساب می‌آید [۱]. از آنجا که کشور ما یکی از کشورهای دارای آب و هوای خشک بوده و کمبود آب در کشاورزی مطرح می‌باشد، لذا کشت و کار بادام در مناطق مناسب ایران که از موطن‌های اصلی بادام محسوب می‌شود با توجه به تحمل خوب آن به خشکی مقرون به صرفه است [۳]. سطح زیر کشت بادام در جهان ۱۸۶۵۶۳۳ هکتار و میزان تولید ۳۲۱۴۳۰۳ تن در سال می‌باشد [۴]. مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده بادام کشورهای آمریکا، اسپانیا و ایران می‌باشد و ایران با سطح زیر کشت ۱۰۴۷۱۶ هکتار و تولید ۱۴۷۸۶۳ تن در بین تولیدکنندگان بادام رتبه سوم را دارد [۴].

مغزهای خوراکی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بخشی از برنامه غذایی روزانه‌ی مردم را تشکیل می‌دهند. تمام غذاهای گیاهی مثل سبزی‌ها، میوه‌ها و دانه‌ها منبع طبیعی از آنتی‌اکسیدان‌ها هستند. از زمانی که مشخص شد رادیکال‌های آزاد نقش اصلی را در بیماری‌هایی مثل سرطان و تصلب شرایین دارند، به کار بردن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در زنجیره غذایی برای زندگی سالم مورد تأکید قرار گرفت [۵]. مغز بادام دارای ترکیبات با ارزشی از جمله چربی، پروتئین، کربوهیدرات (فیبر و قندهای محلول)، املاح معدنی و ویتامین‌ها می‌باشد [۶]. بادام برای درمان زخم روده، مثانه و اسهال مفید بوده و بادام بو داده برای معده مقوی است. بادام نارس (چغاله) نیز لته و ریشه دندان را تقویت می‌کند و برای

رفع خشکی دهان مفید است. از سوی دیگر روغن بادام خواب‌آور بوده و برای درمان بی‌خوابی مؤثر است [۷]. میزان روغن مغز بادام بین ۵۰ تا ۶۵٪ وزن خشک مغز می‌باشد. روغن بادام دارای ارزش غذایی، خاصیت دارویی و آرایشی و بهداشتی است. بیشتر اسید چرب موجود در بادام از نوع اسید چرب غیر اشباع بوده [۶] که در کاهش میزان کلسترول خون تأثیرگذار می‌باشد. روغن بادام در درمان التهاب و بیماری‌های پوستی، جوش و آکنه مؤثر است. همچنین به‌عنوان داروی تسکین دهنده درد گوش، ملین و ضد سرفه کاربرد دارد [۸ و ۹]. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که مصرف رژیم غذایی روغن مغزهای خوراکی ممکن است حتی اثرات مفیدتری نسبت به مصرف کل مغزهای خوراکی را اعمال کند که احتمالاً به دلیل جایگزینی رژیم غذایی کربوهیدراتی با چربی‌های غیر اشباع یا سایر اجزای موجود در عصاره روغن می‌باشد [۱۰]. در بسیاری از نقاط جهان، از جمله خاورمیانه و آسیا، مغزهای خوراکی برای استفاده به‌عنوان محصولات کشاورزی روغنی کشت می‌شوند و منابع مهمی از انرژی و مواد مغذی ضروری در رژیم غذایی هستند [۱۱]. دانه‌های روغنی به دلیل داشتن میزان متفاوتی از انواع اسیدهای چرب، ارزش تجاری متفاوتی پیدا می‌کنند [۱۲]. نسبت اسیدهای چرب در ارزش تغذیه‌ای و اقتصادی روغن بسیار مهم می‌باشد. نسبت بالاتر اسیدهای چرب غیر اشباع دارای یک پیوند مضاعف مانند اسیداولئیک، سبب دوام بیشتر روغن در مقابل اکسیداسیون و امکان نگهداری بیشتر آن می‌گردد در حالیکه اسیدهای چرب غیر اشباع دارای چند پیوند مضاعف مانند اسیدلینولئیک و اسید لینولئیک اگر چه در مقابل اکسیداسیون حساس‌تر می‌باشند ولی از نظر تغذیه‌ای و سلامت انسان دارای اهمیت بیشتری می‌باشند [۱۳ و ۱۴].

بیشترین اسید چرب موجود در بادام مربوط به اسیداولئیک (۵۹٪ تا ۷۸٪) و اسیدلینولئیک (۱۹٪ تا ۳۰٪) بوده و سایر اسیدهای چرب شامل اسیدلینولئیک، اسیدپالمیتولئیک، اسیدپالمیتیک و اسیداستریک می‌باشد [۱۵]. اسیداولئیک جزء اسیدهای چرب ضروری است که نقش بسیار حیاتی و مؤثری در حفظ و نگهداری بدن انسان ایفا می‌کند به‌عنوان مثال از لخته شدن خون در رگ‌ها و تورم شریان جلوگیری می‌کند. اسیداولئیک در افزایش ماندگاری مواد خوراکی نیز نقش مهمی

تغییر والدین نشان دادند. بین والدین گرده‌دهنده نیز از نظر تأثیر بر صفات کمی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد اما هیچ تأثیر مستقیمی روی طعم مغز از نظر تلخی یا شیرینی، که از لحاظ چشایی قابل تشخیص باشد روی والد مادری مشاهده نشد. در پژوهشی تأثیر زنی و متازنی را در ۳ رقم تجاری پسته (اوحدی، کله قوچی و ممتاز) بررسی نمودند. نتایج نشان داد گرده‌های گونه بنه و آنتالیکا رشد مغز میوه و درصد میوه‌های خندان را کاهش داد در حالی که گرده ارقام ممتاز و سلطانی از گونه‌های اهلی پسته اندازه و تعداد میوه‌های خندان را افزایش داد [۲۳].

تأثیر والد گرده‌دهنده (زنی) بر مغز و خصوصیات چندین نوع میوه نظیر بادام، شاه بلوط و پکان نیز دیده شده است [۲۴].

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر منابع مختلف دانه گرده بر خصوصیات مورفولوژیک، میزان اسیدهای چرب، درصد روغن و برخی از عناصر معدنی میوه‌های (نتاج) حاصل از تلاقی‌های کنترل شده والدین پدری انتخابی با والد مادری شاهرود ۱۲ بود. بکارگیری نتاج حاصل از این بررسی در برنامه اصلاحی بادام جهت رسیدن به ارقام مناسب بادام در رژیم غذایی از اهداف دیگر این پژوهش بود.

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- محل انجام آزمایش

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در باغ ایستگاه تحقیقاتی شهرستان ملایر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان وابسته به وزارت جهاد کشاورزی اجرا شد. این ایستگاه در موقعیتی با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۷ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۳۳ متر واقع شده است همچنین متوسط بارندگی آن ۲۴۲ میلی‌متر در سال می‌باشد.

### ۲-۲- انتخاب ارقام گرده‌زا

پس از بررسی‌های لازم و با در نظر گرفتن کیفیت محصول، وزن میوه، همپوشانی از نظر گلدهی و رعایت سایر موارد، والد مادری و ژنوتیپ‌ها و ارقام گرده‌زا به‌عنوان والدین پدری انتخاب شدند. تیمارها شامل ترکیب تلاقی رقم شاهرود ۱۲ به‌عنوان والد مادری

دارد. نقش مهم این اسید چرب ضروری در بدن انسان موجب گردیده موادی که حاوی این اسید چرب هستند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشند. اسیدهای چرب ضروری تنها از طریق مواد خوراکی جذب بدن انسان می‌شوند، در واقع بدن انسان قادر به سنتز اسیدهای چرب ضروری نیست [۱۶]. اسیدلینولیک (امگا ۳) یک اسید چرب ضروری است که بدن قادر به سنتز آن نمی‌باشد همواره باید همراه با مواد غذایی وارد بدن شود. اسیدلینولیک (امگا ۶) نیز در رژیم‌های غذایی بسیار ضروری است [۱۷].

حدود ۳٪ از وزن خشک، مغز بادام را عناصر معدنی تشکیل داده که ۷۰٪ آن شامل پتاسیم، کلسیم، فسفر و منیزیم بوده و بقیه آن شامل سایر عناصر می‌شود. ویتامین‌های محلول در چربی از قبیل ویتامین E (آلفا توکوفرول)، ویتامین A و ویتامین‌های محلول در آب مانند تیامین (ویتامین B<sub>1</sub>)، ریوفلاوین (ویتامین B<sub>2</sub>)، نیاسین و ویتامین B<sub>6</sub> می‌باشد [۹]. آلفا توکوفرول خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی داشته که در رژیم غذای انسان و در پایداری روغن و قدرت انبارمانی مغز بادام اهمیت زیادی دارد [۸ و ۹].

مس یک عنصر پویا، ضد عفونی، ضد ویروسی، ضد التهابی است. روزانه مقدار مورد نیاز مس برای بزرگسالان ۲/۵ میلی‌گرم است [۱۸]. بعد از آهن در بدن انسان، دومین و فراوان‌ترین یون فلز انتقالی عنصر روی می‌باشد. فاکتور ضروری در بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی مانند عملکرد مغز و آسیب شناسی، رونویسی ژن، ایمنی عملکرد و تولید مثل پستانداران دخالت دارد [۱۹ و ۲۰]. منگنز نقش مهم فیزیولوژیکی در سیستم عصبی دارد [۲۱].

بهمنی و همکاران (۱۳۸۱) در پژوهشی تعیین اثر والد گرده‌دهنده بر روی ابعاد میوه و برخی صفات چشایی مغز بادام را مورد مطالعه قرار دادند [۲۲]. صفاتی از جمله طول هسته، عرض هسته، ضخامت هسته، وزن هسته، طول مغز، عرض مغز، ضخامت مغز و وزن مغز و نسبت وزن مغز به هسته اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در رابطه با صفات کمی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که صفات کمی مورد بررسی تفاوت‌های واضحی در اثر

1. omega-3 fatty acid
2. omega-6 fatty acid

و ژنوتیپ‌های بذری MSK<sub>81</sub>، MSK<sub>82</sub>، MSK<sub>83</sub>، MSK<sub>84</sub>، رقم شاهرود ۱۴، گرده خودی رقم شاهرود ۱۲ و گرده‌افشانی آزاد (شاهد) به‌عنوان والدین پدری در نظر گرفته شدند.

