



تاثیر برخی ژنوتیپ های برترگرده زا بر میزان روغن، اسید چرب و عناصر میوه والدین مادری

MSG<sub>15</sub>، MKG<sub>23</sub> و MKG<sub>24</sub> گردو

موسی رسولی<sup>۱\*</sup>، بهمن ارشادی قره لر<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله :	گردو بدلیل داشتن اسیدهای چرب غیراشباع بعنوان یکی از مهمترین خشک میوه ها از نظر ارزش غذایی مطرح میباشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی ترکیبات سودمند از قبیل روغن، پروتئین، ترکیبات اسیدهای چرب و برخی از عناصر معدنی در میوه گردو است. در تحقیق حاضر برخی ژنوتیپ های برتر گردو ( <i>Juglans regia L.</i> ) شامل ژنوتیپ های والدین مادری (MSG <sub>15</sub> ، MKG <sub>23</sub> و MKG <sub>24</sub> ) با والدین پدری (MSG <sub>15</sub> ، MKG <sub>4</sub> ، MKG <sub>5</sub> ، MKG <sub>10</sub> ، MKG <sub>13</sub> و MKG <sub>14</sub> ) گرده افشانی و میزان پروتئین، روغن، اسیدهای چرب، آهن، منیزیم، منگنز، سدیم و پتاسیم در میوه حاصل از تلاقی آنها اندازه گیری شد. نتایج این مطالعه نشان داد بیشترین مقدار لینولئیک اسید در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MSG <sub>15</sub> با والد پدری MKG <sub>24</sub> به میزان ۵۷/۴۲ و کمترین مقدار در والد پدری MKG <sub>10</sub> به میزان ۴۷/۱۱ درصد مشاهده شد. همچنین بیشترین مقدار اولئیک اسید در والد پدری MKG <sub>10</sub> به میزان ۲۷/۳۳ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG <sub>15</sub> با والد پدری MKG <sub>24</sub> به میزان ۱۹/۷۸ درصد مشاهده گردید. بیشترین مقدار لینولئیک اسید در والد پدری MKG <sub>10</sub> به میزان ۱۹/۳۰ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی MKG <sub>24</sub> به عنوان والد مادری با گرده خودی به میزان ۱۳/۸۸ درصد حاصل شد. همچنین حداکثر مقدار پالمیتیک اسید در تلاقی والد مادری MKG <sub>24</sub> با گرده خودی به میزان ۵/۸۰ و کمترین مقدار در والد پدری MKG <sub>10</sub> به میزان ۳/۳۰ درصد بود. بالاترین میزان استتاریک اسید در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG <sub>24</sub> با گرده خودی به میزان ۳/۱۱ و کمترین مقدار در والد پدری MKG <sub>5</sub> و نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG <sub>23</sub> با والد پدری MKG <sub>5</sub> به میزان ۱/۲۷ درصد مشاهده شد.
کلمات کلیدی: گردو، درصد روغن مغز، پروتئین، اسید های چرب، لینولئیک اسید، عناصر میوه.	
DOI: 10.52547/fsct.19.122.349 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.4.7	
*مسئول مکاتبات: mousarasouli@gmail.com	

## ۱- مقدمه

گردو گیاهی از خانواده Juglandaceae می باشد. جنس *Juglans* دارای ۲۱ گونه بوده که همگی خوراکی بوده و در بین این گونه ها، گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) از نظر تولید دانه خوراکی به عنوان بهترین گردو شناخته شده است و در سطح وسیعی در نقاط مختلف دنیا کشت می شود [۱]. این گونه قادر به رشد در عرض های جغرافیایی ۱۰ تا ۵۰ درجه شمالی بوده و از نظر جنگلداری دارای ارزش بالایی به لحاظ تولید دانه خوراکی و نیز به عنوان یک درخت جنگلی دارای چوب باارزشی می باشد [۲]. در بین کشورهای جهان، چین به تنهایی ۴۴/۹ درصد گردوی جهان را تولید می کند و رتبه اول را داراست. ایران از نظر سطح زیر کشت گردو (۱۵۷ هزار هکتار) در جهان مقام دوم و از نظر تولید مقام سوم جهان را پس از چین و آمریکا به خود اختصاص داده است. متوسط عملکرد گردو در ایران حدود ۱/۵ تا ۲/۵ تن در هکتار است و تولید کل گردو در ایران ۳ میلیون تن می باشد [۳]. دانه های روغنی، به دلیل داشتن میزان متفاوتی از انواع اسیدهای چرب، ارزش تجاری متفاوتی پیدا می کنند [۴]. از نظر تغذیه ای مغز گردو بسیار مغذی است و بسته به رقم ترکیب آن متفاوت است [۵]. در اکثر ارقام مغز گردو حدود ۶۰ درصد روغن دارد [۶] این مقدار از ۷۰-۵۲ درصد چربی بسته به رقم و منطقه متغیر است [۷]. لینولینیک اسید (امگا ۳) یک اسیدچرب ضروری است که بدن قادر به سنتز آن نمیباشد و همواره باید همراه با مواد غذایی وارد بدن شود [۸]. لینولینیک اسید (امگا ۶) نیز در رژیم های غذایی بسیار ضروری است [۸]. آگاهی از ترکیبات شیمیایی مغز گردو نه تنها از نظر ارزیابی کیفیت تغذیه ای و تجاری آنها اهمیت دارد، بلکه ضرورت مصرف گردو را آشکار می سازد [۹] گردو حاوی بیوتین (ویتامین B۷) می باشد که در تقویت مو، کاهش ریزش مو و بهبود رشد مو به حد معینی کمک می کند. همچنین در میان تمام گیاهان و آجیل، گردو حاوی بالاترین میزان آنتی اکسیدان (در ۱۰۰ گرم مغز گردو حدود ۲۰ مول آنتی اکسیدان) را دارا می باشد که برای از بین بردن رادیکال های آزاد و همچنین در کنترل بیماری های قلبی موثر است. میوه گردو دارای اسید چرب امگا ۳ می باشد که باعث کاهش کلسترول بد (LDL) و تولید کلسترول

خوب (HDL) می باشد. همچنین گزارش شده است زنانی که حدود ۲۸ گرم گردو دو بار در هفته مصرف کرده اند احتمال ۲۴ درصد، کمتر به دیابت نوع ۲ دچار بوده اند [۱۰].

انسان حدود ۳۰۰ میلی گرم منیزیم در روز نیاز دارد [۱۱]. مس یک عنصر پویا، ضد عفونی، ضد ویروسی، ضد التهابی است. روزانه مقدار مورد نیاز مس برای بزرگسالان ۲/۵ میلی گرم است [۱۱]. بعد از آهن در بدن انسان، دومین و فراوانترین یون فلز انتقالی عنصر روی می باشد [۱۲]. فاکتور ضروری در بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی مانند عملکرد مغز و آسیب شناسی، رونویسی ژن، ایمنی عملکرد و تولید مثل پستانداران دخالت دارد [۱۳]. منگنز نقش مهم فیزیولوژیکی در سیستم عصبی دارد [۱۴] که با مصرف مغز گردو به طور روزانه مقداری از نیاز بدن به عناصر ذکر شده تامین می گردد.

روغن غنی از اسید اولئیک دارای پایداری اکسیداتیوی بیشتری می باشد، بنابراین می تواند به طور گسترده ای به عنوان سرخ کردن روغن استفاده شود. بر اساس تحقیقات انجام شده مشخص شد که آن شامل گلو تالین (۷۰٪) آلومین (۷٪) همراه با مقادیر کمتر گلوبولین ها (۱۸٪) و پرولامین ها (۵٪) است [۱۶]. پتاسیم سومین و فراوان ترین مواد معدنی می باشد که در بدن انسان به عنوان یک الکترولیت عمل می کند. این مواد معدنی برای حفظ قلب، مغز، کلیه، عضله مورد نیاز است [۱۷]. مزایای سلامتی گردو شامل کاهش کلسترول، کاهش التهاب و بهبود عملکرد شریانی می باشد [۱۸ و ۱۹]. مغز گردو برای درمان بیماری های التهابی روده و همچنین برای درمان دیابت و آسم در طب سنتی استفاده می شود [۲۱، ۲۲].

پژوهش چندانی در مورد تأثیر دانه گرده رقم های مختلف گردو بر کیفیت مغز و میزان اسید های چرب والد مادری و یا رقم تولید کننده میوه به صورت گرده افشانی آزاد صورت نگرفته است. برخی از پژوهش های صورت گرفته خصوصیات مغز گردو، میزان پروتئین و روغن و همچنین برخی عناصر را در ژنوتیپ های مختلف گزارش کرده اند [۲۳]. در مورد برخی از خشک میوه ها تحقیقات صورت گرفته نشان داده است که منبع دانه گرده می تواند بر درصد تشکیل میوه، کیفیت مغز و میزان اسید های چرب نتاج موثر باشد.

MKG<sub>23</sub> و MKG<sub>24</sub> بود. بکارگیری نتایج حاصل از این بررسی در معرفی ژنوتیپ های مناسب در رژیم غذایی از اهداف دیگر این پژوهش بود.

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- محل انجام آزمایش

این تحقیق در سال های ۱۳۹۶-۱۳۹۴ در باغ تحقیقاتی دانشگاه ملایر واقع در استان همدان اجرا شد. این باغ در ۲۵ کیلومتری ملایر واقع در جاده ملایر- بروجرد با موقعیت طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۲۵ متر و متوسط بارندگی ۲۴۲ میلی متر در سال می باشد.

### ۲-۲- انتخاب ارقام گرده زا

پس از بررسی های لازم و با در نظر گرفتن کیفیت محصول، وزن میوه، همپوشانی از نظر گلدهی و رعایت سایر موارد ژنوتیپ هایی که به عنوان والد مادری و والد پدری بودند در سه گروه قرار گرفتند. ترکیب تلاقی های گروه یک شامل ژنوتیپ MSG<sub>15</sub> به عنوان والد مادری و ژنوتیپ های MKG<sub>4</sub>، MKG<sub>5</sub>، MKG<sub>10</sub>، MKG<sub>13</sub>، MKG<sub>14</sub>، MSG<sub>15</sub>، MKG<sub>23</sub> و MKG<sub>24</sub> به عنوان والدین پدری، تلاقی های گروه دوم شامل ژنوتیپ MKG<sub>23</sub> به عنوان والد مادری و ژنوتیپ های MKG<sub>4</sub>، MKG<sub>5</sub>، MKG<sub>10</sub>، MKG<sub>13</sub>، MKG<sub>14</sub>، MSG<sub>15</sub>، MKG<sub>23</sub> و MKG<sub>24</sub> به عنوان والدین پدری و تلاقی های گروه سوم شامل ژنوتیپ MKG<sub>24</sub> به عنوان والد مادری و ژنوتیپ های MKG<sub>4</sub>، MKG<sub>5</sub>، MKG<sub>10</sub>، MKG<sub>13</sub>، MKG<sub>14</sub>، MSG<sub>15</sub>، MKG<sub>23</sub> و MKG<sub>24</sub> به عنوان والدین پدری در نظر گرفته شدند.

