به زراعی کشاورزی
دوره ۱۹ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۶
صفحه‌های ۲۰۱-۱۸۹

ارزیابی برخی خصوصیات پومولوژیکی و ترکیب اسیدهای چرب ۱۳ رقم و ژنوتیپ گردو

نوید یزدانی[۱]*، شهناز حمیدی[۲]، کرامت الله رضایی[۳]، کورش وحدتی[۴]، علیرضا رحمانیان حقیقی[۵]

۱. استادیار، گروه باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۳. استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۴. استاد، گروه باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.
۵. کارشناسی ارشد، ایستگاه تحقیقات گردوی تویسرکان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، تویسرکان، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۵/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۲۱

چکیده

گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) در ایران و همچنین در خارج از کشور به عنوان یکی از محصولات مهم باغبانی محسوب می‌شود. مغز گردو منبعی غنی از ترکیبات فراسودمند[1] بوده که دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشند. در این بررسی ۱۳ رقم و ژنوتیپ برتر گردو شامل 'چندلر'، 'سر'، 'وینا'، 'لارا'، 'پدرو'، 'دماوند'، 'جمال'، 'RDM'، B_{21}، K_{72}، Z_{53}، Z_{60} و Z_{67} طی سال ۱۳۹۱ برداشت شدند و پس از خشک کردن گردوها چندین خصوصیت پومولوژیکی و ترکیب اسیدهای چرب آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین وزن میوه و مغز در ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب بین ۱۶/۲۰-۷/۶۰ و ۸/۷-۳/۸ گرم متغیر بود. همچنین، میزان روغن در ارقام مختلف بین ۵۴/۴ تا ۷۲/۱ درصد متغیر بود. علاوه بر این بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب گردو را اسیدهای چرب غیراشباع (UFA) تشکیل می‌دهند. اسید چرب غالب لینولئیک اسید (۶۷/۳-۴۵/۷ درصد) بود و سایر اسیدهای چرب موجود اولئیک (۳۴/۲-۱۸/۳ درصد)، لینولنیک (۱۴/۰-۳/۱ درصد)، پالمتیک (۸/۵-۶/۳ درصد) و استئاریک اسید (۴/۳-۲/۸ درصد) بودند. پروتئین مغز میوه ارقام مختلف مورد آزمایش نیز بین ۱۲/۶ تا ۱۹/۶ درصد متغیر بود. نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های B_{21} و 'RDM' به ترتیب بالاترین درصد مغز و روغن را دارا بودند و بیشترین درصد پروتئین برای رقم 'جمال' به دست آمد. همچنین، ژنوتیپ‌های Z_{53} و Z_{60} و رقم 'چندلر' درصد بالایی از اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) داشتند و در رقم 'جمال' و ژنوتیپ‌های Z_{67}، Z_{53} و K_{72} بالاترین نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اسیدهای چرب اشباع (UFA/SFA) مشاهده شد..

کلیدواژه‌ها: پروتئین، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، روغن، کروماتوگرافی گازی، مغز گردو

[1] Functional compounds

* نویسنده مسئول
Email: m.ashnavar@gau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

گردو از میوه‌های آجیلی از جنس ژوگلانس (*Juglans regia* L.) است و مغز آن سرشار از ویتامین‌های A، B، E، F و آنتی اکسیدان‌ها است. مصرف مغز گردو در درمان دیابت، متابولیسم بافت عصبی (۱۳ و ۲۲)، کاهش کلسترول خون و بیماری‌های قلبی (۲۰ و ۱۸) مؤثر است. بیش از ۸۴ درصد وزن مغز گردو را روغن (بیش از ۶۵ درصد) و پروتئین (۲۵-۱۸ درصد) تشکیل می‌دهند (۱۹ و ۱۳) که مقدار آن‌ها متأثر از رقم و شرایط محیطی می‌باشد (۶). اسیدهای چرب عمده روغن گردو را لینولنیک اسید (امگا-۳)، لینولئیک اسید (امگا-۶) و اولئیک اسید (امگا-۹) تشکیل می‌دهند و اسیدهای اشباع مانند پالمتیک اسید و استئاریک اسید سهم کوچکتری از روغن گردو را شامل می‌شوند. نسبت این اسیدها نه تنها در ارزش اقتصادی، بلکه از نظر تغذیه‌ای و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی بسیار مهم می‌باشند (۲۰).