## ۲-۳- نحوه تهیه دانه گرده

به‌منظور تهیه و جمع‌آوری دانه‌گرده، قبل از باز شدن گل‌ها، اقدام به قطع شاخه‌هایی به طول ۱/۵-۱ متر که دارای جوانه گل کافی بودند، شد و سپس شاخه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید. شاخه‌های ارقام انتخاب‌شده در ظروف ۵ لیتری محتوی آب و ساکارز (۴ درصد) تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری قرار گرفته و در دمای معمولی آزمایشگاه (۲۵-۱۷ درجه سانتی‌گراد) با رعایت فاصله مناسب از یکدیگر قرار گرفت. جهت نفوذ بهتر آب به آوندهای شاخه‌ها و جلوگیری از انسداد آوندها آب ظروف به‌طور روزانه تعویض شد و هر ۲ روز یک بار انتهای شاخه‌ها به‌طور مورب در حد ۳-۵ سانتی‌متر برش مجدد داده می‌شد. گل‌ها بعد از چند روز (۳-۵) و نزدیک به مرحله شکوفا شدن برای گرده‌گیری آماده شدند. پرچم‌های گل‌ها با دست یا قیچی کوچک و پنس جدا شده و یا با مالش با دست و استفاده از پنس مناسب جمع‌آوری شده و به‌مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت جهت خشک شدن در دمای ۲۲ درجه‌سانتی‌گراد روی کاغذهای سفون و در محل تاریک قرار گرفتند سپس دانه‌های گرده به ویال‌های کوچک شیشه‌ای با درپوش پنبه‌ای انتقال یافته و در دمای ۴ درجه‌سانتی‌گراد تا انجام عمل گرده‌افشانی نگهداری شدند [۲۵]

## ۲-۴- نحوه اعمال تیمارهای گرده‌افشانی

در مرحله متورم شدن جوانه‌ها و چند روز قبل از باز شدن گل‌های ارقام انتخابی شاخه‌هایی که دارای جوانه گل کافی بودند در دو سمت شمال و جنوب درختان والد مادری شاهرود ۱۲ به‌عنوان گیرنده دانه‌گرده انتخاب شدند. ضمن اتیکت زنی برای جلوگیری از گرده‌افشانی آزاد، شاخه‌های موردنظر قبل از باز شدن گل‌ها به‌وسیله کیسه‌های پارچه‌ای ململ به ابعاد ۷۰×۵۰ سانتی‌متری پوشانیده شد. با توجه به زمان باز شدن گل‌های هر شاخه با برداشتن کیسه‌ها، در هر شاخه تعدادی از گل‌های باز نشده و گل‌هایی که خیلی زودتر باز شده بودند حذف و بقیه حفظ شدند. دو روز بعد از باز شدن گل‌ها (زاویه بین دو لب کلاله حدود ۴۵ درجه) در هر واحد آزمایشی پس از باز کردن هر

کیسه عمل گرده‌افشانی با گرده‌های ارقام انتخابی با قلم موهای مخصوص برای هر رقم در صبح و عصر انجام گرفت برای اطمینان از گرده‌افشانی، مجدداً گل‌های شکفته شده درون کیسه با دانه‌گرده والدین پدری انتخابی گرده‌افشانی تکمیلی صورت گرفت [۲۵ و ۲۶]. میوه‌ها پس از رسیدن، در اواسط شهریور ماه برداشت و خشک شدند. پس از برداشت میوه‌ها تعدادی از صفات کمی و کیفی میوه‌های حاصل از تلاقی‌های انجام شده بر اساس توصیف‌نامه بین‌المللی بادام (UPOV, 2008) مورد بررسی قرار گرفت (جدول-۱) [۲۵]. کددهی صفات کیفی نیز براساس توصیف‌نامه بین‌المللی بادام انجام شد. صفات کمی اندازه‌گیری شده در این آزمایش (درصد روغن، درصد اسیدهای چرب و عناصر مس، آهن و منگنز) و صفات مورفولوژیک مربوط به خشک میوه و مغز بادام بودند (جدول-۱).

## ۲-۵- بررسی خصوصیات بیوشیمیایی نتاج بادام

### حاصل از تلاقی‌های کنترل شده

#### ۲-۵-۱- استخراج روغن به‌وسیله دستگاه سوکسله

برای اندازه‌گیری میزان روغن نمونه‌ها از دستگاه سوکسله (مدل دستگاه SX100-G، شرکت سازنده Bakhshi، کشور ایران) به روش گلزاری و همکاران (۱۳۹۲) استفاده شد [۲۷]. در این روش ابتدا کارتوش تمیزی در آون خشک شد. سپس به دقت آن را توزین کرده و حدود ۳ گرم از نمونه‌ی مغز بادام خرد شده داخل آن ریخته و کارتوش در قسمت استخراج کننده دستگاه قرار داده شد. سپس بالن دستگاه را تا ۲/۳ حجم آن از اتردیپترول پر نموده و به دستگاه متصل گردید و شیر آب مربوط به سرد کننده دستگاه باز شد تا جریان مداوم آب سرد برقرار شود. بعد از انجام این کار، بالن به‌میزان ۶۰-۴۰ درجه‌سانتی‌گراد حرارت دید. در اثر این حرارت اتردیپترول تبخیر و بخارات حاصل از آن از لوله ضخیم جداری جداکننده خارج و در ناحیه سرد کننده تقطیر شد و به داخل استخراج کننده برگشت. در اثر تماس این بخارات و نفوذ حلال به داخل کارتوش چربی موجود در نمونه حل و پس از اینکه حجم اتر به مقدار معینی رسید، از لوله باریک استخراج کننده به داخل بالن بر می‌گشت. استخراج به روش فوق به‌مدت ۵ ساعت ادامه یافت. پس از این مدت بالن را از دستگاه جدا نموده و سپس کارتوش را برداشته و زیر هود قرار گرفت تا

محلول دی‌اتیل‌اتر (۲:۱) و اتر نفت اضافه و مخلوط شد این فاز به آرامی جدا شده و حلال‌های فوق در دستگاه‌های رو تاری تبخیر شدند. در مرحله بعد برای استری کردن اسیدهای چرب ابتدا به آن (2mok/L) الکل اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و به آن حجم مساوی آب خالص اضافه و با اسیدسولفوریک، اسیدی شد. اسیدهای چرب با اضافه کردن دی‌اتیل‌اتر و به‌وسیله اضافه نمودن تری‌فلور و متانول ۱۴ درصد به‌صورت متیله در آمدند و با قیف جدا کننده پس از اضافه نمودن مجدد دی‌اتیل‌اتر جدا شدند. بخش جدا شده با آب شستشو شد و رطوبت آن با تبخیر حذف شد [۲۸].

اتر آن تبخیر شود. سپس کارتوش در آن گذاشته شده و دوباره وزن گردید. اختلاف وزن اولیه و وزن ثانویه کارتوش معرف میزان چربی موجود در نمونه می‌باشد. سپس با توجه به فرمول زیر درصد چربی محاسبه گردید [۲۷].  
۱۰۰ × وزن نمونه / وزن چربی = درصد چربی

#### ۲-۵-۲- تعیین اسیدهای چرب

در نتاج حاصل از تلاقی‌های کنترل شده و والدین آن‌ها اسید چرب شامل اسید پالمیتیک، اسید پالمیتوئیک، اسیداستتاریک، اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و اسیدمیرستیک اندازه‌گیری شد. برای جدا سازی چربی از محصول، مخلوطی از

**Table 1** Qualitative and quantitative traits of the progeny, parent and maternal parent shahrood12

(No)	Traits	(unit)	(Method of measurement)
1	Nut shape	(code)	1- Round, 2- ovate, 3- ovate Stretched, 4- Heart-shaped, 5- Stretched
2	Nut tip shape	(code)	1- flat, 2- Round, 3- pointed
3	Shell thickness	(code)	3- thin, 5- medium, 7- thick
4	Shell Decoration	(code)	1- Scattered troughs, 3- medium, 5- Dense, 7- Groove
5	Durability of outer shell	(code)	1- Does not hold the shell, 3- Part of the shell remains, 5- The shell stays
6	shell softness and hardness	(code)	1- very little, 3- Low, 5- medium, 7- high, 9- too much
7	Open the shell	(code)	1- Closed, 3- Semi-flourishing, 5- Blossoming
8	Extra edge of Nut	(code)	1- does not have, 3- Low, 5- medium, 7- big, 9- Very big
9	Taste of the Kernel	(code)	1- Sweet, 3- A little bitter, 5- Bitter
10	Kernel shape	(code)	3- Stretched, 5- Oval, 7- Flat Oval, 9- flat
11	Kernel size	(code)	1- very small, 3- small, 5- medium, 7- large, 9- very large
12	Kernel thickness	(code)	1- Very thin, 3- Thin, 5- medium, 7- Thick, 9- Very thick
13	Kernel color	(code)	1- Yellow, 2- Yellowish brown, 3- light brown, 4- Brown red, 5- Dark brown kingfisher
14	Kernel color intensity	(code)	3- light, 5- medium, 7- dark
15	Kernel stiffness	(code)	1- Very soft, 3-Soft, 5- medium, 7- Hard, 9- So hard
16	Nut weight	(gr)	(Digital scale)
17	Kernel length	(mm)	(Digital Coulisse )
18	Kernel width	(mm)	(Digital Coulisse )
19	Kernel diameter	(mm)	(Digital Coulisse )
20	Ratio of length to width of kernel	(mm)	(Digital Coulisse )
21	Kernel weight	(gr)	(Digital scale)
22	Weight of wooden shell	(gr)	(Digital scale)
23	Green shell weight	(gr)	(Digital scale)
24	Kernel percentage	(ratio)	(Ratio of brain weight to total fruit weight)
25	Oleic acid 18:1(%)	(ratio)	Gas chromatography (GC)
26	Stearic 18:0(%)	(ratio)	Gas chromatography (GC)
27	Palmitic 16:0(%)	(ratio)	Gas chromatography (GC)
28	Palmitoleic 16:1(%)	(ratio)	Gas chromatography (GC)
29	Linoleic 18:2(%)	(ratio)	Gas chromatography (GC)
30	Linolenic 18:3(%)	(ratio)	Gas chromatography (GC)
31	Myristic 14:0(%)	(ratio)	Gas chromatography (GC)
32	Oil	(ratio)	(soxhlet extractor machine)
33	Fe	mg/1000gr	(Atomic absorption )
34	Mn	mg/1000gr	(Atomic absorption )
35	Cu	mg/1000gr	(Atomic absorption )

بدین منظور ۱ میکرولیتر از نمونه استخراجی به ستون کروماتوگرافی به طول ۱۰۰ متر قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر از نوع

#### ۲-۵-۳- ارزیابی با گاز کروماتوگرافی

Excel (Version 2013) و با نرم‌افزار (SAS) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد انجام شد. بررسی همبستگی ساده بین برخی صفات کیفی و کمی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Version 16.0) انجام گردید و همبستگی در سطوح ۵ و ۱ درصد بین این صفات به دست آمد (جدول ۵).