### ۲-۳- نحوه تهیه دانه گرده

جمع آوری شاتونهای ارقام قبل از باز شدن بساکها انجام گرفت. پس از برداشت، شاتونها آنها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، روی کاغذ پهن شدند تا دانه های گرده آنها آزاد شوند. سپس دانه های گرده جمع آوری شدند و تا زمان گرده افشانی، دور از

جعفری طائمه و همکاران (۱۴۰۰) اثر نوع دانه گرده بر صفات مورفولوژیکی، میزان روغن، اسیدهای چرب و برخی عناصر نتایج حاصل از تلاقی کنترل شده بادام رقم شاهرود ۱۲ را مورد بررسی قرار دادند [۲۴]. نتایج آنها نشان داد که بالاترین میزان وزن مغز در نتایج حاصل از تلاقی های انجام شده، مربوط به گرده افشانی 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 نتایج حاصل از تلاقی والد مادری شاهرود ۱۲ با والد پدری شاهرود ۱۴ به میزان ۷۲٪ به دست آمد [۲۴]. همچنین نتایج به دست آمده نشان داد که در بین والدین و نتایج حاصل از تلاقی ها میزان عناصر آهن (۱۳۸/۵۳-۸۵/۴۸ میلی گرم در ۱۰۰۰ گرم)، مس (۴۷/۴۸-۲۰/۳۲ میلی گرم در ۱۰۰۰ گرم) و منگنز (۴۴/۶۷-۱۸/۰۴ میلی گرم در ۱۰۰۰ گرم) بودند [۲۴]. در تحقیقی نتایج استفاده از دانه گرده ارقام مختلف فندق در شرایط گرده افشانی کنترل شده نشان داد که نوع دانه گرده بر میزان نهایی میوه تشکیل شده، اندازه مغز، درصد مغز و اندازه خشک میوه موثر بوده و می تواند به کاهش پوکی میوه نیز منجر شود و به طور کلی منبع گرده در فندق بر میوه و کیفیت آن تاثیر گذار می باشد [۲۵].

برخی تحقیقات نشان دادند که دانه گرده فقط روی جنین اثر میگذارد [۲۶]. در آزمایش دیگر، مشخص شد که دگرگشتی در بادام میزان روغن مغز را نسبت به خودگشتی افزایش می دهد [۲۶]. در پژوهشی تأثیر زنی و متازنی را در رقم تجاری پسته (اوحدی، کله قوچی و ممتاز) بررسی نمودند. نتایج نشان داد گرده های گونه بنه و آنتالیکا رشد مغز میوه و درصد میوه های خندان را کاهش داد در حالی که گرده ارقام ممتاز و سلطانی از گونه های اهلی پسته اندازه و تعداد میوه های خندان را افزایش داد. تأثیر والد گرده دهنده (زنی) بر مغز و خصوصیات چندین نوع میوه نظیر بادام، شاه بلوط و پکان نیز دیده شده است [۲۷]. با توجه به اینکه در ایران تاثیر منبع دانه گرده بر کیفیت و مغز و ترکیبات اسید چرب مغز گردو تحقیقات چندانی صورت نگرفته است، هدف از انجام این تحقیق تاثیر دانه گرده ژنوتیپ های برتر گردو به عنوان والد پدری بر ترکیب اسیدهای چرب، روغن، پروتئین و برخی از عناصر معدنی میوه والدین مادری MSG<sub>15</sub>،

نور، در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند [۲۷].

## ۲-۴- نحوه اعمال تیمارهای گرده افشانی

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 والدین مادری (MSG<sub>15</sub>, MKG<sub>23</sub>) و (MKG<sub>24</sub>) به عنوان گیرنده دانه گرده انتخاب شد. روی یک درخت والد مادری سه شاخه در جهت های مختلف برای گرده افشانی با دانه گرده هر والد پدری انتخاب شد به طوری که تمام تیمارهای گرده افشانی روی تک درخت والد مادری اعمال شدند. با توجه به اینکه والدین مادری انتخاب شده درختان ۳۰ ساله، تنومند و قوی بودند و شاخه به اندازه کافی داشتند و از طرفی هنوز رقم شناخته شده نیستند تنها یک درخت برای هر والد مادری انتخاب و گرده افشانی کنترل شده با گرده زا های انتخاب روی آنها انجام گرفت. برای جلوگیری از گرده افشانی آزاد، شاخه های مورد نظر قبل از باز شدن گلها بوسیله کیسه‌های پارچه ای ململ و پاکت های مخصوص به ابعاد ۵۰×۷۰ سانتی متری 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 [۲۷]. برای اطمینان، گرده افشانی مجدد گل‌های شکفته شده درون کیسه با دانه گرده مورد نظر انجام گرفت. در تمام مراحل گرده‌افشانی، ضدعفونی دست‌ها و وسایل بوسیله الکل اتیلیک انجام گردید تا از آلودگی دانه گرده جلوگیری شود. میوه ها پس از رسیدن برداشت و خشک شدند و برای اندازه گیری چربی، پروتئین، تعیین درصد اسیدهای چرب و برخی از عناصر از قبیل (روی، آهن، منگنز، بر، سدیم، پتاسیم و فسفر) انتخاب شد. سپس اطلاعات جمع‌آوری شده وارد نرم افزار Excel شده و با نرم افزار SAS (Version 9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین مقایسه میانگین

داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام شد.

## ۲-۵- بررسی خصوصیات بیوشیمیایی نتاج گردوی حاصل از تلاقی های کنترل شده

### ۲-۵-۱- تعیین اسیدهای چرب

در نتاج حاصل از تلاقی های کنترل شده و والدین آنها اسید چرب شامل لینولنیک، لینولنیک، اولئیک، استئاریک و پالمیتیک اسید اندازه گیری شد. برای جدا سازی چربی از محصول، مخلوطی از محلول دی اتیل اتر (۲:۱) و اتر نفت اضافه و مخلوط شد این فاز به آرامی جدا شده و حلال‌های فوق در دستگاه‌های تبخیرکننده چرخشی، 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 اسید سولفوریک، اسیدی شد. اسیدهای چرب با اضافه کردن دی اتیل اتر و به وسیله اضافه نمودن تری فلور و متانول ۱۴ درصد به صورت متیله در آمدند و با قیف جدا کننده پس از اضافه نمودن مجدد دی اتیل اتر جدا شدند. بخش جدا شده با آب شستشو شد و رطوبت آن با تبخیر حذف شد [۲۸].

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

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

#### ۲-۵-۳- تعیین درصد پروتئین خام

به منظور اندازه‌گیری میزان پروتئین نمونه‌ها از روش کجلدال (مدل V50 و شرکت سازنده Bakhshi، کشور ایران) به روش گلزاری و همکاران استفاده شد [۲۷].

#### ۲-۵-۴- استخراج روغن به وسیله دستگاه سوکسله

برای اندازه‌گیری میزان روغن نمونه‌ها از دستگاه سوکسله (مدل دستگاه SX100-G، شرکت سازنده Bakhshi، کشور ایران) به روش گلزاری و همکاران استفاده شد [۲۷]. در این روش ابتدا کارتوش تمیزی در آن خشک شد. سپس به دقت آن را توزین کرده و حدود ۳ گرم از نمونه‌ی مغز گردوی 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 اتر دویپترول 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 به میزان ۶۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دید. در اثر این حرارت اتر دویپترول 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 به مدت 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 اثر 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].

$$100 \times (\text{وزن نمونه/وزن چربی}) = \text{درصد چربی} : (\text{رابطه ۱})$$

#### ۲-۵-۵- سنجش روی، آهن، منگنز و بر

برای اندازه‌گیری میزان روی، آهن، منگنز و بر از دستگاه جذب اتمی (مدل S - ConterAA 700 ساخت کشور Anlytik Jena آلمان) به روش شامپان و همکاران 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 سانتی‌گراد در کوره الکتریکی به خاکستر تبدیل شد و به هر نمونه ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه شد. با حرارت دادن ملایم کروزه روی حمام بن ماری مواد خاکستر شده در اسید حل شدند و محلول تهیه شده از کاغذ صافی عبور داده شد. عصاره در بالن ژورنه جمع‌آوری و حجم نهایی عصاره با اضافه کردن آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد [۳۰].

#### ۲-۵-۶- سنجش سدیم و پتاسیم

برای اندازه‌گیری میزان سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتری (JENWAY، ساخت کشور انگلستان) به روش هامادا و الن استفاده استفاده شد [۳۱]. مقدار ۵ گرم از هر نمونه خشک گیاه را داخل کروزه چینی قرار داده و به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی به خاکستر تبدیل شد و بدین ترتیب نمونه‌ها جهت انجام مراحل بعدی کار آماده گردیدند. از هر نمونه ۰/۱ گرم از نمونه آسیاب شده را توزین و درون لوله آزمایش قرار داده شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال ۰/۱ نرمال روی هر یک از نمونه‌ها ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه نگهداری گردید. پس از ۲۴ ساعت نمونه‌ها را به مدت ۲ ساعت درون بن ماری (حمام آب گرم) با دمای حدود ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از طی ۲ ساعت نمونه‌ها را از بن ماری خارج نموده و از قیف و کاغذ صافی واتمن ۴۱ عبور داده شد. عصاره حاصل آماده برای خواندن در دستگاه فلیم فتومتری<sup>۱</sup> گردید. حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه قبل از قرائت، دستگاه فلیم فتومتر را روشن شد تا کاملاً گرم شود [۳۲].

#### ۲-۵-۷- سنجش فسفر

میزان فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (یونیکو ۲۱۰۰ UV, vis) و مطابق روش کاباس و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد [۳۲]. مقدار ۵ گرم از هر نمونه خشک گیاه را داخل کروزه چینی قرار داده و به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی به خاکستر تبدیل شد سپس نیم گرم از خاکستر را وزن نموده و اسید کلریک ۲ نرمال به آنها اضافه شد و به مدت

1. Flame photometry

۲۰ دقیقه در داخل بن ماری قرار گرفت تا کاملاً حل شود و سپس از قیف و کاغذ صافی واتمن ۴۱ عبور داده شد و برای هر نمونه ۲۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه گردید. عصاره حاصل آماده برای خواندن در دستگاه اسپکتروفتومتری (یونیکو ۲۱۰۰ uv, vis) در طول موج ۷۲۵ مورد سنجش قرار گرفت [۳۲].