از معروف‌ترین مناطق کشت گردو در جهان، آمریکای شمالی، جنوب شرقی اروپا، مرکز و جنوب غربی آسیا شامل ایران تا هیمالایا و جنوب غربی چین است (۲۲). ایران با تولیدی بالغ بر ۴۸۵ هزار تن گردو در سال ۲۰۱۱، پس از کشور چین، دومین تولید کننده بزرگ گردو در دنیا محسوب می‌شود (۱۲). همان گونه که از نام انگلیسی گردو[1] بر می‌آید، ایران به عنوان خاستگاه اولیه گردو در دنیا شناخته می‌شود (۱۰ و ۱۱) که این مهم به همراه تکثیر بذری گردو طی سالهای متمادی بیانگر بیشترین تنوع ژنتیکی در این سرزمین است. با وجود این تنوع ژنتیکی، تا این اواخر، رقم خاصی در ایران به ثبت نرسیده است و گردوها عموماً بر اساس منشاء پیدایش آن‌ها طبقه‌بندی شده‌اند (۱۵). این در حالی است که مطالعات اخیر در کشور، منجر به معرفی دو رقم 'دماوند' و 'جمال' شد (۳).

همچنین ارزیابی ارقام خارجی نشان داد که ارقام 'چندلر'، 'پدرو' و 'هارتلی' نیز با شرایط آب و هوایی کشور سازگاری دارند. آمریکا، سالانه حدود ۴۱۸ هزار تن گردو تولید می‌کند و از این مقدار حدود ۵۰ درصد آن را صادر می‌کند (۲۳)، در حالی که سهم ایران از صادرات جهانی گردو، در حدود ۰/۰۷ درصد است (۱۲). از دلایل مهم عدم توفیق ایران در صادرات جهانی گردو، عدم یکنواختی محصول به دلیل نداشتن رقم و تقاضای مصرف بالای گردو در کشور می‌باشد (۲۲). تحقیقات برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو در سال ۱۳۸۴ آغاز گردید (۱۰) و با پژوهش‌های سایر محققین ادامه پیدا کرد (۹، ۱۰ و ۱۱).

تحقیقات متعددی در نقاط مختلف دنیا، در ارزیابی پومولوژیکی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گردو به منظور شناسایی ارقام و ژنوتیپ‌های برتر صورت گرفته است. از این میان، مطالعات انجام شده بر روی ژنوتیپ‌های گردو در منطقه گواس واقع در شرق آنتالیا در ترکیه نشان داده است که بین ژنوتیپ‌های برتر وزن میوه بین ۱۷/۰-۱۰/۴ گرم، وزن مغز ۷/۹-۵/۹، ضخامت پوست سخت بین ۱/۸-۰/۹ میلی متر، درصد مغز بین ۵۹/۳-۴۵/۱ درصد متغیر است (۲۴). همچنین نتایج تحقیقات صورت گرفته روی ۵۸ ژنوتیپ بذری گردو در منطقه هیماچال پرادش هندوستان نیز نشان داد که وزن میوه و مغز به ترتیب بین ۲۰/۵-۶/۴ و ۷/۱-۱/۵ گرم و درصد مغز بین ۶۲/۵-۱۲ درصد متغیر است (۱۹). همچنین، در بررسی ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت استان یزد نیز دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به ترتیب ۱۵/۲-۶ گرم، ۹/۱-۲/۶ گرم و ۷۹/۶-۳۸/۴ درصد گزارش شده است (۹).