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- صفات مورفولوژیکی

فراوانی صفات کیفی مورد بررسی نشان داد که برخی از صفات به‌طور نسبی از یک توزیع نرمال برخوردار بودند. صفات کیفی مربوط به خشک میوه و مغز نتاج حاصل از تلاقی والدین پدری انتخابی با والد مادری شاهرود ۱۲ در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود از نظر ضخامت پوسته هسته ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مختلف قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۴، ۵، ۸، ۹ و ۱۱ دارای ضخامت پوسته هسته متوسط بودند. ژنوتیپ‌های ۶ و ۷ دارای ضخامت پوسته هسته نازک و ژنوتیپ‌های ۳ و ۱۰ ضخامت پوسته هسته ضخیم داشتند. از نظر نرمی و سختی پوسته هسته، اکثر ژنوتیپ‌ها دارای سختی پوسته هسته متوسط بودند و تنها ژنوتیپ شماره ۲ دارای پوسته هسته نرم در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بود. داشتن پوست کاغذی به دلیل راحتی شکستن آندوکارپ و دسترسی آسان به مغز یک حسن محسوب می‌شود. طعم مغز یکی از صفات بسیار مهم در مورد میوه بادام می‌باشد که از نظر خوراکی بسیار حائز اهمیت است. ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای طعم مغز شیرین بودند و ژنوتیپی با طعم مغز تلخ مشاهده نشد. از نظر شدت رنگ مغز ژنوتیپ‌ها در سه گروه روشن، متوسط و تیره قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۹ دارای رنگ مغز تیره و ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۷ و ۱۰ دارای رنگ مغز متوسط (بین تیره و روشن) بودند و بقیه ژنوتیپ‌ها رنگ روشن داشتند. ژنوتیپ‌هایی با رنگ مغز روشن نسبت به ژنوتیپ‌هایی با رنگ مغز متوسط یا تیره، از نظر بازار پسندي دارای برتری هستند (جدول ۲). همچنین نتایج حاصله نشان داد که اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای

Midleburg- CP- Sil 88, chrompqck) ساخت (Netherlond, کشور سازنده Germany) متصل به دستگاه- Hewlett Packard- 5890A تزریق شد. دتکتور از نوع Flome jonization مدل (Loor-2001) بود. گاز حاصل از نوع هیدروژن فوق خالص با فشار ۲۳ Psi بود. درجه حرارت تزریق کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و حرارت اولیه آون متعادل ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود که با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه افزایش و نهایتاً به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید. سپس بعد از ۲ دقیقه حرارت در ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و به مدت ۴۰ دقیقه ثابت ماند. سپس با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه به ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد رسیده و ثابت ماند. پیک‌های خروجی براساس مقایسه زمان بازداری با پیک‌های استاندارد تعیین هویت و سطح زیر منحنی هر اسید چرب معیار تعیین مقدار آن قرار گرفت [۲۹]

#### ۲-۵-۴- سنجش مس، آهن، منگنز

برای اندازه‌گیری میزان عناصر مس، آهن، منگنز از دستگاه جذب اتمی (مدل S - ConterAA 700 ساخت کشور Anlytik Jena آلمان) به روش چمپمن و همکاران (۱۹۸۲) استفاده شد [۳۰]. (مقدار ۵ گرم از هر نمونه خشک گیاه را داخل کروزه چینی قرار داده و به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلیسیوس در کوره الکتریکی به خاکستر تبدیل شد و به هر نمونه ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال اضافه شد. با حرارت دادن ملایم کروزه روی حمام بن‌ماری مواد خاکستر شده در اسید حل شدند و محلول تهیه شده از کاغذ صافی عبور داده شد. عصاره در بالن ژوژه جمع‌آوری و حجم نهایی عصاره با اضافه کردن آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس اندازه‌گیری عناصر مس، آهن و منگنز با دستگاه جذب اتمی (مدل S - ConterAA 700 ساخت شرکت Anlytik Jena کشور آلمان) انجام شد [۳۰].

#### ۲-۶- تجزیه داده‌ها

داده‌های مربوط به صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده (اسیدهای چرب، درصد روغن و برخی عناصر غذایی) در این پژوهش (جدول ۶ و ۷) و همچنین صفات مورفولوژیکی کمی مربوط به خشک میوه و مغز بادام (جدول ۳ و ۴) با ۱۱ تیمار و در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی وارد نرم‌افزار

فراوانی شکل میوه خشک (تخم مرغی کشیده)، شکل نوک میوه خشک (نوک دار)، تزیینات روی پوسته هسته (متوسط)، دوام لایه بیرونی پوسته (قسمتی از پوسته باقی می ماند)، باز شدن پوسته هسته (بسته)، وجود لبه اضافی میوه خشک (بزرگ)، شکل مغز (بیضی پهن)، اندازه مغز (بزرگ)، ضخامت مغز (متوسط)، رنگ مغز (زرد) و سفتی مغز (نرم) بودند (جدول ۲-۲). محمدپور (۱۳۹۷) در بررسی فراوانی صفات مربوط به خشک و مغز ارقام و ژنوتیپ‌های بذری بادام منطقه کرمانشاه گزارش کرد که ژنوتیپ‌ها اکثراً دارای شکل میوه سبز بیضی، شکل خشک میوه تخم مرغی کشیده، درصد میوه های دوقلو متوسط، شکل مغز کشیده، رنگ اصلی مغز زرد متمایل به قهوه ای، سفتی مغز متوسط و زمان رسیدن میوه متوسط بودند که با نتایج حاصل از این پژوهش تا حدودی همسو بود [۳۱].

جدول ۳ نتیجه تجزیه واریانس بین صفات کمی مورد مطالعه را نشان می دهد. بررسی نتایج حاصله، حاکی از آن است که در رابطه با صفات مورفولوژیک کمی مورد مطالعه اختلاف معنی داری در سطح احتمال خطای ۱٪ وجود داشت.

مقایسه میانگین صفات برای تعیین ارزش تلاقیها در جدول ۴ آورده شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات کمی مورد مطالعه در تلاقی‌های انجام شده نشان داد که تفاوت‌های آشکاری در اثر تعویض پایه‌های گرده‌دهنده به دست می آید، بین پایه‌های گرده‌دهنده از نظر تاثیر بر روی صفات کمی مورد مطالعه تفاوت‌های معنی داری مشاهده شد. بر طبق نتایج بدست آمده (جدول ۴)، وزن پوسته چوبی بین ۲/۹۳ گرم تا ۵/۸۴ گرم مشاهده شد که نتایج حاصل از گرده‌افشانی آزاد بیشترین میزان وزن پوسته چوبی را دارا بود و در این صفت با بقیه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی داری داشت، از طرفی کمترین وزن پوسته چوبی را نتایج حاصل از تلاقی شاهرود ۱۲ با ژنوتیپ بذری MSK84 دارا بود. پایین بودن وزن پوسته چوبی نسبت به مغز می تواند به عنوان یک مزیت در برنامه‌های اصلاحی مطرح باشد. بیشترین وزن پوسته سبز، وزن خشک میوه، وزن مغز و طول مغز در تلاقی‌های انجام شده را نیز نتایج حاصل از گرده افشانی آزاد به خود اختصاص داد که می توان نتیجه گرفت بیشترین وزن میوه با پوست سبز هم مربوط به این تلاقی است، یکی از مواردی که در اصلاح بادام دنبال می شود افزایش میزان وزن مغز بادام است،