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- بررسی ویژگی های بیوشیمیایی والدین و نتایج حاصل از تلاقی های کنترل شده میزان ترکیبات اسید چرب، روغن، پروتئین و برخی از عناصر معدنی در والدین و نتایج حاصل از دگرگرده افشانی در والد مادری $MSG_{15}$

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین تیمارهای مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ از نظر تأثیر دانه گرده بر میزان ترکیبات اسید چرب، روغن، پروتئین، آهن، منیزیم، منگنز، روی، سدیم، پتاسیم و فسفر وجود داشت (جدول ۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد لینولئیک اسید (۱۸:۲) اسید غالب در روغن گردو می‌باشد. بیشترین مقدار لینولئیک اسید (۱۸:۲) در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{24}$  به میزان ۵۷/۴۲ و کمترین مقدار در والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۴۷/۱۱ درصد مشاهده شد. همچنین بیشترین مقدار اولئیک اسید (۱۸:۱) در والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۲۷/۳۳ و کمترین مقدار مربوط به نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{24}$  به میزان ۱۹/۷۸ درصد مشاهده گردید. بیشترین مقدار لینولئیک اسید (۱۸:۳) در والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۱۹/۳۰ و کمترین مقدار در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{23}$  به میزان ۱۳/۹۱ درصد بود. همچنین بیشترین مقدار پالمیتیک اسید (۱۶:۰) در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{24}$  به میزان ۵/۷۰ و کمترین مقدار در والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۳/۳۰ درصد مشاهده شد. استتاریک اسید

کمترین میزان را در بین سایر اسیدهای چرب دارا بود. بیشترین مقدار استتاریک اسید در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{24}$  به میزان ۲/۸۱ و کمترین مقدار در والد  $MKG_{23}$  به میزان ۱/۴۷ درصد بود (جدول ۲). در تحقیق قاسمی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که اسید چرب غالب در روغن گردو لینولئیک اسید و پس از آن اولئیک، لینولنیک، پالمیتیک و استتاریک اسید است و با نتایج به دست آمده در بررسی ترکیب اسیدهای چرب برخی از ژنوتیپ های انتخابی گردو استان مرکزی مطابقت داشت [۳۳]. در حالی که، نتایج تحقیق به دست آمده برای ارقام گردو شامل: هارتلی، پدرو،  $Z_{60}$ ،  $Z_{30}$  و  $Z_{63}$  در پژوهش های پیشین نشان دادند که لینولئیک اسید، اسید چرب غالب و پس از آن لینولنیک، اولئیک، پالمیتیک و استتاریک اسید است که با نتایج این پژوهش تفاوت داشت [۳۱]. بیشترین مقدار روغن در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_5$  به میزان ۷۲/۹۹ و کمترین مقدار در والد پدری  $MKG_{13}$  به میزان ۵۰/۰۱ درصد مشاهده شد (جدول ۲). تعیین ترکیب اسید استرول و اسید چرب، پایداری اکسیداتیو و ارزش غذایی ۶ رقم گردو (*Juglans regia* L.) شامل *Parisienne*، *Mayette*، *Marbot*، *Franquette*، *Lara* و *Mellanaise* که در پرتغال مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که چربی جزء غالب آن است که از ۶۲/۳ درصد به ۶۶/۵ درصد می‌باشد [۳۴].

بیشترین مقدار پروتئین در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با گرده افشانی آزاد به میزان ۲۰/۰۱ و کمترین مقدار مربوط به نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_4$  به میزان ۱۲/۹۳ درصد مشاهده گردید (جدول ۲). در تجزیه و تحلیل شیمیایی مغز گردو توسط کاکلاریماک (۲۰۱۳) نتایج نشان داد ترکیب های پروتئین ۱۳/۷۷ درصد، چربی ۶۲/۸۴ درصد، کربوهیدرات ۱۸/۶۷ درصد، خاکستر ۱/۸۱ درصد و رطوبت ۲/۹۸ درصد بود [۳۵]. بیشترین مقدار آهن در والد پدری  $MKG_{24}$  به میزان ۳/۴۳ و کمترین مقدار در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_5$  به میزان ۱/۱۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۲). حداکثر مقدار منیزیم در نتایج حاصل از تلاقی  $MSG_{15}$  به عنوان والد مادری با والد پدری  $MKG_{13}$  به میزان ۱۸۵ و کمترین مقدار در والد

پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۱۱۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده شد (جدول ۲).  
 بیشترین مقدار منگنز در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با گرده افشانی آزاد به میزان ۳/۸۹ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۲/۰۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده گردید (جدول ۲). بر اساس یافته های زاهی و همکاران (۲۰۱۴) مقدار منگنز در برخی از ارقام 'J. regia', 'SX13', 'SAK002' از 'J. regia' و 'Y075' از 'Jsigillata' به ترتیب ۱۷/۱۲، ۵/۴۷، ۲۴/۵۱ و ۸/۱۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود [۳۶].

بیشترین مقدار روی در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_4$  به میزان ۳/۰۲ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی  $MSG_{15}$  به عنوان والد مادری با والد پدری  $MKG_{23}$  به میزان ۱/۲۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده شد (جدول ۲).

بیشترین مقدار سدیم در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{14}$  به میزان ۲/۵۰۰ و کمترین مقدار مربوط به نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{24}$  به میزان ۱/۲۶۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده گردید (جدول ۲).

بیشترین مقدار پتاسیم در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_5$  به میزان ۴۹۸ و کمترین مقدار در والد پدری  $MKG_4$  با میزان ۴۱۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۲). مقدار فسفر در نتاج حاصل از تلاقی  $MSG_{15}$  به عنوان والد مادری با گرده افشانی آزاد به میزان ۳۴۶ بیشتر از سایر تلاقی ها بود و از طرفی میزان فسفر نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MSG_{15}$  با والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۲۴۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم کمتر از سایر تلاقی ها بود (جدول ۲).

تحقیق در مورد ترکیبات معدنی در ژنوتیپ های گردو (*Sebin-Type-I*، *Tozam Karabudur*، *Korcegoz*، *Güvenli*) که در ترکیه کشت می شود، متوسط محتوای مواد معدنی شامل فسفر (۳۱۶/۰ mg/100g)، پتاسیم (۲۷۰/۰ mg/100g)، کلسیم (۸۵/۰ mg/100g)، منیزیم (۹۰/۰ mg/100g)، روی (۲/۰۱ mg/100g)، منگنز (۲/۴۶ mg/100g)، مس

پدری (۱/۰۱ mg/100g)، آهن (۲/۹۰ mg/100g) و بور (۱/۰۳ mg/100g) بود [۳۵]. همچنین در یک تحقیق دیگر توسط لاوریدین و همکاران (۲۰۰۰) مشخص شد ترکیبات با ارزش در هسته گردو که ۵ نوع مواد معدنی (Ca, Mg, P, K) و Mn) در ارقام "فرانکوت" و "هارتلی" اختلاف معنی داری با توجه به عوامل شرایط رشد و شرایط آب و هوایی وجود داشت [۳۷].

۲-۳- میزان ترکیبات اسید چرب، روغن، پروتئین و برخی از عناصر معدنی در والدین و نتاج حاصل از دگرگرده افشانی والد مادری

### MKG<sub>23</sub>

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد بین تیمارهای مختلف مورد بررسی اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ از نظر تأثیر دانه گرده بر میزان ترکیبات اسید چرب، روغن، پروتئین، آهن، منیزیم، منگنز، روی، سدیم، پتاسیم و فسفر وجود داشت (جدول ۱). بیشترین مقدار لینولئیک اسید (۱۸:۲) در نتاج حاصل از تلاقی  $MKG_{23}$  به عنوان والد مادری با والد پدری  $MKG_{13}$  با میزان ۵۵/۸۸ و کمترین مقدار در والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۴۷/۱۱ درصد مشاهده شد. همچنین بیشترین مقدار اولئیک اسید (۱۸:۱) در والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۲۷/۳۳ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MKG_{23}$  با والد پدری  $MKG_{13}$  به میزان ۲۰/۹۲ درصد مشاهده گردید. بیشترین مقدار لینولئیک اسید (۱۸:۳) در والد پدری  $MKG_{10}$  به میزان ۱۹/۳۰ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MKG_{23}$  با والد پدری  $MKG_{13}$  به میزان ۱۴/۴۷ درصد بود. بیشترین مقدار پالمیتیک اسید (۱۶:۰) در تلاقی والد مادری  $MKG_{23}$  با والد پدری  $MKG_{13}$  به میزان ۵/۶۹ و کمترین مقدار در والد پدری  $MKG_{10}$  به مقدار ۳/۳۰ درصد مشاهده شد. استتاریک اسید کمترین میزان را در بین سایر اسیدهای چرب دارا بود. بیشترین مقدار استتاریک اسید در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری  $MKG_{23}$  با والد پدری  $MKG_{15}$  به میزان ۲/۶۰ و کمترین مقدار در والد مادری  $MKG_{23}$  با والد پدری  $MKG_5$  به میزان ۱/۲۷ درصد بود (جدول ۳). نتایج بدست آمده با نتایج مارتینزو همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت [۳۸]. در بررسی دیگری آمارل

گرم مشاهده شد (جدول ۳). حداکثر مقدار منگنز در والد پدری MSG<sub>15</sub> به میزان ۳/۸۹ و کمترین مقدار در والد پدری MKG<sub>24</sub> به میزان ۲/۰۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده گردید (جدول ۳).

بیشترین مقدار روی در والد پدری MSG<sub>15</sub> به میزان ۲/۸۸ و کمترین مقدار در والد مادری MKG<sub>23</sub> به میزان ۱/۳۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و نتایج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>23</sub> با والد پدری MKG<sub>5</sub> به میزان ۱/۳۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۳). بالاترین مقدار سدیم در نتایج حاصل از تلاقی MKG<sub>23</sub> به عنوان والد مادری با والد پدری MSG<sub>15</sub> با میزان ۲/۳۰ و کمترین مقدار در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>23</sub> با والد پدری MKG<sub>24</sub> به میزان ۱/۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین مقدار پتاسیم در والد پدری MSG<sub>15</sub> به میزان ۴۹۳ و کمترین مقدار در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>23</sub> با والدین پدری MKG<sub>4</sub> و MKG<sub>5</sub> به میزان ۴۱۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده گردید (جدول ۳).