همان طور که گفته شد بیشترین میزان وزن مغز در نتایج حاصل از گرده‌افشانی آزاد بود که در این صفت با بقیه نتایج حاصل از تلاقی‌ها اختلاف معنی داری داشت. تفاوت معنی دار در میزان وزن مغز نتایج حاصل از تلاقی در شرایطی که پایه‌ی مادری همه-ی تلاقی‌ها یکسان بوده است نشان می دهد که این اختلاف متأثر از تعویض والدین گرده دهنده (پایه های پدری) می باشد. بیشترین درصد وزن مغز با ۱۱/۴۶ درصد مربوط به نتایج حاصل از تلاقی شاهرود ۱۲ با والد گرده‌دهنده شاهرود ۱۴ بود و در این صفت با بقیه نتایج حاصل از تلاقی‌های انجام شده اختلاف معنی داری نشان داد. این درصد بیان کننده نسبت وزن مغز به وزن کل میوه است به طوری که هرچه درصد وزن مغز بزرگتر باشد میزان وزن مغز در مقایسه با وزن کل میوه (پوسته سبز، پوسته چوبی) بیشتر است، همچنین بالاترین نسبت طول به عرض مغز نیز مربوط به این تلاقی بود. بیشترین قطر و عرض مغز را نتایج حاصل از تلاقی شاهرود ۱۲ با ژنوتیپ بذری MSK82 دارا بود و در این صفات با نتایج حاصل از تلاقی‌های دیگر تفاوت معنی داری را نشان داد. این نتایج نشان دهنده این مطلب است که در اثر تعویض والد گرده‌دهنده خصوصیات مربوط به خشک و میوه و مغز تغییر می کند و اثر والد گرده ده بر خصوصیات خشک میوه و مغز را تایید می کند که این نتایج با یافته های بهمنی و همکاران (۱۳۸۱)، کونار (۱۹۹۶) و والسی (۲۰۰۳) مطابقت داشت [۲۲، ۲۴ و ۳۲]. در پژوهشی بهمنی و همکاران (۱۳۸۱) بررسی تعیین اثر والد گرده‌دهنده روی ابعاد میوه و برخی صفات چشایی مغز بادام را مورد مطالعه قرار دادند [۲۲]. صفاتی از جمله طول هسته، عرض هسته، ضخامت هسته، وزن هسته، طول مغز، عرض مغز، ضخامت مغز و وزن مغز و نسبت وزن مغز به هسته اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده نشان داد که در رابطه با صفات کمی مورد مطالعه اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات کمی نشان داد که تفاوت‌های واضحی بین پایه‌های گرده‌دهنده از نظر تاثیر بر صفات کمی وجود داشت. تاثیر والد گرده ده (زنیا<sup>۲</sup>) بر مغز و خصوصیات میوه چندین نوع میوه نظیر بادام، شاه بلوط و پکان دیده شده است [۲۴]. همچنین والاس در تحقیقات خود بر

1. xenia

عرض مغز دارای همبستگی مثبت معنی دار در سطح ۱ درصد بود (۰/۸۹۹ و ۰/۷۷۱) به طوری که میوه‌هایی که وزن مغز بیشتری داشتند دارای طول و عرض مغز بیشتری هم بودند. نتایج بدست آمده از این آزمایش حاکی از آن است که در بادام بین صفات مربوط به خشک میوه و مغز همبستگی بالایی وجود دارد. این نتایج با یافته‌های رسولی و همکاران (۱۳۹۱)، مومن پور و همکاران (۲۰۱۱) تا حدودی مطابقت داشت [۳۳ و ۳۴]. رسولی و همکاران (۱۳۹۰) همبستگی بین تعدادی از صفات میوه را در برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که همبستگی مثبت معنی دار بین طول خشک میوه با عرض خشک میوه ( $r=+0/62$ )، وزن خشک میوه، وزن مغز و طول مغز ( $r=+0/55$ )، وزن خشک میوه با وزن مغز ( $r=+0/42$ ) وجود داشت [۳۳]. همچنین مومن پور و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که طول، عرض، ضخامت و وزن میوه با پوست سبز با طول، عرض، ضخامت و وزن خشک میوه و همچنین با طول، عرض، ضخامت و وزن مغز به صورت دوطرفه با هم‌دیگر در سطح احتمال ۱ درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌داری بودند [۳۴].

روی برخی درختان مناطق گرمسیری نشان داد که نوع گرده توانسته کیفیت میوه ماکادامیا و مرکبات را عوض کند [۳۲]. نتایج حاصل از همبستگی بین صفات خشک میوه و مغز اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های پدری و نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والدین پدری انتخابی بادام در جدول ۵ آورده شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که طول مغز با نسبت طول به عرض مغز (۰/۸۱۸) و عرض مغز با قطر مغز (۰/۸۸۴) در سطح ۱ درصد دارای همبستگی مثبت معنی دار بودند، این بدان معناست که صفات مربوط به ابعاد مغز با هم همبستگی بالای نشان می دهند و افزایش یا کاهش هر یک از این صفات باعث افزایش یا کاهش دیگری می شود. از طرفی وزن پوسته سبز با وزن خشک میوه (۰/۸۳۴)، وزن مغز (۰/۸۷۵)، عرض مغز (۰/۷۵۶) و قطر مغز (۰/۷۵۵) دارای همبستگی مثبت معنی دار در سطح ۱ درصد بود به این معنی که افزایش یا کاهش میزان وزن پوسته چوبی باعث افزایش یا کاهش صفات فوق می شود، همچنین وزن خشک میوه با وزن مغز (۰/۹۷۶)، طول مغز (۰/۸۸۶) و عرض مغز (۰/۸۰۴) در سطح ۱ درصد دارای همبستگی مثبت معنی دار بود. از طرفی وزن مغز با طول مغز و

**Table 2** Qualitative traits of the progeny, parent and maternal parent shahrood12

genotypes	Progeny and Father Parents	Nut shape	Nut tip shape	Shell thickness	Shell Decoration	Durability of outer shell	Shell softness and hardness	Open the shell	Extra edge of Nut	Taste of the Kernel
1	MSK81	ovate Stretched	Round	medium	medium	Part of the shell remains	medium	Closed	big	Sweet
2	MSK82	ovate Stretched	Pointed	medium	Scattered troughs	Part of the shell remains	Low	Semi flourishing	medium	Sweet
3	MSK83	ovate	Pointed	thick	medium	Does not hold the shell	medium	Closed	big	Sweet
4	MSK84	ovate Stretched	Pointed	medium	medium	Does not hold the shell	medium	Blossoming	medium	Sweet
5	Shahrood14	ovate Stretched	Flat	medium	medium	Part of the shell remains	medium	Closed	medium	Sweet
6	Shahrood12 × MSK81	ovate Stretched	Pointed	thin	Scattered troughs	Part of the shell remains	medium	Closed	big	Sweet
7	Shahrood12 × MSK82	ovate Stretched	Pointed	thin	Scattered troughs	Part of the shell remains	medium	Closed	Very big	Sweet
8	Shahrood12 × MSK83	ovate Stretched	Pointed	medium	Dense	Part of the shell remains	medium	Closed	medium	Sweet
9	Shahrood12 × MSK84	Heart shaped	Pointed	medium	Dense	Part of the shell remains	medium	Closed	medium	Sweet
10	Shahrood12 × Shahrood14	ovate Stretched	Pointed	thick	medium	Part of the shell remains	High	Closed	medium	Sweet
11	Open-pollination	ovate Stretched	Flat	medium	Dense	Part of the shell remains	medium	Closed	big	Sweet



**Table 2** Qualitative traits of the progeny, parent and maternal parent shahrood12

genotypes	Progeny and Father Parents	Kernel shape	Kernel size	Kernel thickness	Kernel color	Kernel color intensity	Kernel stiffness
1	MSK81	Flat Oval	very large	Thick	light brown	light	soft
2	MSK82	Flat Oval	medium	medium	Dark brown kingfisher	dark	soft
3	MSK83	Flat Oval	small	medium	Yellow	light	Very soft
4	MSK84	Flat Oval	large	Thin	Dark brown kingfisher	medium	soft
5	Shahrood14	Oval	medium	medium	light brown	medium	soft
6	Shahrood12 × MSK81	Flat Oval	medium	medium	Yellow	light	Hard
7	Shahrood12 × MSK82	Stretched	medium	medium	Yellowish brown	medium	medium
8	Shahrood12 × MSK83	Oval	large	Thick	Yellow	light	soft
9	Shahrood12 × MSK84	Flat Oval	large	medium	Dark brown kingfisher	dark	medium
10	Shahrood12 × Shahrood14	Oval	large	medium	Yellow	medium	medium
11	Open-pollination	Oval	large	Thick	light brown	light	Hard

**Table3** Analysis of variance of Pollen Effect on the Measured traits in progeny, parent and maternal parent shahrood12

Source of variation	DF	Weight of wooden shell(gr)	Kernel weight(gr)	Kernel percentage weight (ratio)	Nut weight(gr)	Green shell weight (gr)	Kernel diameter (mm)	Ratio of length to width of kernel	Kernel width (mm)	Kernel length (mm)
Treatment	10	3.77**	0.53**	10.32**	5.86**	39.84**	1.98**	0.10**	3.63**	34.89**
Error	22	0.0007	0.0008	0.0005	0.0008	0.010	0.0003	0.0002	0.0004	0.0017
CV%		0.63	1.47	0.18	0.42	1.08	0.19	0.88	0.14	0.15

ns, \* and \*\*, respectively non-significant and significant at the 5% and 1%

**Table 4** Comparison of the average Measured traits in progeny, parent and maternal parent shahrood12

Treatment	Progenyand Father Parents	Weight of wooden shell (gr)	Kernel weight (gr)	Kernel percentage weight (ratio)	Nut weight (gr)	Green shell weight (gr)	Kernel diameter (mm)	Ratio of length to width of kernel	Kernel width (mm)	Kernel length (mm)
1	MSK <sub>81</sub>	5.77b	2.07cd	13.07d	8.04c	7.92h	10.09e	1.85e	15.19d	28.21d
2	MSK <sub>82</sub>	3.34h	1.17h	14.23b	4.52k	3.61j	8.12j	1.77g	12.39k	22.18j
3	MSK <sub>83</sub>	3.44g	1.37g	15.71a	5.03j	3.74j	9.83g	1.43j	14.10h	20.18k
4	MSK <sub>84</sub>	4.91c	2.04d	14.12c	7.11f	7.37i	9.42i	2.05b	14.48g	30.01b
5	Shahrood14	5.81ab	2.61a	11.72e	8.74a	13.52b	9.84g	2.11a	14.95e	31.85a
6	Shahrood12 × MSK <sub>81</sub>	3.72f	1.65f	11.41g	5.62i	8.25g	9.46h	1.82f	13.62i	24.49i
7	Shahrood12 × MSK <sub>82</sub>	3.08i	2.11c	10.27j	7.67d	11.93d	11.01a	1.63i	16.04a	26.03f
8	Shahrood12 × MSK <sub>83</sub>	4.59d	2.05d	11.28h	6.80g	11.01e	10.41d	1.74h	14.82f	25.60h
9	Shahrood12 × MSK <sub>84</sub>	2.93j	2.03d	10.04k	7.22e	12.85c	10.80b	1.75gh	15.80b	27.41e
10	Shahrood12 × Shahrood14	4.22e	1.78e	11.46f	6.31h	8.86f	10.01f	1.94c	13.48j	25.89g
11	Open-pollination	5.84a	2.43b	10.49i	8.62b	14.05a	10.76c	1.89d	15.45c	29.53c

**Table 5** Correlation coefficients among the measured traits in almond fruit (nut).

Characteristics	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1																
2	0.000	1															
3	-0.354	0.000	1														
4	0.289	-0.315	0.408	1													
5	0.553	-0.274	-0.391	0.000	1												
6	0.000	0.000	0.354	0.289	0.000	1											
7	0.000	0.257	0.000	-0.200	-0.556	-0.346	1										
8	-0.325	-0.048	-0.460	-0.376	0.033	0.000	-0.368	1									
9	0.000	0.226	0.230	0.000	-0.392	-0.325	0.368	-0.365	1								
10	0.545	-0.257	-0.193	0.472	0.274	0.000	0.120	-0.129	0.129	1							
11	0.000	-0.423	0.000	0.428	0.559	0.000	-0.653*	0.219	-0.219	0.423	1						
12	0.533	-0.099	-0.094	0.077	-0.080	-0.533	0.628*	-0.378	0.378	0.390	-0.341	1					
13	0.569	0.254	0.000	-0.164	0.143	-0.284	0.358	-0.437	0.067	-0.099	-0.518	0.696*	1				
14	0.479	-0.166	-0.508	0.000	0.553	0.239	-0.271	0.269	-0.269	0.166	0.161	-0.087	-0.050	1			
15	0.553	-0.541	-0.322	0.503	0.513	0.330	-0.421	0.066	-0.601	0.345	0.312	-0.005	-0.017	0.534	1		
16	0.350	-0.732*	-0.222	0.445	0.290	0.285	-0.213	0.141	-0.472	0.557	0.310	0.133	-0.158	0.259	0.834*	1	
17	0.332	-0.721*	-0.205	0.495	0.252	0.328	-0.215	0.043	-0.482	0.472	0.256	0.065	-0.184	0.255	0.875**	0.976**	1
18	-0.101	-0.805**	0.122	0.373	0.067	0.175	0.019	-0.138	-0.071	0.512	0.388	0.018	-0.467	-0.008	0.333	0.670*	0.668*
19	0.477	-0.653*	-0.223	0.363	0.210	0.247	0.117	-0.189	-0.244	0.580	0.017	0.340	0.027	0.278	0.721*	0.886**	0.899**
20	0.346	-0.352	-0.296	0.471	0.126	0.218	-0.328	0.391	-0.440	0.440	0.272	0.061	-0.141	0.180	0.756**	0.804**	0.771**
21	0.356	-0.510	-0.081	0.093	0.175	0.149	0.375	-0.489	-0.004	0.391	-0.186	0.372	0.155	0.228	0.345	0.498	0.535
22	0.262	-0.207	-0.120	0.536	0.211	0.518	-0.568	0.412	-0.566	0.272	0.385	-0.284	-0.267	0.333	0.755**	0.649*	0.640*
23	-0.685*	0.215	0.470	-0.284	-0.732*	-0.333	0.495	-0.141	0.585	-0.296	-0.322	0.103	-0.082	-0.760**	-0.872**	-0.557	-0.574

The numbers of each column with non-similar characters at the 1% probability level are significantly different from the Duncan.

**Con. Table 5** Correlation coefficients among the measured traits in almond fruit (nut).

Characteristics	18	19	20	21	22	23
(Kernel weight) (17)						
(Weight of wooden shell) (18)	1					
(Kernel length) (19)	0.704*	1				
(Kernel width) (20)	0.210	0.544	1			
(Ratio of length to width of kernel) (21)	0.669*	0.818**	-0.037	1		
(Kernel diameter) (22)	0.079	0.337	0.884**	-0.201	1	
(Kernel percentage) (23)	-0.010	-0.459	-0.562	-0.182	-0.679*	1

تأثیر دانه‌گرده بر میزان درصد روغن مغز بادام وجود داشت (جدول ۶). بیشترین مقدار روغن مغز در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>82</sub> به میزان ۵۴/۴۲ و کمترین مقدار در والد پدری MSK<sub>83</sub> به میزان ۳۸/۳۲ درصد

### ۲-۳- درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین تیمارهای مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱٪ از نظر

نتایج مقایسه میانگین نشان داد اسیداولئیک (۱۸:۱)، اسید چرب غالب در روغن بادام است. بیشترین مقدار اسیداولئیک (۱۸:۱) در والد پدری MSK<sub>84</sub> به میزان ۷۵/۵۱ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از گرده افشانی آزاد به میزان ۶۶/۱۳ درصد مشاهده شد. در نتاج حاصل از تلاقی، بالاترین مقدار اسیداولئیک در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری شاهرود ۱۴ به میزان ۷۲٪ به دست آمد (جدول-۷). بالاترین میزان اسیدلینولئیک (۱۸:۲) در والد پدری شاهرود ۱۴ به میزان ۱۹/۲۰ و کمترین مقدار مربوط به والد پدری MSK<sub>82</sub> به میزان ۱۰/۵۹ درصد بود. از طرفی در نتاج حاصل از تلاقی، بیشترین میزان اسیدلینولئیک در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>84</sub> به میزان ۱۸/۴۰٪ به دست آمد (جدول-۷). بیشترین مقدار اسیدپالمیتیک (۱۶:۰) در نتاج حاصل از گرده افشانی آزاد به میزان ۹/۵۰ درصد مشاهده شد و کمترین مقدار با ۷/۲۵ درصد در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>81</sub> دیده شد (جدول-۷). بیشترین مقدار اسیداستئاریک (۱۸:۰) در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>83</sub> به میزان ۴/۰۳ و کمترین مقدار مربوط به والد پدری MSK<sub>84</sub> به میزان ۱/۷۳ درصد بود (جدول-۷). بالاترین مقدار اسیدلینولئیک (۱۸:۳) در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>82</sub> به میزان ۰/۴۵ و پایین ترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری شاهرود ۱۴ به میزان ۰/۰۸ درصد بود (جدول-۷). والد پدری MSK<sub>82</sub> بیشترین مقدار اسیدمیرستیک (۱۴:۰) به میزان ۲/۴۴ درصد را به خود اختصاص داد و کمترین مقدار این اسید چرب با ۰/۶۱ مربوط به نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری MSK<sub>84</sub> بود. بیشترین مقدار اسیدپالمیتولئیک (۱۶:۱) به میزان ۰/۹۱ درصد مربوط به والد پدری شاهرود ۱۴ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد پدری MSK<sub>83</sub> و والد مادری شاهرود ۱۲ به میزان ۰/۳۱ درصد بود. نتایج مربوط به مقادیر اسید چرب نتاج حاصل از تلاقی شاهرود ۱۲ با گرده‌زاهای مختلف در جدول ۷ ذکر شده است. با توجه به ترکیب متغیر اسیدهای چرب در ارقام و ژنوتیپ‌های بادام، این ترکیبات نیز می‌توانند به عنوان صفاتی در گزینش والدین و نتاج مورد استفاده قرار گیرند.

مشاهده شد (جدول ۷). اثر دانه گرده بر میزان درصد روغن مغز بادام در پژوهش‌های دیگر نیز مشاهده شده است، به طور مثال افشاری و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی اثر دانه گرده ژنوتیپ‌هی مختلف پسته را بر روی ۳ رقم ماده کله قوچی، اوحدی و احمد اقایبی مورد مطالعه قرار دادند نتایج آنها نشان داد که اثر متقابل نوع گرده و رقم بر درصد روغن میوه در سطح ۵ درصد معنی داشت [۳۵]، همچنین در آزمایشی دیگر محمد پور (۱۳۹۷) اثر دانه گرده برخی ارقام و ژنوتیپ‌های برتر بادام را بر روی خصوصیات خشک میوه و مغز رقم دیرگل شاهرود ۱۲ مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که تاثیر منابع مختلف دانه گرده بر روی درصد روغن مغز بادام اختلاف آماری مشخصی داشت [۳۱]. Kodak و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که میزان روغن مغز بادام بین ۵۰ تا ۶۵٪ وزن خشک مغز می باشد [۳۶]. میرصادقی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای درصد روغن دانه بادام دو وارته ربیع و سفید را در استان قزوین بررسی کردند نتایج آنها نشان داد که روغن مغز هر دو گونه بادام ربیع و سفید بیش از ۵۰ درصد چربی (به ترتیب ۵۰/۸۳۷ درصد و ۵۳/۳۶۷ درصد) داشت [۳۱]. این میزان از درصد روغن بادام با نتایج به دست آمده از آزمایش حاضر تا حدودی مطابقت دارد. همچنین در پژوهشی دیگر ترکیبات شیمیایی روغن‌های استخراج شده از سه نوع بادام وحشی و یک نوع بادام بومی به عنوان مرجع مورد بررسی قرار گرفت. محتوای روغن کل از ۴۴/۴ تا ۵۱/۴ درصد در گونه‌های مختلف متغیر بود. مویدی و همکاران (۲۰۱۱) علاوه بر اختلافات ژنتیکی مربوط به ارقام، ژنوتیپ‌ها و نتاج، فاکتورهای دیگری نیز می‌توانند در مقدار و کیفیت روغن تأثیر داشته باشند که از این جمله می‌توان به محل جغرافیایی، اثرات اقلیمی، میزان رسیدن میوه، نحوه برداشت و نگهداری آنها اشاره نمود [۳۷ و ۳۸].

### ۳-۳- اسیدهای چرب

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین تیمارهای مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱٪ و ۵٪ از نظر تأثیر دانه‌گرده بر میزان ترکیبات اسید چرب نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والدین پدری مختلف وجود داشت (جدول-۶).

غالب در روغن بادام بود و بیشترین سهم (۶۴/۵۲ درصد) را در مقایسه با سایر اسیدهای چرب در روغن بادام به خود اختصاص داد [۳۱].