حداکثر مقدار فسفر در والد پدری MSG<sub>15</sub> به میزان ۳۴۶ و کمترین مقدار در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>23</sub> با والد پدری MKG<sub>4</sub> به میزان ۲۴۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۳). لاوردین و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که ترکیبات معدنی در دو رقم گردو (Franquet و Hartley) با منشاء فرانسه و کالیفرنیا، سرشار از عناصر مواد معدنی از قبیل (پتاسیم، سدیم، منیزیم) بودند [۳۷]. یافته های آنها نشان داد که گردو غنی از مواد معدنی ارزشمند مانند فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم و روی می باشد [۳۷].

### ۳-۳- تأثیر دانه گرده بر میزان ترکیبات اسید چرب، روغن، پروتئین و برخی از عناصر معدنی در نتایج حاصل از دگرگرده افشانی والد مادری MKG<sub>24</sub> در مقایسه با والدین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین تیمارهای مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ از نظر تأثیر دانه گرده بر میزان ترکیبات اسید چرب، روغن، پروتئین، آهن، منیزیم،

و همکاران (۲۰۰۳) که در کشور پرتغال روی ۶ رقم گردو با نام های *Franquette, Marbot, Mayette, Lara*، *Mellanaise* و *Parisienne* انجام دادند، نیز لینولئیک اسید، اسید غالب بین ارقام بود [۳۴]. کاگلاریماک (۲۰۰۳) تحقیقی که در ترکیه انجام شد، نشان داد درصد لینولئیک و لینولنیک اسید در روغن ژنوتیپ‌های مورد بررسی را پایین تر از گردوهای شرق آناتولیا در ترکیه گزارش کرد، در حالی که میزان اولئیک، پالمیتیک و استئاریک اسید در سطوح بالاتری قرار داشتند [۳۵]. این مطلب تفاوت در میزان اسیدهای چرب در مغز گردوی ژنوتیپ‌های مختلف را تأیید می‌کند. ترکیبات شیمیایی ارقام درخت (*Elit* و *Sejnov, Jupiter*) گردو (*Juglans regia L.*) در صربستان مرکزی شامل رطوبت، محتوای کل روغن، پروتئین خام، خاکستر و کربوهیدرات‌ها تعیین شد. ترکیبات اسید چرب روغن گردو مشخص گردید و نتایج نشان داد که مقدار اسید اولئیک بین ۷/۲۳ تا ۱۵/۷ درصد کل اسیدها بود، در حالیکه مقدار اسید لینولئیک از (۵۷/۲ - ۶۵/۱ درصد) و اسید لینولنیک از (۱/۹ - ۱۳/۶ درصد) بود [۳۹].

بیشترین مقدار روغن در والد پدری MSG<sub>15</sub> با میزان ۷۲/۹۵ درصد و کمترین مقدار در والد پدری MKG<sub>13</sub> به میزان ۵۱/۰۱ درصد مشاهده شد (جدول ۳). درصد روغن گزارش شده در آرژانتین برای ارقام سر، چندلر و لارا به ترتیب ۷۲/۸، ۷۲/۵ و ۷۲/۲ درصد بود [۴۰]. بیشترین مقدار پروتئین در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>23</sub> با والد پدری MKG<sub>10</sub> به میزان ۲۰/۱۲ و کمترین مقدار در والد پدری MKG<sub>4</sub> به میزان ۱۲/۹۳ درصد مشاهده گردید (جدول ۳). تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی در مغز گردو در نیوزیلند و ایالات متحده آمریکا ژنوتیپ های (*Tehama* و *Vina*) و در اروپا (*Esterhazy*، *G120* و *G139*)، نتایج نشان داد که محتوای پروتئین‌ها بین ۱۳/۶ درصد و ۱۸/۱ درصد و محتوای اسیدهای آمینه مشابه بودند [۴۱].

بیشترین مقدار آهن در والد پدری MKG<sub>24</sub> به میزان ۳/۴۳ و کمترین مقدار در نتایج حاصل از تلاقی MKG<sub>23</sub> به عنوان والد مادری با والد پدری MKG<sub>24</sub> به میزان ۱/۱۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۳). همچنین بیشترین مقدار منیزیم در تلاقی والد مادری MKG<sub>23</sub> با والد پدری MKG<sub>10</sub> به میزان ۱۷۳ و کمترین مقدار در والد پدری MKG<sub>10</sub> به مقدار ۱۱۷ میلی گرم در ۱۰۰



بیشترین مقدار آهن در نتاج حاصل از تلاقی MKG<sub>24</sub> به عنوان والد مادری با گرده افشانی آزاد با میزان ۳/۴۳ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با والد پدری MKG<sub>4</sub> با میزان ۱/۱۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۴).

بیشترین مقدار منیزیم در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با والد پدری MKG<sub>14</sub> به میزان ۱۷۵ و کمترین مقدار آن در والد پدری MKG<sub>10</sub> به میزان ۱۱۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین مقدار منگنز در والد پدری MKG<sub>23</sub> با میزان ۳/۸۹ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با والد پدری MKG<sub>14</sub> با مقدار ۲/۰۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده گردید (جدول ۴). حداکثر مقدار روی در والد پدری MKG<sub>23</sub> با میزان ۲/۸۸ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با گرده خودی با میزان ۱/۲۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۴).

بیشترین مقدار سدیم در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با والد پدری MKG<sub>14</sub> به میزان ۲/۴۰ و کمترین مقدار آن در نتاج حاصل از تلاقی MKG<sub>24</sub> به عنوان والد مادری با والد پدری MKG<sub>23</sub> به میزان ۱/۲۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده شد (جدول ۴).

بیشترین مقدار پتاسیم در والد پدری MKG<sub>23</sub> با میزان ۴۹۳ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با والد پدری MKG<sub>4</sub> با مقدار ۴۱۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم مشاهده گردید (جدول ۴).

بیشترین مقدار فسفر در والد پدری MKG<sub>23</sub> به میزان ۳۴۶ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با والد پدری MKG<sub>13</sub> به میزان ۲۳۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۴). تجزیه و تحلیل دوازده ارقام در ایالات متحده (Tehama و Vina)، سه رقم (Esterhazy، G139 و G120) در اروپا و هشت رقم (Dublin's، Rex، Stanley، Meyric، Glory، 150، 151 و 153) از نیوزیلند توسط لادورین و همکاران (۲۰۰۰) مشخص شد که محتوای روغن بین ۶۲/۶٪ تا ۷۰/۳٪ متغیر می باشد و محتوای پروتئین آن بین ۱۳/۶٪ و ۱۸/۱٪، فیبر رژیم غذایی بین ۴/۲ تا ۵/۲ درصد بود، در حالی که محتوای نشاسته بیش از ۲/۸ درصد از باقیمانده از هسته را تشکیل داد [۳۷]. مقدار اسید آمینه گردها بین ارقام

منگنز، روی، سدیم، پتاسیم و فسفر وجود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد لینولئیک اسید (۱۸:۲) اسید غالب در روغن گردو در نتاج حاصل از والد مادری MKG<sub>24</sub> بود. بیشترین مقدار لینولئیک (۱۸:۲) در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با گرده خودی به میزان ۵۷/۰۹ و کمترین مقدار آن در والد پدری MKG<sub>10</sub> به میزان ۴۷/۱۱ درصد مشاهده شد. همچنین بیشترین مقدار اولئیک اسید (۱۸:۱) در والد پدری MKG<sub>10</sub> با میزان ۲۷/۳۳ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با گرده خودی با مقدار ۱۹/۸۲ درصد مشاهده گردید. بیشترین مقدار لینولئیک اسید (۱۸:۳) در والد پدری MKG<sub>10</sub> با میزان ۱۹/۳۰ و کمترین مقدار در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با گرده خودی با میزان ۱۳/۸۸ درصد بود. همچنین بیشترین مقدار پالمیتیک اسید (۱۶:۰) در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با گرده خودی به میزان ۵/۸۰ درصد و کمترین مقدار در والد پدری MKG<sub>10</sub> به میزان ۳/۳۰ درصد بود. استئاریک اسید کمترین میزان را در بین سایر اسیدهای چرب دارا بود. بیشترین مقدار استئاریک اسید در نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با گرده خودی به میزان ۳/۱۱ درصد و کمترین مقدار آن در والد MKG<sub>24</sub> به میزان ۱/۲۷ درصد بود (جدول ۴). بنابراین نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MSG<sub>15</sub> با والد پدری MKG<sub>24</sub>، تلاقی والد مادری MKG<sub>23</sub> با والد پدری MKG<sub>13</sub> و نتاج حاصل از تلاقی والد مادری MKG<sub>24</sub> با گرده خودی با توجه به درصد بالاتر اسید چرب لینولئیک اسید به عنوان نتاج انتخابی برتر در نظر گرفته شدند. علاوه بر اختلافات ژنتیکی مربوط به ژنوتیپها و نتاج، فاکتورهای دیگری نیز می توانند در مقدار و کیفیت روغن تاثیر داشته باشند که از این جمله می توان به محل جغرافیایی، اثرات اقلیمی، میزان رسیدن میوه، نحوه برداشت و نگهداری آنها اشاره نمود [۳۴].

بیشترین مقدار روغن در والد پدری MKG<sub>23</sub> به میزان ۷۲/۹۵ و کمترین مقدار در والد پدری MKG<sub>13</sub> به میزان ۵۰/۰۱ درصد مشاهده شد (جدول ۴). حداکثر مقدار پروتئین در والد پدری MKG<sub>23</sub> با میزان ۲۰/۰۱ و کمترین مقدار در والد پدری MKG<sub>4</sub> با مقدار ۱۲/۹۳ درصد مشاهده گردید (جدول ۴).