در پژوهشی دیگر محمدپور (۱۳۹۷) میزان اسیدهای چرب نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والدین انتخابی بادام را در شرایط آب و هوایی کرمانشاه مورد بررسی قرار دادند [۳۱]. نتایج آن‌ها نیز نشان داد که اسید اولئیک اسید غالب در روغن بادام بود و بیشترین میزان آن (۶۴/۵۲ درصد) در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری A<sub>1</sub> مشاهده گردید. رسولی و ایمانی (۲۰۱۶) نیز در پژوهشی که به منظور بررسی ویژگی‌های بیوشیمیایی و میزان ترکیبات اسیدهای چرب در نتاج حاصل از دگرگرده‌افشانی والد مادری شاهرود ۱۴ با گرده‌های انتخابی انجام دادند، گزارش نمودند که بیشترین مقدار اسید اولئیک در نتاج حاصل از تلاقی والد شاهرود ۱۴ با والد پدری MKK<sub>3</sub> به میزان ۶۶/۶۲ درصد و کمترین مقدار مربوط به نتاج حاصل از گرده‌افشانی آزاد بود [۴۲].

افشاری و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی به منظور بررسی اثر زنبی و متازنیا<sup>۴</sup> در پسته، اثر دانه‌گرده ۴ ژنوتیپ نر را بر روی ۳ رقم ماده کله قوچی، اوحدی و احمد اقلایی در ایستگاه تحقیقات پسته رفسنجان مورد بررسی قرار دادند، نتایج آنها گویای این مطلب بود که اثر دانه‌گرده بر روی اسیدهای چرب مریستولئیک و پالمیتوئیک تفاوت آماری مشخص داشت [۳۵].

والسی (۲۰۰۳) در تحقیقات خود روی برخی درختان گرمسیری نشان داد که نوع دانه‌گرده توانسته است کیفیت میوه ماکادامیا و مرکبات را عوض کند [۳۲]. آک و کاسکا (۱۹۹۸) گرده‌گونه‌های مختلف پسته را بررسی نموده و نشان دادند که گرده‌گونه اهلی پسته سبب تولید بالاترین مقدار چربی در مغز میوه‌های گرده‌افشانی شده گردید [۴۳]. مجموع اسیدهای چرب غیراشباع به‌طور دائم بیش از ۸۰ درصد می‌باشد این شاید بدین علت باشد که مجموع اسیدهای چرب اشباع به‌طور دائم پایین (۱۲ درصد) می‌باشد [۴۴]. دلیل تأثیر نوع دانه‌گرده بر درصد اسیدهای چرب مغز میوه‌های حاصله همانند تأثیر بر درصد چربی، ترکیبات اسید چرب موجود در دیواره دانه‌گرده ممکن است باشد [۴۵].

مطالعه‌ای که در مورد بررسی اثر دانه‌گرده ذرت روی نتاج حاصل از تلاقی انجام شد، نشان داد که دانه‌گرده نژادهای گیاه ذرت که

در سال‌های اخیر ژن‌هایی را کشف کرده‌اند که مسئول ایجاد آنزیم‌های کنترل‌کننده بیوسنتز اسیدهای چرب در میوه‌ها هستند. این آنزیم دساتوراز است که اسیدهای ساده و مرکب غیراشباع را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳۹]. اسیدهای چرب غالب در روغن بادام را اسید اولئیک و سپس اسید لینولئیک تشکیل می‌دهد. اسیدهای چرب موجود در روغن بادام عمدتاً به ترتیب انواع اسید چرب غیراشباع دارای یک پیوند دوگانه ساده<sup>۴</sup> به خصوص اسید اولئیک، اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند پیوند دوگانه<sup>۵</sup> به خصوص اسید لینولئیک و اسیدهای چرب اشباع<sup>۶</sup> مانند اسید استئاریک می‌باشد. دیده شده است که رژیم غذایی غنی از اسیدهای چرب تک غیراشباع از بادام، کلسترول بد<sup>۷</sup> و کلسترول کل خون را کاهش داده، در حالی که کلسترول مفید<sup>۸</sup> را تغییر نداده است [۴۰]. با توجه به مقدار اسید اولئیک و اسید لینولئیک که بیش از ۸۰ درصد ترکیب اسید چرب روغن بادام را تشکیل می‌دهند و همچنین ناچیز بودن مقدار اسید لینولئیک، می‌توان این روغن را در گروه روغن‌های اسید اولئیک-لینولئیک قرار داد [۳۱]. نتایج حاصل از آزمایش حاضر نیز نشان داد که اسید اولئیک و اسید لینولئیک بیشترین سهم را در بین اسیدهای چرب حاصل از روغن بادام به خود اختصاص دادند. در پژوهشی ترکیب اسیدهای چرب روغن چهار نمونه مغز خوراکی در مقایسه با روغن زیتون و روغن هسته انگور بررسی شد نتایج نشان داد که روغن سه مغز خوراکی بادام، فندق و پسته مشابه با روغن زیتون (غنی از اسید اولئیک)، و روغن گردو مشابه با روغن هسته انگور (غنی از اسید لینولئیک) بود [۴۴]. اسید اولئیک در سه روغن فندق (۸۳/۳٪)، بادام (۶۷/۶۷٪)، پسته (۶۳/۳٪)، و در روغن گردو (۵۲/۵۳٪) اسید چرب غالب است. میزان اسیدهای چرب غیراشباع در روغن گردو (۶۵/۳۵٪) به‌طور قابل توجهی بیش از سه روغن دیگر بود [۴۱]. یافته‌های به‌دست آمده از تحقیق حاضر با این نتایج همسو بود. همچنین نتایج تحقیق حاضر همسو با نتایج محمدپور (۱۳۹۷) و رسولی و ایمانی (۲۰۱۶) بود [۴۲ و ۳۱]. در آزمایشی که محمدپور (۱۳۹۷) به منظور تعیین میزان اسیدهای چرب در نتاج حاصل از تلاقی والدین انتخابی بادام انجام داد گزارش کرد که اسید اولئیک، اسید

4. Mono Unsaturated Fatty Acid
5. Poly Unsaturated Fatty Acid
6. Saturated Fatty Acid
7. Low Density Lipoprotein
8. High Density Lipoprotein

( $85/0 \text{ mg}/100\text{g}$ )، منیزیم ( $90/0 \text{ mg}/100\text{g}$ )، روی ( $1/00 \text{ mg}/100\text{g}$ )، آهن ( $2/01$ )، منگنز ( $2/46 \text{ mg}/100\text{g}$ )، مس ( $1/01 \text{ mg}/100\text{g}$ )، آن ( $2/90 \text{ mg}/100\text{g}$ ) و بور ( $1/03 \text{ mg}/100\text{g}$ ) را نشان داد [۴۹]. افشاری و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی تاثیر دانه گرده بر خصوصیات کمی و کیفی میوه پسته را مورد مطالعه قرار دادند آنها گزارش کردند که مقدار عناصر ماکرو و میکرو اندازه گیری شده در مغز و پوست سبز ۳ رقم پسته تفاوت آماری مشخص داشت. اثر متقابل نوع دانه گرده و رقم بر مقدار عناصر پوست سبز اثر گذار نبود اما روی ازت، فسفر، پتاسیم، آهن و بور مغز میوه‌ها در سطح ۱ درصد اثر گذار بود. بدلیل تحقیقات اندک موجود در ارتباط با نقش دانه‌های گرده ارقام مختلف بر روی عناصر میوه‌های حاصله، تحقیقات بیشتری در این خصوص باید انجام شود [۳۵].

#### ۴- نتیجه گیری کلی

مهم ترین هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر دانه گرده بر روی خصوصیات کمی و کیفی خشک میوه و مغز بادام بود. بر اساس نتایج بدست آمده تاثیر دانه گرده بر روی صفات مورفولوژیک مربوط به خشک میوه و مغز بادام مشهود بود. وزن مغز به عنوان یکی از صفات مهم و کلیدی در اصلاح بادام مطرح است. بیشترین میزان وزن مغز بادام در تلاقی‌های انجام شده مربوط به گرده افشانی آزاد بود. با توجه به نتایج همبستگی‌های بدست آمده بین صفات خشک میوه و مغز همبستگی بالایی وجود دارد، به طور مثال وزن خشک میوه با وزن مغز ( $0/976$ )، طول مغز ( $0/886$ ) و عرض مغز ( $0/804$ ) در سطح ۱ درصد دارای همبستگی مثبت معنی دار بود. که نشان از همبستگی بالا در صفات مربوط به خشک میوه و مغز است. همچنین تاثیر منابع دانه گرده مختلف بر روی میزان اسیدهای چرب و برخی عناصر غذایی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصله نشان داد اثر منبع گرده مختلف بر روی میزان اسیدهای چرب و عناصر غذایی در بادام در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. با توجه به نتایج حاصله از این تحقیق می توان در برنامه‌های اصلاحی بادام از ارقام و ژنوتیپ‌هایی با صفات برتر خشک میوه و مغز به عنوان والدگردهنده به منظور رسیدن به نتایج برتر استفاده کرد.

دارای چربی بالایی هستند سبب افزایش درصد چربی محصول حاصل از این نوع گرده‌ها می شوند [۴۶]. لامبرت و همکاران (۱۹۹۸) نیز با بکارگیری دانه‌گرده ارقام هیبرید ذرت که چربی بالایی داشتند سبب تولید بذوری با چربی و پروتئین بالا، نشاسته و اندازه کاهش یافته بذر گردیدند [۴۷]. وجود مقادیر مختلف مواد فرار، ایزوونوئیدها، چربی‌ها، اسیدهای چرب، بنزوئیدها و غیره در دیوار دانه‌گرده گیاهان مختلف می‌تواند یکی از دلایل احتمالی تاثیر دانه‌گرده بر محتویات چربی میوه حاصل از گیاهان باشد [۴۸].

#### ۳-۴- عناصر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین تیمارهای مختلف مورد بررسی اختلاف معنی داری در سطح احتمال خطای ۱٪ از نظر تاثیر دانه‌گرده بر میزان عناصر آهن، منگنز و مس وجود داشت (جدول ۶). این نتایج حاکی از آن است که با توجه به اینکه شرایط تغذیه‌ای، هرس و آبیاری باغ برای تمامی درختان یکسان بوده و همچنین در تمامی تلاقی‌های انجام شده پایه مادری، بادام رقم دیر گل شاهرود ۱۲ بوده است، این اختلاف در میزان عناصر غذایی مغز میوه‌های نتاج می‌تواند متأثر از تاثیر منابع مختلف دانه گرده باشد. لازم به ذکر است که همه عناصر مورد بررسی در مغز میوه‌های بادام اندازه گیری شده اند و نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار آهن مربوط به میوه‌های حاصل از تلاقی شاهرود ۱۲ با والد پدری  $MSK_{83}$  به میزان  $138/53$  و کمترین مقدار در میوه‌های حاصل از تلاقی شاهرود ۱۲ با والد پدری  $MSK_{82}$  به میزان  $85/48$  میلی‌گرم در  $1000$  گرم مغز بود (جدول ۷). همچنین بالاترین مقدار منگنز در میوه‌های مربوط به تلاقی شاهرود ۱۲ با والد پدری  $MSK_{83}$  به میزان  $44/67$  و کمترین مقدار در والد پدری  $MSK_{82}$  به میزان  $18/04$  میلی‌گرم در  $1000$  گرم مغز مشاهده گردید (جدول ۷). نتایج حاصل از تلاقی شاهرود ۱۲ با والد گرده‌دهنده  $MSK_{83}$  بیشترین مقدار مس به میزان  $47/48$  و والد گرده‌دهنده شاهرود ۱۴ کمترین مقدار مس به میزان  $20/32$  میلی‌گرم در  $1000$  گرم مغز را به خود اختصاص دادند (جدول ۷).

تحقیق در مورد ترکیبات معدنی در ژنوتیپ‌های گردو (*Sebin-Type-I*, *Tozam Karabodur*, *Korcegoz* و *Guenli*) که در ترکیه کشت می‌شود، متوسط محتوای مواد معدنی شامل فسفر ( $316/0 \text{ mg}/100\text{g}$ )، پتاسیم ( $270/0 \text{ mg}/100\text{g}$ )، کلسیم

**Table 6** Analysis of variance of Pollen Effect on the Levels of Fatty Acid, Oil and nutritional elements on Progeny Derived from Parent of shahrood12

Myristic 14:0 (%)	Palmitic 16:0 (%)	Palmitoleic 11:1 (%)	Stearic 18:0 (%)	Oleic acid 18:1 (%)	Linoleic 18:2 (%)	18:3 (%)	Oil	Fe	Mn	Cu	D F	Source of variation
1.22**	1.25**	0.083**	0.93**	27.45**	19.86**	0.03*	75.09**	1043.29**	271.55**	247.11**	10	Treatment
0.0003	0.006	0.0001	0.0002	0.034	0.001	0.011	0.0006	0.003	0.0007	0.0004	22	Error
1.01	1.009	1.89	0.50	0.26	0.20	8.95	0.52	0.05	0.09	0.06		CV%

ns, \* and \*\*, respectively non-significant and significant at the 5% and 1%

**Table 7** Comparison of the average fatty acid, oil and nutritional elements in progeny, parent and maternal parent shahrood12

Treatment	Progenyand Father Parents	Cu	Mn	Fe	Oil	Linolenic 18:3 (%)	Linoleic 18:2 (%)	Oleic acid 18:1(%)	Stearic 18:0 (%)	Palmitoleic 16:1 (%)	Palmitic 16:0 (%)	Myristic 14:0 (%)
1	MSK <sub>81</sub>	35.02 <sup>f</sup>	31.03 <sup>d</sup>	134.51 <sup>b</sup>	51.31 <sup>c</sup>	0.10 <sup>b</sup>	15.44 <sup>g</sup>	70/32 <sup>e</sup>	2.60 <sup>j</sup>	0.77 <sup>b</sup>	8.50 <sup>c</sup>	2.09 <sup>d</sup>
2	MSK <sub>82</sub>	25.51 <sup>i</sup>	18.04 <sup>k</sup>	88.26 <sup>i</sup>	51.51 <sup>b</sup>	0.13 <sup>b</sup>	10.59 <sup>k</sup>	74.76 <sup>b</sup>	3.35 <sup>b</sup>	0.73 <sup>cd</sup>	7.73 <sup>g</sup>	2.44 <sup>a</sup>
3	MSK <sub>83</sub>	39.31 <sup>d</sup>	28.64 <sup>e</sup>	115.92 <sup>d</sup>	38.32 <sup>j</sup>	0.15 <sup>b</sup>	15.20 <sup>h</sup>	70.85 <sup>d</sup>	2.93 <sup>e</sup>	0.74 <sup>c</sup>	7.80 <sup>fg</sup>	2.11 <sup>f</sup>
4	MSK <sub>84</sub>	25.15 <sup>j</sup>	20.87 <sup>i</sup>	99.83 <sup>h</sup>	39.33 <sup>i</sup>	0.15 <sup>b</sup>	12.57 <sup>j</sup>	75.51 <sup>a</sup>	1.72 <sup>k</sup>	0.79 <sup>b</sup>	7.85 <sup>fg</sup>	1.12 <sup>f</sup>
5	Shahrood14	20.32 <sup>k</sup>	22.85 <sup>g</sup>	102.85 <sup>g</sup>	45.91 <sup>f</sup>	0.12 <sup>b</sup>	19/20 <sup>a</sup>	66.62 <sup>h</sup>	2.77 <sup>h</sup>	0.91 <sup>a</sup>	8.03 <sup>e</sup>	2.17 <sup>c</sup>
6	Shahrood12 × MSK <sub>81</sub>	36.93 <sup>e</sup>	25.33 <sup>f</sup>	106.41 <sup>f</sup>	42.88 <sup>h</sup>	0.11 <sup>b</sup>	17.08 <sup>d</sup>	69.45 <sup>f</sup>	3.01 <sup>d</sup>	0.53 <sup>f</sup>	7.25 <sup>h</sup>	1.51 <sup>e</sup>
7	Shahrood12 × MSK <sub>82</sub>	30.68 <sup>g</sup>	21.08 <sup>h</sup>	85.48 <sup>k</sup>	54.42 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	17.02 <sup>e</sup>	68.26 <sup>g</sup>	3.16 <sup>c</sup>	0.52 <sup>f</sup>	8.33 <sup>d</sup>	2.11 <sup>d</sup>
8	Shahrood12 × MSK <sub>83</sub>	47.48 <sup>a</sup>	44.67 <sup>a</sup>	138.53 <sup>a</sup>	51.31 <sup>c</sup>	0.16 <sup>b</sup>	15.10 <sup>i</sup>	69.44 <sup>f</sup>	4.03 <sup>a</sup>	0.32 <sup>g</sup>	7.81 <sup>fg</sup>	2.43 <sup>a</sup>
9	Shahrood12 × MSK <sub>84</sub>	26.46 <sup>h</sup>	19.18 <sup>j</sup>	87.08 <sup>j</sup>	48.11 <sup>d</sup>	0.10 <sup>b</sup>	18.40 <sup>b</sup>	68.01 <sup>g</sup>	2.85 <sup>f</sup>	0.71 <sup>d</sup>	9.05 <sup>b</sup>	0.61 <sup>h</sup>
10	Shahrood12 × Shahrood14	45.72 <sup>b</sup>	42.95 <sup>b</sup>	126.31 <sup>c</sup>	47.41 <sup>e</sup>	0.08 <sup>b</sup>	15.65 <sup>f</sup>	72.00 <sup>c</sup>	2.64 <sup>i</sup>	0.53 <sup>f</sup>	7.94 <sup>fg</sup>	0.97 <sup>g</sup>
11	Open-pollination	41.83 <sup>c</sup>	37.29 <sup>c</sup>	112.86 <sup>e</sup>	45.03 <sup>g</sup>	0.13 <sup>b</sup>	18.30 <sup>c</sup>	66.13 <sup>i</sup>	2.81 <sup>g</sup>	0.67 <sup>e</sup>	9.50 <sup>a</sup>	2.28 <sup>b</sup>

The numbers of each column with non-similar characters at the 1% probability level are significantly different from the Duncan

[5] Kornsteiner, M., Wagner, K. H., Elmadfa, I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food chemistry*, 98(2), 381-387.

[6] Socias i Company, R., Kodad, O., Alonso, J. M., Gradziel, T. M. (2007). Almond quality: a breeding perspective. *Horticultural Reviews*, 34, 197-238.

[7] Ahmad, Z. (2010). The uses and properties of almond oil. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 16(1), 10-12.

[8] Duke, J. (2001). Almond (*prunus dulcis*). In: *Handbook of Nuts*. (Second Pub), CRC press, Boca Raton, Florida, USA. pp:249-252.

[9] Schirra, M. (1997). Postharvest technology and utilization of almonds. *Horticultural Reviews*, 20, 267-311.

[10] Grundy, S. M., Florentin, L., Nix, D., Whelan, M. F. (1988). Comparison of

۵- منابع

[1] López-Higuera, F. D., Hernández, T. B., Caballero, J. E., García, J. E. G. (1996). Programa de mejora del almendro del CEBAS (CSIC-MURCIA). *Fruticultura profesional*, 81, 64-70.

[2] Chaychi, S., Hassanzadeh, N., Mashhadi Jafarloo, M., Bybordi, A. (2002). Almond Manual: Agricultural Research and Education Organization, Ministry of Jihad-e Agriculture, pp.172.

[3] Kester, D. E., Gradziel, T. M., Grasselly, C. (1991). Almonds (*Prunus*). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*, 290, 701-760.

[4] FAO. (2017). FAOSTAT database results. <http://faostat.Fao.org/faostat.Servlet>.