#### ۴- نتیجه گیری کلی

انتخاب رقم های دارای ویژگی های برتر از نظر صفات خشک میوه و مغز گردو با ارزش غذایی بالا و همچنین ارقام مناسب گردو را که موجب افزایش ارزش غذایی میوه های حاصل از گردو افشانی می گردند از اهداف اصلی برنامه اصلاحی گردو می باشد. رسیدن به ترکیب های تلاقی که والدین مادری و والدین پدری به طور هوشمندانه انتخاب شده اند، می تواند نتایج برتری را در نسل های بعدی ایجاد کنند که ارزش غذایی بالاتری از نظر نوع اسید چرب، میزان روغن، عناصر مختلف، ویتامین ها و ... داشته باشند. نتایج این تحقیق نشان داد لینولئیک اسید (۱۸:۲) اسید غالب در روغن گردو می باشد. بیشترین مقدار لینولئیک اسید (۱۸:۲) در نتایج حاصل از تلاقی والد مادری MSG<sub>15</sub> با والد پدری MKG<sub>24</sub> به میزان ۵۷/۴۲ درصد مشاهده شد. همچنین استتاریک اسید کمترین میزان را در بین سایر اسیدهای چرب حاصل شده به طوری که کمترین مقدار استتاریک اسید در والد MKG<sub>23</sub> به میزان ۱/۴۷ درصد بود. همچنین در بین والدین و نتایج مختلف میزان روغن (۷۲/۹۹-۵۰/۰۱٪)، پروتئین (۲۰/۰۱-۱۲/۹۳٪)، آهن (۱۶/۴۳-۱/۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم)، منیزیم (۱۱۷-۱۸۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم)، منگنز (۲/۰۲-۳/۸۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم)، روی (۳/۰۲-۱/۲۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم)، سدیم (۲/۵۰-۱/۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم)، پتاسیم (۴۹۸-۴۱۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) و فسفر (۳۴۶-۲۳۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) بودند.

مشابه بود و الگوهای اسید آمینه های ضروری برای پروتئین با کیفیت بالا مشخص بود [۴۱]. مواد مغذی گوناگون مانند سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس، سدیم و فسفر اهمیت زیادی از نظر بیوشیمیایی برای فیزیولوژی دانه دارند [۳۷ و ۴۲]. افزون بر این، آن ها قسمت ضروری از آنزیم هایی هستند که نقش مهمی در کاتالیزورها و آنتی اکسیدان ها دارند. برای مثال، آهن و مس در تشکیل خون ضروری هستند و مس در متابولیسم کربوهیدرات و چربی نقش دارند [۳۷]. در پژوهشی تأثیر دانه گردو بر خصوصیات کمی و کیفی میوه پسته مورد مطالعه قرار گرفت. مقدار عناصر ماکرو و میکرو اندازه گیری شده در مغز و پوست سبز ۳ رقم پسته تفاوت آماری مشخص داشت. اثر متقابل نوع دانه گردو و رقم بر مقدار عناصر پوست سبز اثر گذار نبود اما روی ازت، فسفر، پتاسیم، آهن و بور مغز میوه ها در سطح ۱ درصد اثر گذار بود. بدلیل تحقیقات اندک موجود در ارتباط با نقش دانه های گردو ارقام مختلف روی عناصر میوه های حاصله، تحقیقات بیشتری در این خصوص باید انجام شود [۴۳]. دلیل تأثیر نوع دانه گردو بر درصد اسیدهای چرب مغز میوه های حاصله همانند تأثیر بر درصد چربی، ترکیبات اسید چرب موجود در دیواره دانه گردو ممکن است باشد [۲۴ و ۴۴]. وجود مقادیر مختلف مواد فرار، ایزوپرنوئیدها، چربی ها، اسیدهای چرب، بنزوئیدها و غیره در دیواره دانه گردو گیاهان مختلف می تواند یکی از دلایل احتمالی تأثیر دانه گردو بر محتویات چربی میوه حاصل از گیاهان باشد [۴۵].

**Table 1** Analysis of variance of pollen effect on the levels of fatty acid, oil, protein and some elements on progeny resulted from seed parents of MSG<sub>15</sub>, MKG<sub>23</sub> and MKG<sub>24</sub>

P	K	Na	Zn	Mn	Mg	Fe	Protein	Oil %	Palmitic 16:0(%)	Stearic 18:0(%)	Oleic acid 18:1(%)	Linoleic 18:2 (%)	Linolenic 18:3 (%)	DF	Source of variation	female parent
1521.48*	1909.00*	0.49*	1.09*	0.99*	1739.00*	1.19*	17.69*	186.79*	7.95*	31.01*	16.56*	0.47*	1.43*	15	Treatment	MSG <sub>15</sub>
4.30	5.66	0.05	0.28	0.02	6.40	0.13	1.10	0.58	1.10	3.56	1.42	0.09	0.29	32	Error	
7.54	9.47	18.84	15.05	10.12	9.04	7.23	13.01	19.32	13.56	27.12	24.31	7.25	8.42		CV%	
2842.48*	1799.55*	0.49*	0.95*	0.79*	1107.88*	1.30*	16.12*	175.52*	5.50*	19.59*	11.06*	0.56*	1.68*	15	Treatment	MSG <sub>23</sub>
5.69	5.81	0.09	0.16	0.01	6.69	0.22	1.15	0.47	1.01	4.11	2.30	0.05	0.13	32	Error	
13.24	9.11	18.87	15.01	9.63	6.52	7.55	12.53	18.12	12.52	20.44	16.21	8.34	8.91		CV%	
2082.88*	1813.20*	0.53*	0.95*	0.92*	1231.38*	1.50*	17.58*	149.63*	6.60*	24.30*	13.50*	0.56*	1.34*	15	Treatment	MSG <sub>24</sub>
4.83	4.48	0.02	0.19	0.12	5.12	0.27	1.03	0.62	1.17	2.58	1.04	0.03	0.10	32	Error	
10.67	9.25	18.93	15.20	9.88	6.68	8.01	12.66	16.98	12.80	24.30	16.82	8.30	8.11		CV%	

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

**Table 2** Comparison of the average fatty acid, oil, protein and nutritional elements in progeny, pollinizers and seed parent MSG<sub>15</sub>

P mg/100g	K mg/100g	Na mg/100g	Zn mg/100g	Mn mg/100g	Mg mg/100g	Fe mg/100g	Protein%	Oil%	Palmitic 16:0(%)	Stearic 18:0(%)	Oleic acid 18:1(%)	Linoleic 18:2(%)	Linolenic 18:3(%)	Progenyand Father Parents	Treatment
283.0	4290 <sup>m</sup>	230 <sup>b</sup>	<b>3.02<sup>a</sup></b>	240 <sup>f</sup>	183.0 <sup>b</sup>	195 <sup>h</sup>	16.13 <sup>k</sup>	65.70 <sup>k</sup>	3.69 <sup>f</sup>	2.38 <sup>e</sup>	26.48 <sup>e</sup>	48.10 <sup>p</sup>	18.71 <sup>c</sup>	MSG <sub>15</sub> XMKG <sub>4</sub>	1
284.0 <sup>b</sup>	<b>4980<sup>a</sup></b>	143 <sup>k</sup>	1.74 <sup>i</sup>	208 <sup>a</sup>	183.0 <sup>b</sup>	1.16 <sup>d</sup>	1991 <sup>c</sup>	<b>7299<sup>a</sup></b>	3.42 <sup>e</sup>	2.66 <sup>e</sup>	22.91 <sup>l</sup>	53.21 <sup>f</sup>	16.79 <sup>d</sup>	MSG <sub>15</sub> XMKG <sub>5</sub>	2
249.0 <sup>p</sup>	4620 <sup>f</sup>	130 <sup>b</sup>	1.46 <sup>i</sup>	202 <sup>a</sup>	161.0 <sup>f</sup>	1.21 <sup>o</sup>	1797 <sup>f</sup>	7297 <sup>b</sup>	4.17 <sup>f</sup>	1.93 <sup>m</sup>	25.26 <sup>e</sup>	49.77 <sup>f</sup>	17.78 <sup>e</sup>	MSG <sub>15</sub> XMKG <sub>10</sub>	3
277.0 <sup>k</sup>	4690 <sup>d</sup>	<b>250<sup>p</sup></b>	1.92 <sup>h</sup>	2.15 <sup>k</sup>	119.0 <sup>j</sup>	2.30 <sup>d</sup>	1502 <sup>m</sup>	5002 <sup>o</sup>	3.91 <sup>g</sup>	<b>2.81<sup>a</sup></b>	22.31 <sup>l</sup>	54.42 <sup>d</sup>	16.07 <sup>f</sup>	MSG <sub>15</sub> XMKG <sub>14</sub>	4
275.0 <sup>j</sup>	4500 <sup>e</sup>	148 <sup>j</sup>	1.37 <sup>k</sup>	2.09 <sup>j</sup>	143.0 <sup>f</sup>	1.63 <sup>j</sup>	1980 <sup>f</sup>	7011 <sup>f</sup>	5.53 <sup>b</sup>	2.18 <sup>l</sup>	20.60 <sup>g</sup>	56.17 <sup>e</sup>	14.61 <sup>m</sup>	MSG <sub>15</sub> XMSG <sub>5</sub>	5
280.0 <sup>i</sup>	4590 <sup>f</sup>	139 <sup>m</sup>	1.27 <sup>m</sup>	2.09 <sup>m</sup>	166.0 <sup>d</sup>	1.48 <sup>n</sup>	1999 <sup>b</sup>	7221 <sup>d</sup>	4.97 <sup>d</sup>	2.69 <sup>b</sup>	20.33 <sup>o</sup>	56.82 <sup>b</sup>	13.91 <sup>p</sup>	MSG <sub>15</sub> XMKG <sub>25</sub>	6
294.0 <sup>f</sup>	4530 <sup>b</sup>	126 <sup>p</sup>	1.96 <sup>e</sup>	2.17 <sup>j</sup>	169.0 <sup>f</sup>	1.49 <sup>m</sup>	1607 <sup>g</sup>	6774 <sup>l</sup>	<b>5.70<sup>a</sup></b>	1.94 <sup>l</sup>	19.78 <sup>h</sup>	<b>57.42<sup>a</sup></b>	14.47 <sup>q</sup>	MSG <sub>15</sub> XMKG <sub>24</sub>	7
289.0 <sup>f</sup>	4300 <sup>c</sup>	158 <sup>j</sup>	1.37 <sup>k</sup>	2.41 <sup>f</sup>	<b>185.0<sup>a</sup></b>	1.98 <sup>e</sup>	1802 <sup>b</sup>	6108 <sup>m</sup>	4.41 <sup>e</sup>	2.02 <sup>l</sup>	24.30 <sup>j</sup>	51.14 <sup>g</sup>	17.70 <sup>f</sup>	MSG <sub>15</sub> XMKG <sub>16</sub>	8
<b>346.0<sup>a</sup></b>	4930 <sup>b</sup>	1.69 <sup>h</sup>	2.88 <sup>b</sup>	<b>3.89<sup>a</sup></b>	169.0 <sup>f</sup>	2.80 <sup>c</sup>	<b>2001<sup>a</sup></b>	7295 <sup>e</sup>	4.49 <sup>f</sup>	2.48 <sup>f</sup>	21.98 <sup>m</sup>	53.93 <sup>e</sup>	15.89 <sup>m</sup>	MKG <sub>15</sub> XOpen	9
283.0 <sup>j</sup>	4200 <sup>f</sup>	201 <sup>f</sup>	2.54 <sup>d</sup>	2.08 <sup>a</sup>	142.0 <sup>h</sup>	<b>3.43<sup>a</sup></b>	1803 <sup>e</sup>	6417 <sup>g</sup>	4.31 <sup>h</sup>	2.56 <sup>e</sup>	22.69 <sup>k</sup>	53.10 <sup>e</sup>	16.41 <sup>k</sup>	MKG <sub>24</sub>	10
261.0 <sup>f</sup>	4390 <sup>b</sup>	219 <sup>f</sup>	1.30 <sup>j</sup>	2.77 <sup>l</sup>	133.0 <sup>g</sup>	1.58 <sup>k</sup>	1901 <sup>f</sup>	6823 <sup>h</sup>	5.03 <sup>b</sup>	1.47 <sup>q</sup>	23.60 <sup>f</sup>	51.96 <sup>d</sup>	16.93 <sup>j</sup>	MKG <sub>25</sub>	11
299.0 <sup>d</sup>	4130 <sup>p</sup>	204 <sup>f</sup>	1.96 <sup>e</sup>	3.72 <sup>b</sup>	119.0 <sup>j</sup>	1.50 <sup>l</sup>	1293 <sup>p</sup>	6823 <sup>h</sup>	4.03 <sup>h</sup>	2.01 <sup>k</sup>	26.69 <sup>g</sup>	48.21 <sup>n</sup>	18.82 <sup>b</sup>	MKG <sub>4</sub>	12
319.0 <sup>b</sup>	4410 <sup>g</sup>	140 <sup>j</sup>	2.72 <sup>c</sup>	2.96 <sup>e</sup>	132.0 <sup>g</sup>	2.82 <sup>b</sup>	1983 <sup>d</sup>	7031 <sup>e</sup>	4.46 <sup>f</sup>	1.63 <sup>o</sup>	24.45 <sup>e</sup>	50.96 <sup>g</sup>	17.63 <sup>h</sup>	MKG <sub>5</sub>	13
301.0 <sup>f</sup>	4630 <sup>f</sup>	211 <sup>d</sup>	2.50 <sup>d</sup>	2.14 <sup>j</sup>	117.0 <sup>m</sup>	2.02 <sup>f</sup>	1393 <sup>o</sup>	6882 <sup>e</sup>	3.30 <sup>g</sup>	2.58 <sup>d</sup>	<b>27.33<sup>a</sup></b>	47.11 <sup>p</sup>	<b>19.30<sup>a</sup></b>	MKG <sub>10</sub>	14
286.0 <sup>e</sup>	421.0 <sup>f</sup>	1.77 <sup>e</sup>	2.47 <sup>f</sup>	2.37 <sup>h</sup>	129.0 <sup>g</sup>	1.63 <sup>j</sup>	1408 <sup>g</sup>	5001 <sup>p</sup>	3.81 <sup>m</sup>	2.36 <sup>l</sup>	25.92 <sup>d</sup>	49.16 <sup>m</sup>	18.31 <sup>d</sup>	MKG <sub>13</sub>	15
271.0 <sup>m</sup>	4720 <sup>f</sup>	127 <sup>a</sup>	2.50 <sup>d</sup>	2.71 <sup>e</sup>	154.0 <sup>f</sup>	2.21 <sup>e</sup>	1624 <sup>h</sup>	68.12 <sup>i</sup>	4.29 <sup>j</sup>	1.93 <sup>n</sup>	25.05 <sup>f</sup>	49.88 <sup>k</sup>	17.96 <sup>e</sup>	MKG <sub>14</sub>	16

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

**Table 3** Comparison of the average fatty acid, oil, protein and nutritional elements in progeny, pollinizers and seed parent MKG<sub>23</sub>

P mg/100g	K mg/100g	Na mg/100g	Zn mg/100g	Mn mg/100g	Mg mg/100g	Fe mg/100g	Protein%	Oil %	16:0 Palmitic (%)	18:0 Stearic (%)	Oleic acid 18:1 (%)	Linoleic 18:2 (%)	Linolenic 18:3 (%)	Progenyand Father Parents	Treatment
240.0 <sup>p</sup>	4180 <sup>b</sup>	152 <sup>c</sup>	2.34 <sup>d</sup>	2.21 <sup>k</sup>	171.0 <sup>b</sup>	1.53 <sup>m</sup>	16.71 <sup>k</sup>	55.18 <sup>m</sup>	3.49 <sup>n</sup>	1.53 <sup>n</sup>	25.31 <sup>e</sup>	50.15 <sup>k</sup>	18.07 <sup>e</sup>	MKG <sub>23</sub> XMKG <sub>4</sub>	1
260.0 <sup>d</sup>	4180 <sup>b</sup>	220 <sup>b</sup>	1.31 <sup>n</sup>	2.36 <sup>m</sup>	121.0 <sup>f</sup>	2.75 <sup>l</sup>	1988 <sup>f</sup>	72.38 <sup>b</sup>	5.13 <sup>d</sup>	1.27 <sup>q</sup>	24.33 <sup>h</sup>	51.30 <sup>g</sup>	17.59 <sup>f</sup>	MKG <sub>23</sub> XMKG <sub>5</sub>	2
257.0 <sup>j</sup>	4590 <sup>f</sup>	130 <sup>b</sup>	1.43 <sup>k</sup>	2.12 <sup>j</sup>	<b>173.0<sup>a</sup></b>	1.64 <sup>j</sup>	<b>20.12<sup>a</sup></b>	70.94 <sup>f</sup>	3.76 <sup>m</sup>	2.34 <sup>f</sup>	25.80 <sup>d</sup>	48.91 <sup>m</sup>	18.52 <sup>e</sup>	MKG <sub>23</sub> XMKG <sub>10</sub>	3
262.0 <sup>i</sup>	4490 <sup>f</sup>	126 <sup>m</sup>	1.39 <sup>j</sup>	2.87 <sup>f</sup>	161.0 <sup>d</sup>	1.73 <sup>h</sup>	17.11 <sup>l</sup>	51.78 <sup>o</sup>	4.82 <sup>g</sup>	1.90 <sup>k</sup>	22.83 <sup>k</sup>	25.90 <sup>f</sup>	16.69 <sup>k</sup>	MKG <sub>23</sub> XMKG <sub>14</sub>	4
243.0 <sup>q</sup>	4460 <sup>e</sup>	<b>230<sup>p</sup></b>	1.49 <sup>j</sup>	2.56 <sup>j</sup>	136.0 <sup>g</sup>	1.95 <sup>e</sup>	16.50 <sup>l</sup>	66.17 <sup>g</sup>	3.39 <sup>p</sup>	<b>2.60<sup>a</sup></b>	23.82 <sup>j</sup>	52.21 <sup>e</sup>	17.07 <sup>f</sup>	MKG <sub>23</sub> XMSG <sub>5</sub>	5
255.0 <sup>m</sup>	4370 <sup>g</sup>	126 <sup>m</sup>	1.35 <sup>m</sup>	2.67 <sup>j</sup>	156.0 <sup>f</sup>	1.17 <sup>n</sup>	1907 <sup>g</sup>	68.24 <sup>e</sup>	5.40 <sup>b</sup>	1.86 <sup>l</sup>	21.39 <sup>g</sup>	52.20 <sup>g</sup>	15.29 <sup>q</sup>	MKG <sub>23</sub> XMKG <sub>23</sub>	6
323.0 <sup>d</sup>	4220 <sup>b</sup>	120 <sup>l</sup>	1.83 <sup>i</sup>	2.97 <sup>e</sup>	140.0 <sup>h</sup>	1.16 <sup>o</sup>	1904 <sup>g</sup>	66.25 <sup>h</sup>	5.21 <sup>c</sup>	2.02 <sup>l</sup>	22.19 <sup>m</sup>	54.14 <sup>h</sup>	15.77 <sup>g</sup>	MKG <sub>23</sub> XMKG <sub>24</sub>	7
261.0 <sup>f</sup>	4790 <sup>b</sup>	130 <sup>b</sup>	1.97 <sup>e</sup>	2.94 <sup>e</sup>	124.0 <sup>m</sup>	1.55 <sup>k</sup>	1804 <sup>h</sup>	69.30 <sup>f</sup>	<b>5.69<sup>a</sup></b>	2.43 <sup>f</sup>	20.92 <sup>h</sup>	<b>55.88<sup>a</sup></b>	14.47 <sup>q</sup>	MKG <sub>23</sub> XMKG <sub>13</sub>	8
261.0 <sup>f</sup>	4390 <sup>b</sup>	219 <sup>f</sup>	1.30 <sup>j</sup>	2.77 <sup>l</sup>	133.0 <sup>g</sup>	1.58 <sup>k</sup>	1901 <sup>f</sup>	68.23 <sup>h</sup>	4.49 <sup>e</sup>	2.48 <sup>d</sup>	21.98 <sup>m</sup>	53.93 <sup>d</sup>	15.89 <sup>m</sup>	MKG <sub>23</sub> XOpen	9
283.0 <sup>f</sup>	4200 <sup>f</sup>	201 <sup>f</sup>	2.54 <sup>d</sup>	2.08 <sup>a</sup>	142.0 <sup>h</sup>	<b>3.43<sup>a</sup></b>	1803 <sup>e</sup>	64.17 <sup>g</sup>	4.31 <sup>h</sup>	2.56 <sup>e</sup>	22.69 <sup>k</sup>	53.10 <sup>e</sup>	16.41 <sup>k</sup>	MSG <sub>15</sub>	10
<b>346.0<sup>a</sup></b>	<b>4930<sup>b</sup></b>	1.69 <sup>h</sup>	<b>2.88<sup>b</sup></b>	<b>3.89<sup>a</sup></b>	169.0 <sup>f</sup>	2.80 <sup>b</sup>	2001 <sup>b</sup>	<b>72.95<sup>a</sup></b>	5.03 <sup>b</sup>	1.47 <sup>q</sup>	23.60 <sup>f</sup>	51.96 <sup>d</sup>	16.93 <sup>j</sup>	MKG <sub>23</sub>	11
299.0 <sup>d</sup>	4130 <sup>p</sup>	204 <sup>f</sup>	1.96 <sup>e</sup>	3.72 <sup>b</sup>	119.0 <sup>j</sup>	1.50 <sup>l</sup>	1293 <sup>p</sup>	53.42 <sup>i</sup>	4.03 <sup>h</sup>	2.01 <sup>k</sup>	26.69 <sup>g</sup>	48.21 <sup>n</sup>	18.82 <sup>b</sup>	MKG <sub>4</sub>	12
319.0 <sup>b</sup>	4410 <sup>g</sup>	140 <sup>j</sup>	2.72 <sup>c</sup>	2.96 <sup>e</sup>	132.0 <sup>g</sup>	2.82 <sup>b</sup>	1983 <sup>d</sup>	70.31 <sup>e</sup>	4.46 <sup>f</sup>	1.63 <sup>o</sup>	24.45 <sup>e</sup>	50.96 <sup>g</sup>	17.63 <sup>h</sup>	MKG <sub>5</sub>	13
301.0 <sup>f</sup>	4630 <sup>f</sup>	211 <sup>d</sup>	2.50 <sup>d</sup>	2.14 <sup>j</sup>	117.0 <sup>m</sup>	2.02 <sup>f</sup>	1393 <sup>o</sup>	68.82 <sup>e</sup>	3.30 <sup>g</sup>	2.58 <sup>d</sup>	<b>27.33<sup>a</sup></b>	47.11 <sup>p</sup>	<b>19.30<sup>a</sup></b>	MKG <sub>10</sub>	14
286.0 <sup>e</sup>	421.0 <sup>f</sup>	1.77 <sup>e</sup>	2.47 <sup>f</sup>	2.37 <sup>h</sup>	129.0 <sup>g</sup>	1.63 <sup>j</sup>	1408 <sup>g</sup>	51.01 <sup>p</sup>	3.81 <sup>m</sup>	2.36 <sup>l</sup>	25.92 <sup>d</sup>	49.16 <sup>m</sup>	18.31 <sup>d</sup>	MKG <sub>13</sub>	15
271.0 <sup>h</sup>	4720 <sup>f</sup>	127 <sup>a</sup>	2.50 <sup>d</sup>	2.71 <sup>e</sup>	154.0 <sup>f</sup>	2.21 <sup>e</sup>	1624 <sup>h</sup>	68.12 <sup>i</sup>	4.29 <sup>j</sup>	1.93 <sup>n</sup>	25.05 <sup>f</sup>	49.88 <sup>k</sup>	17.96 <sup>e</sup>	MKG <sub>14</sub>	16