- [22] Bahmani, A., Girigorian, V., Valizadeh, M., Vazvaei, A. (2002). Effect of pollen type and nature on fruit size and certain tasting characteristics of almond kernel. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 33(2), 289-296.
- [23] Riazi, G., Rahemi, M., Khanizadeh, S. (1996). Effect of selected pistachio pollen on development and quality of pistachio nuts of three commercially grown cultivars. *Journal of plant nutrition*, 19(3-4), 635-641.
- [24] Kunar, K., Dos, B. (1996). Studies on xenia and methaxenia in almond. *Journal scienta Horticulture*, 71(4), 545 – 549.
- [25] Rasouli, M., Fatahomoghadan, M., Zamani, Z., Eimani, A., Ebadi, A. (2010). Study of the Compatibility and the Effects of Supplementary Pollination with Different Pollens on Fruit Set of Self-Compatible Almond 'Supernova', *Iranian Journal of Horticultural Science*, 40(4), 61-70 [In Persian].
- [26] Rasouli, M., Fattahi Moghaddam, M. R., Imani, A., Zamani, Z., & Martínez-Gómez, P. (2018). Identification of DNA Markers Linked to Blooming Time in Almond. *Journal of Nuts*, 9(2), 105-122.
- [27] Golzari, M., Rahemi, M., Hassani, D., Vahdati, K., Mohamadi, N. (2013). Investigating adoption component of agricultural organic products from the viewpoints of consumers (A case study in Karaj County). *Food Science and Technology*, 10 (38), 33-43 [In Persian].
- [28] Bannon, C.D., Craske, J.D., Hai, N.T., Hai, N.L., Happer, N.L., O'Rourke, K.L. (1982). Analysis of Fatty Acid Methyl esters with High Accuracy and Reliability: Methylation of Fats and Oils with Boron Trifluoride-Methanol. *Journal of Chromatography A*, 247, 63-69.
- [29] Gonzalez, S., Duncan, S. E., O'Keefe, S. F., Sumner, S. S., Herbein, J. H. (2003). Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 70-77.
- [30] Chapman, H. D., Pratt, P.F. (1982). *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters*. Division of Agriculture, University of California, Berkeley, CA. 4034p.
- [31] Mohamadpour, N. (2018). Study of genetic diversity of some almond genotypes using monounsaturated fatty acids and carbohydrates for reducing raised levels of plasma cholesterol in man. *The American journal of clinical nutrition*, 47(6), 965-969.
- [11] Bonvehi, J. S., Coll, F. V. (1993). Oil content, stability and fatty acid composition of the main varieties of Catalonian hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 48(3), 237-241.
- [12] Okay, Y. (2002). The composition of some pistachio cultivars regarding their fat, fatty acids and protein content. *Gartenbauwissenschaft*, 67(3), 107-113.
- [13] Venkatachalam, M., Sathe, S. K. (2006). Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(13), 4705-4714.
- [14] Dogan, M., Akgul, A. (2005). Fatty acid composition of some walnut (*Juglans regia* L.) cultivars from east Anatolia. *Grasas y aceites*, 56(4), 328-331.
- [15] Soler, L., Canellas, J., Saura-Calixto, F. (1988). Oil content and fatty acid composition of developing almond seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(4), 695-697.
- [16] Jaceldo-Siegl, K., Sabaté, J., Batech, M., Fraser, G. E. (2011). Influence of body mass index and serum lipids on the cholesterol-lowering effects of almonds in free-living individuals. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21, S7-S13.
- [17] Piccirillo, P., Fasano, P., Mita, G., De Paolis, A., Santino, A. (2004, November). Exploring the role of lipoxygenases on walnut quality and shelf-life. In *V International Walnut Symposium*, 705, 543-545.
- [18] Neamtu, G., Campeanu, Gh., Socaciu, C. (1995). Mineral Metabolism (*Metabolismul mineral*), p. 243-271. In: *Biochimie vegetala*. (Eds.). Did. Ped. Bucuresti.
- [19] Vallee, B. L., Falchuk, K. H. (1993). The biochemical basis of zinc physiology. *Physiological reviews*, 73(1), 79-118.
- [20] Xu, Z., Yoon, J., Spring, D. R. (2010). Fluorescent chemosensors for Zn<sup>2+</sup>. *Chemical Society Reviews*, 39(6), 1996-2006.
- [21] Ding, Y., Luo, Y., Fu, J. (2014). Effects of Mn (II) on peroxynitrite nitrifying fibrinogen. *Bio-medical materials and engineering*, 24(1), 901-907.

- defence against viruses. *Nature*, 411(6839), 834-842.
- [40] Jaceldo-Siegl, K., Sabaté, J., Batech, M., Fraser, G. E. (2011). Influence of body mass index and serum lipids on the cholesterol-lowering effects of almonds in free-living individuals. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21, S7-S13.
- [41] Piravi-Vanak, Z., Ghasemi, J. B., Ghavami, M., Ezzatpanah, H., Zolfonoun, E. (2012). The influence of growing region on fatty acids and sterol composition of Iranian olive oils by unsupervised clustering methods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(3), 371-378.
- [42] Rasouli, M., Imani, A. (2016). Effect of supplementary pollination by different pollinizers on fruit set and nut physicochemical traits of 'Supernova', a self-compatible almond. *Fruits*, 71(5), 299-306.
- [43] Ak, B. E., Kaska, N. (1998). Determination of viability and germination rates of pistacia spp. Pollen kept for artificial pollination. *Acta Horticulturae*, 470, 300-306.
- [44] Agar, I. T., Kafkas, S., Kaska, N. (1997, August). Lipid characteristics of Turkish and Iranian pistachio kernels. In II International Symposium on Pistachios and Almonds, 470, 378-386.
- [45] Edlund, A. F., Swanson, R., & Preuss, D. (2004). Pollen and stigma structure and function: the role of diversity in pollination. *The Plant Cell*, 16(suppl 1), S84-S97.
- [46] Letchworth, M. B., Lambert, R. J. (1998). Pollen parent effects on oil, protein, and starch concentration in maize kernels. *Crop Science*, 38(2), 363-367.
- [47] Lambert, R. J., Alexander, D. E., Han, Z. J. (1998). A high oil pollinator enhancement of kernel oil and effects on grain yields of maize hybrids. *Agronomy Journal*, 90(2), 211-215.
- [48] Aslan, M., Orhan, I., Şener, B. (2002). Comparison of the seed oils of Pistacia vera L. of different origins with respect to fatty acids. *International journal of food science & technology*, 37(3), 333-335.
- [49] Çağlarımak, N. (2003). Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). *Food/Nahrung*, 47(1), 28-32.
- morphological markers and pollination of Shahrood12 as seed parent with selective pollinizer in condition of Kermanshah, Malayer University, 110p.
- [32] Wallace, H. M. (2003). Genetic and environmental control of quality in subtropical fruit and nut crops. XXVth International horticulture symposium on citrus and other subtropical and tropical fruit crops, 1120 – 1140.
- [33] Rasouli, M., Fattahi Moghadam, M., Zamani, Z., Imani, A., Ebadi, A. (2012). A Study of the Phenotypic Diversity of some Almond Cultivars and Genotypes, using Morphological Traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 43(4), 357-370 [In Persian].
- [34] Momenpour, A., Ebadi, A., Imani, A., Javanmard, T. (2011). Determination and evaluation of superior self-compatible almond genotypes resulting from crosses between "Touno" and "Ferragnes" in Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 6(26), 5680-5693.
- [35] Afshari, H., Talaei, A.R. and Sadeghi, Gh. (2009) "A study of some of the components in the pistachia nut and the effect of pollen grains on quantitative and qualitative traits of them", *Journal of horticulture science*, 22(2), 13-24 [In Persian].
- [36] Kodad, O., Alonso, J. M., Espiau, M. T., Estopañán, G., Juan, T. (2011). Chemometric characterization of almond germplasm: compositional aspects involved in quality and breeding. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(4), 273-281.
- [37] Moayedi, A., Rezaei, K., Moini, S., Keshavarz, B. (2011). Chemical compositions of oils from several wild almond species. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(4), 503-508.
- [38] Amaral, J. S., Casal, S., Pereira, J. A., Seabra, R. M., Oliveira, B. P. (2003). Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnuts (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), 7698-7702.
- [39] Waterhouse, P. M., Wang, M. B., Lough, T. (2001). Gene silencing as an adaptive





## The effect of pollen type on the morphological traits, level of fatty acids, oils and some progeny elements from a controlled cross of almond cultivar Shahrood 12

Jafari Taeme, A.<sup>1</sup>, Rasouli, M.<sup>2\*</sup>, Rahmati Joneidabad, M.<sup>3</sup>

1. MSc. student of Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Associate Professor of Horticulture Science and Landscape Department, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran.
3. Assistant Professor of Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2020/05/16  
Accepted 2021/06/19

#### Keywords:

Fatty acids,  
Oleic Acid,  
Almond,  
Oil percentage,  
Controlled pollination.

DOI: 10.52547/fst.18.08.23

\*Corresponding Author E-Mail:  
mousarasouli@gmail.com

Almond (*Prunus dulcis* L.) is one of the most important nut fruits and products, which is commercially grown in vast areas of the world. Almond kernel contains valuable compounds including vitamins, carbohydrates (fiber and soluble sugars), protein, fatty acids and mineral salts. Considering the importance of fatty acids in almonds, this study investigated the fatty acid content of pollen and seed parents and offspring of Shahrood 12 with selective pollinizers using Gas chromatography (GC). Also oil extraction by Soxhlet Elements were measured by atomic absorption method in parents and progeny of crosses. Some quantitative and qualitative traits related to dried fruit and almond kernels were also analyzed. The results showed that the highest amount of kernels weight in progeny obtained from crosses was related to free pollination. The results showed that the highest amount of oleic acid (18: 1) and linoleic acid (18: 2) was observed in MSK84 (75.51%) and shahrood14 (19.20%) pollinizers, respectively. Also, the highest amount of oleic acid with 72% was obtained in the offspring of Shahrood 12 (♀) × Shahrood 14 (♂). The maximum amount of linoleic acid was obtained with 18.40% in the offspring resulting from Shahrood 12 (♀) × MSK84 (♂). On the other hand, the highest amount of palmitic acid (9.5%) was found in the progeny obtained from open pollination of Shahrood 12. These three types of fatty acids have the highest percentage among the seven fatty acids measured in the almond kernel. The highest amount of oil was obtained in progeny of mother Shahrood 12 with 54.42% MSK82 and 38.32% in MSK83 also The results showed that among the different genotypes Rate of oil (38.32-54.42%), Iron (85.48-138.53 mg / 1000 g), Copper (20.32-47.48 mg / 1000 g), Manganese (18.04 -44.67 mg / 1000 g).