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

**Table 4** Comparison of the average fatty acid, oil, protein and nutritional elements in progeny pollinizers and seed parent MKG<sub>24</sub>

P	K mg/100g	Na mg/100g	Zn mg/100g	Mn mg/100g	Mg mg/100g	Fe mg/100g	Protein %	Oil %	16:0 Palmitic (%)	18:0 Stearic (%)	Oleic acid 18:1 (%)	Linoleic 18:2 (%)	Linolenic 18:3 (%)	Progeny And Father Parents	Treatment
275.0 <sup>a</sup>	440.0 <sup>a</sup>	238 <sup>b</sup>	160 <sup>a</sup>	160 <sup>a</sup>	168.0 <sup>d</sup>	1.16 <sup>p</sup>	1667 <sup>a</sup>	5637 <sup>m</sup>	441 <sup>l</sup>	164 <sup>n</sup>	25.76 <sup>c</sup>	4927 <sup>f</sup>	1826 <sup>e</sup>	MKG <sub>24</sub> XMKG <sub>4</sub>	1
277.0 <sup>k</sup>	459.0 <sup>f</sup>	200 <sup>h</sup>	141 <sup>j</sup>	141 <sup>j</sup>	121.0 <sup>m</sup>	1.76 <sup>i</sup>	1997 <sup>b</sup>	7261 <sup>b</sup>	475 <sup>e</sup>	206 <sup>h</sup>	2351 <sup>k</sup>	5207 <sup>f</sup>	1721 <sup>j</sup>	MKG <sub>24</sub> XMKG <sub>5</sub>	2
321.0 <sup>b</sup>	466.0 <sup>f</sup>	220 <sup>c</sup>	176 <sup>h</sup>	176 <sup>h</sup>	128.0 <sup>j</sup>	1.20 <sup>p</sup>	1644 <sup>k</sup>	6396 <sup>j</sup>	381 <sup>n</sup>	190 <sup>m</sup>	2653 <sup>c</sup>	4795 <sup>o</sup>	1903 <sup>b</sup>	MKG <sub>24</sub> XMKG <sub>10</sub>	3
263.0 <sup>h</sup>	477.0 <sup>f</sup>	<b>240<sup>a</sup></b>	176 <sup>h</sup>	176 <sup>h</sup>	<b>175.0<sup>a</sup></b>	1.90 <sup>h</sup>	1380 <sup>o</sup>	5582 <sup>n</sup>	336 <sup>o</sup>	255 <sup>d</sup>	2537 <sup>f</sup>	4991 <sup>l</sup>	1781 <sup>g</sup>	MKG <sub>24</sub> XMKG <sub>14</sub>	4
281.0 <sup>i</sup>	479.0 <sup>g</sup>	129 <sup>j</sup>	134 <sup>l</sup>	134 <sup>l</sup>	148.0 <sup>f</sup>	1.48 <sup>n</sup>	1981 <sup>d</sup>	7018 <sup>d</sup>	461 <sup>f</sup>	184 <sup>i</sup>	2495 <sup>h</sup>	5088 <sup>l</sup>	1777 <sup>h</sup>	MKG <sub>24</sub> XMSG <sub>15</sub>	5
295.0 <sup>f</sup>	479.0 <sup>g</sup>	126 <sup>o</sup>	136 <sup>k</sup>	136 <sup>k</sup>	143.0 <sup>f</sup>	3.07 <sup>b</sup>	1805 <sup>g</sup>	6873 <sup>f</sup>	505 <sup>c</sup>	216 <sup>g</sup>	2223 <sup>m</sup>	5431 <sup>c</sup>	1596 <sup>m</sup>	MKG <sub>24</sub> XMKG <sub>23</sub>	6
288.0 <sup>g</sup>	432.0 <sup>d</sup>	220 <sup>c</sup>	126 <sup>n</sup>	126 <sup>n</sup>	121.0 <sup>m</sup>	2.76 <sup>e</sup>	1860 <sup>f</sup>	62.11 <sup>l</sup>	<b>580<sup>a</sup></b>	<b>311<sup>a</sup></b>	1982 <sup>p</sup>	<b>5709<sup>a</sup></b>	1388 <sup>p</sup>	MKG <sub>24</sub> XMKG <sub>24</sub>	7
239.0 <sup>o</sup>	438.0 <sup>e</sup>	128 <sup>m</sup>	194 <sup>g</sup>	194 <sup>g</sup>	172.0 <sup>b</sup>	1.56 <sup>j</sup>	1701 <sup>i</sup>	6020 <sup>k</sup>	519 <sup>g</sup>	206 <sup>h</sup>	2150 <sup>q</sup>	5536 <sup>b</sup>	1521 <sup>q</sup>	MKG <sub>24</sub> XMKG <sub>13</sub>	8
283.0 <sup>i</sup>	432.0 <sup>e</sup>	201 <sup>g</sup>	254 <sup>c</sup>	254 <sup>c</sup>	142.0 <sup>b</sup>	<b>3.43<sup>a</sup></b>	1803 <sup>h</sup>	64.17 <sup>l</sup>	503 <sup>d</sup>	147 <sup>p</sup>	2360 <sup>r</sup>	5196 <sup>g</sup>	1693 <sup>k</sup>	MKG <sub>24</sub> XOpen	9
261.0 <sup>o</sup>	439.0 <sup>e</sup>	219 <sup>d</sup>	130 <sup>m</sup>	130 <sup>m</sup>	133.0 <sup>j</sup>	1.58 <sup>k</sup>	1901 <sup>e</sup>	6823 <sup>g</sup>	431 <sup>j</sup>	256 <sup>c</sup>	2269 <sup>q</sup>	5310 <sup>q</sup>	1641 <sup>l</sup>	MSG <sub>15</sub>	10
<b>346.0<sup>a</sup></b>	<b>493.0<sup>a</sup></b>	169 <sup>j</sup>	<b>288<sup>a</sup></b>	<b>288<sup>a</sup></b>	169.0 <sup>f</sup>	2.80 <sup>d</sup>	<b>20.01<sup>a</sup></b>	<b>72.95<sup>a</sup></b>	449 <sup>g</sup>	248 <sup>e</sup>	2198 <sup>n</sup>	5393 <sup>d</sup>	1589 <sup>n</sup>	MKG <sub>23</sub>	11
299.0 <sup>o</sup>	413.0 <sup>o</sup>	204 <sup>f</sup>	196 <sup>f</sup>	196 <sup>f</sup>	119.0 <sup>o</sup>	1.50 <sup>m</sup>	1293 <sup>p</sup>	5342 <sup>o</sup>	403 <sup>i</sup>	201 <sup>i</sup>	2669 <sup>q</sup>	4821 <sup>n</sup>	1882 <sup>c</sup>	MKG <sub>4</sub>	12
319.0 <sup>o</sup>	441.0 <sup>h</sup>	140 <sup>k</sup>	272 <sup>b</sup>	272 <sup>b</sup>	132.0 <sup>j</sup>	2.82 <sup>c</sup>	1983 <sup>c</sup>	7031 <sup>e</sup>	446 <sup>h</sup>	163 <sup>n</sup>	2445 <sup>i</sup>	5096 <sup>h</sup>	1763 <sup>i</sup>	MKG <sub>5</sub>	13
301.0 <sup>d</sup>	463.0 <sup>f</sup>	211 <sup>e</sup>	250 <sup>d</sup>	250 <sup>d</sup>	117.0 <sup>o</sup>	2.02 <sup>g</sup>	1393 <sup>n</sup>	6882 <sup>e</sup>	330 <sup>o</sup>	258 <sup>b</sup>	<b>2733<sup>a</sup></b>	4711 <sup>p</sup>	<b>1930<sup>a</sup></b>	MKG <sub>10</sub>	14
286.0 <sup>h</sup>	421.0 <sup>m</sup>	177 <sup>i</sup>	247 <sup>c</sup>	247 <sup>c</sup>	129.0 <sup>k</sup>	1.63 <sup>j</sup>	1408 <sup>m</sup>	5001 <sup>p</sup>	381 <sup>n</sup>	236 <sup>f</sup>	2592 <sup>d</sup>	4916 <sup>m</sup>	1831 <sup>d</sup>	MKG <sub>13</sub>	15
271.0 <sup>m</sup>	472.0 <sup>d</sup>	127 <sup>n</sup>	250 <sup>d</sup>	250 <sup>d</sup>	154.0 <sup>e</sup>	2.21 <sup>f</sup>	1624 <sup>l</sup>	68.12 <sup>h</sup>	429 <sup>k</sup>	193 <sup>j</sup>	2505 <sup>e</sup>	4988 <sup>k</sup>	1796 <sup>f</sup>	MKG <sub>4</sub>	16

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

### ۵- منابع

- [8] Piccirillo, P., Fasano, P., Mita, G., de Paolis, A., Santino, A. 2006. Exploring the role of lipoxygenases on walnut quality and shelf-life. *Acta Horticulturae*, 705: 543-545.
- [9] Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A., Pelka, J. R. 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Analytical chemistry*, 38(3): 514-515.
- [10] Claudia, V.G. O., Solange, MTPG., Carneiro Marilene, T., Iamauti Maristela, D. P., Lilian Amorim, R.D., Berger A., Bergamin, F. 1997. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 104(4): 336-345.
- [11] Neamtu, G., Campeanu, G., Socaciu, C. 1995. Mineral Metabolism (Metabolismul mineral). *Did. Ped. Bucuresti*, pp.243-271.
- [12] Vallee, B. L., Falchuk, K. H. 1993. The biochemical basis of zinc physiology. *Physiological reviews*, 73(1): 79-118.
- [13] Xu, Z., Yoon, J., and Spring, D. R. 2010. Fluorescent chemosensors for Zn<sup>2+</sup>. *Chemical Society Reviews*, 39(6): 1996-2006.
- [14] Ding, Y., Luo, Y., Fu, J. 2014. Effects of Mn (II) on peroxynitrite nitrifying fibrinogen. *Bio-medical materials and engineering*, 24(1): 901-907.
- [1] McGranahan, G.H., Leslie, C. 1998. In-vitro propagation of mature Persian walnut cultivars. *HortScience*, 23: 220-224.
- [2] Vahdati, K. 2003. *Nursery Management and Walnut Grafting*. Khaniran, Press, 128 p. [in Persian].
- [3] FAO. 2017. FAOSTAT database results. <http://faostat.Fao.org/faostat.Servlet>.
- [4] Okay, Y. 2002. The composition of some pistachio cultivars regarding their fat, fatty acids and protein content. *Gartenbauwissenschaft*, 67 (3): 107-113.
- [5] Mitrovic, M., Stanisavijevic, M., Gavrilovic, J. 1997. Biochemical composition of fruits of some important walnut cultivars and selections. *Acta Horticulturae*, 442: 205-207.
- [6] Prasad, R.B.N. 1994. "Walnut and Pecans, In: *Encyclo-Paedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*", pp. 4828-4831, London: Academic Press.
- [7] Ozkan, G., Koyuncu, M. A. 2005. Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Turkey. *Grasas y Aceites*, 56(2): 141-146.

12. Food Science and Technology, 18(117): 289-305.
- [25] Fattahi, R., Mohammadzede, M. Khadivi-Khub, A. 2014. Influence of different pollen sources on nut and kernel characteristics of hazelnut. *Scientia Horticulturae*, 173:15-19.
- [26] Crane, J.C., Iwakiri, B.T. 1980. Xenia and metaxenia in pistachio. *HortScience*, 15: 184-185.
- [27] Golzari, M., Rahemi, M., Hassani, D., Vahdati, K., Mohammadi, N. 2013. Protein content, fat and fatty acids of kernel in some Persian walnut (*Juglans regia* L.) cultivars affected by kind of pollen. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 38(10): 21-31 [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] Gonzales, S., Duncan, S.E., Okeef, S.F. 2003. Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. *Journal of Dairy Science*, 86: 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] Hamada, A. M., El-Enany, A. E. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum*, 36(1): 75-81.
- [32] Kabas, O., Yilmaz, E., Ozmerzi, A., Akinci, I. 2007. Some physical and nutritional properties of cowpea seed (*Vigna sinensis* L.). *Journal of food engineering*, 79(4): 1405-1409.
- [33] Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D., Ghasemi, Sh. 2010. Fatty acids composition of some selected walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 7(1): 31-37. (in Persian).
- [34] 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
- [15] Ozcan, M. 2009. Some Nutritional Characteristics of Fruit and Oil of Walnut (*Juglans regia* L.) Growing in Turkey. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 28: 57-62.
- [16] Blomhoff, R., Carlsen, M.H., Andersen, L.F., Jacobs, D.R. 2006. Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. *British Journal of Nutrition*, 96(S2): S52-S60.
- [17] Alaviani, S., Mahmoudyar, F., Miraftabi, F., Salehisormghi, M.H., Qomi, M. 2012. Determination of Iranian Almond, Peanut and Hazelnut Mineral Contents. *Journal of Basic and Applied Chemistry*, 2:50-54.
- [18] Patel, G. 2005. Essential fats in walnuts are good for the heart and diabetes. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(7):1096-1097.
- [19] Nash, S.D., Westpfal, M. 2005. Cardiovascular benefits of nuts. *The American Journal of Cardiology*, 95(15): 963- 965.
- [20] Kim, H. G., Cho, J. H., Jeong, E. Y., Lim, J. H., Lee, S. H., Lee, H. S. 2006. Growth-inhibiting activity of active component isolated from *Terminalia chebula* fruits against intestinal bacteria. *Journal of food protection*, 69(9): 2205-2209.
- [21] Kaileh, M., Berghe, W. V., Boone, E., Essawi, T., Haegeman, G. 2007. Screening of indigenous Palestinian medicinal plants for potential anti-inflammatory and cytotoxic activity. *Journal of ethnopharmacology*, 113(3): 510-516.
- [22] Jaradat, N. A. 2005. Medical plants utilized in Palestinian folk medicine for treatment of diabetes mellitus and cardiac diseases. *Al-Aqsa University Journal (Natural Sciences Series)*, 9(1): 1-28.
- [23] Sharma, R.M., Kour, K., Singh, B., Yadav, S., Kotwal, N., Rana, J.C. Anand, R. 2014. Selection and characterization of elite walnut (*Juglans regia* L.) clone from seedling origin trees in north western himalayan region of India. *Australian Journal of Crop Science*, 8(2):257-262.
- [24] Jafari Taeme, A., Rasouli, M., Rahmati-Joneidabad, M. 2021. 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

- [40] Martinez, M. L., Maestri, D. M. 2008. Oil chemical variation in walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Argentina. *European journal of lipid science and technology*, 110(12): 1183-1189.
- [41] Savage, G. P. 2001. Chemical composition of walnuts (*Juglans regia* L.) grown in New Zealand. *Plant foods for human nutrition*, 56(1): 75-82.
- [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] Afshari, H., Talaei, A.R. and Sadeghi, G.h. (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].
- [44] 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.
- [45] 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.
- nutritional value of six walnuts (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26): 7698-7702.
- [35] Caglarirmak, N. 2003. Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). *Food/Nahrung*. 47(1): 28-32.
- [36] Zhai, M., Wang, Z., Wang, D., Xu, J., Shi, G. 2014. Comparative analysis of mineral elements and essential amino acids compositions in *Juglans sigillata* and *J. regia* walnuts kernels. *Notulae Botanicae, Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca*, 42(1): 36-42.
- [37] Lavedrine, F., Ravel, A., Villet, A., Ducros, V., Alary, J. 2000. Mineral composition of two walnut cultivars originating in France and California. *Food Chemistry*, 68(3): 347-351.
- [38] Martínez, M. L., Mattea, M. A., and Maestri, D. M. 2006. Varietal and crop year effects on lipid composition of walnut (*Juglans regia*) genotypes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(9): 791-796.
- [39] Rabrenovic, B., Picuric-Jovanovic, K., Sobajic, S. 2008. Physicochemical properties and fatty acid composition of *Juglans regia* cultivars grown in Serbia. *Chemistry of Natural Compounds*. 44(2):151-154.



## The effect of some superior pollinizers genotypes on oil content, fatty acids and fruit elements of walnut seed parents MSG<sub>15</sub>, MKG<sub>23</sub> and MKG<sub>24</sub>

Rasouli, M.<sup>1\*</sup>, Ershadi- Gharahlar, B.<sup>2</sup>

1. Associate Professor of Horticultural Science and Landscape Department, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran.

2. Graduated MSc. student of Horticultural Science and Landscape Department, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2020/ 05/ 19

Accepted 2021/ 12/ 12

#### Keywords:

Walnut,  
Kernel oil percent,  
Protein,  
Fatty acids,  
Linoleic acid,  
Fruit elements.

**DOI:** 10.52547/fsct.19.122.349

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.122.4.7

\*Corresponding Author E-Mail:  
[mousarasouli@gmail.com](mailto:mousarasouli@gmail.com)

### ABSTRACT

Walnut is considered a valuable nut crop because of high valued nutritional compounds like unsaturated fatty acids. The purpose of this study was to investigate the beneficial compounds of oil, protein, fatty acid compounds and some mineral elements in walnut fruit. In the present study, some of the top walnut genotypes (*Juglans regia* L.) including MSG<sub>15</sub>, MKG<sub>23</sub> and MKG<sub>24</sub> as seed parents were pollinated by MSG<sub>15</sub>, MKG<sub>4</sub>, MKG<sub>5</sub>, MKG<sub>10</sub>, MKG<sub>13</sub> and MKG<sub>14</sub> pollinizers and oil percent, protein content, fatty acids, iron, magnesium, manganese, sodium and potassium were measured in the fruit of their cross. The results of this study showed that the highest amount of linoleic acid in the offspring resulted from the cross between female parent genotype of MSG<sub>15</sub> with pollinizers of MKG<sub>24</sub> was 57.42 % and the lowest value in the pollinizer of MKG<sub>10</sub> was 47.11%. Also, the highest amount of oleic acid was found in the MKG<sub>10</sub> pollinizer in the amount of 27.33 % and the lowest in the offspring resulted from the cross between female parent genotype of MKG<sub>15</sub> with pollinizers of MKG<sub>24</sub> was observed 19.78%. The highest amount of linolenic acid was obtained in pollen parent of MKG<sub>10</sub> with 19.30% and its lowest value with 13.88% was found in the offspring of MKG<sub>24</sub> parent that pollinated by self-pollen. The highest amount of palmitic acid with 5.80% resulted in self-pollination of MKG<sub>24</sub> parent and the lowest value was observed 3.30% in MKG<sub>10</sub> pollinizer. The maximum amount of stearic acid with 3.11% was obtained in the offspring from self-pollination of MKG<sub>24</sub> and the minimum value with 1.27% was found in the MKG<sub>5</sub> pollinizer and offspring resulted from the cross between seed parent genotype of MKG<sub>23</sub> and pollinizer of MKG<sub>5</sub>.