تا کنون گزارش‌های مختلفی تنوع خصوصیات میوه‌شناسی ارقام و ژنوتیپ‌های گردو را نشان داده‌اند. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی و مقایسه مقادیر

[1] Persian Walnut

Archive of SID
www.SID.ir

روغن، پروتئین، کیفیت اسیدهای چرب و مشخصه‌های فیزیکی ۱۳ نمونه از مهمترین ارقام و ژنوتیپ برتر گردو در ایران شامل: 'چندلر'، 'سر'، 'وینا'، 'لارا'، 'پدرو'، 'دماوند'، 'جمال'، 'RDM'، B_{21}، K_{72}، Z_{53}، Z_{60} و Z_{67} برای اولین بار در کنار یکدیگر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محل و روش نمونه برداری: ۱۳ رقم و ژنوتیپ برتر گردو شامل 'چندلر'، 'سر'، 'وینا'، 'لارا'، 'پدرو'، 'دماوند'، 'جمال'، 'RDM'، B_{21}، K_{72}، Z_{53}، Z_{60} و Z_{67} که در باغ کلکسیون مرکز تحقیقات گردو استان همدان پرورش پیدا کرده بودند، انتخاب شدند. برای هر یک از ارقام و ژنوتیپ-های برتر، زمان برداشت بر اساس تغییر رنگ بافت بینابینی مغز و پوست چوبی به قهوه‌ای، تعیین شد. صفات مختلف این ارقام در سال ۱۳۹۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه گیری برای هر رقم به طور تصادفی از کل میوه‌های برداشت شده انجام شد. پس از جدا کردن پوسته سبز، گردوها به مدت ۳۰ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دور از نور آفتاب نگهداری و خشک شدند (۲۶)، سپس پوست چوبی از مغز به صورت دستی جدا گردید و بلافاصله نمونه‌گیری برای انجام آزمایشات بعدی انجام شد. جهت اندازه‌گیری‌های فیزیکی هر رقم گردو، از ۲۵ میوه استفاده شد. سپس، مغز گردوها توسط آسیاب آزمایشگاهی به صورت کاملاً یکنواخت پودر گردید و برای اندازه‌گیری‌های شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت. مواد شیمیایی و حلال‌های مورد نیاز از شرکت مرک[1] آلمان تهیه شد.

وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز: وزن میوه و مغز به کمک ترازوی دیجیتال بر حسب گرم اندازگیری شدند. همچنین از نسبت وزن مغز به وزن میوه، درصد مغز محاسبه شد.

تعیین پروتئین خام به روش کجلدال: اندازه‌گیری پروتئین به روش کجلدال که شامل چهار مرحله‌ی جمع‌آوری، هضم، تقطیر و تیتراسیون است، انجام شد (۷). این روش مقدار نیتروژن موجود در نمونه را نشان می‌دهد و با ضرب مقدار نیتروژن در عدد ۶/۲۵ میزان پروتئین خام محاسبه گردید. درنهایت نتایج به صورت درصد پروتئین در ۱۰۰ گرم مغز گردو گزارش شد.

تعیین درصد روغن به روش سوکسله: مغز گردو توسط آسیاب آزمایشگاهی به صورت کاملاً یکنواخت پودر شد. پودر گردو با استفاده از روش سوکسله (در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد و حلال در اتیل اتر خشک) روغن گیری شد (۲۶). حلال موجود در روغن استخراج شده با استفاده از روتاری تحت خلاء (هایدولف، کشور آلمان) در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه، جداسازی و اندازگیری میزان روغن آن با استفاده از ترازوی دیجیتال انجام گرفت. نهایتاً میزان روغن به صورت درصد روغن در ۱۰۰ گرم مغز گردو گزارش گردید.

استخراج روغن: ۱۰۰ گرم از هر نمونه همراه با ۵۰۰ سی‌سی حلال هگزان با استفاده از شیکر به مدت ۸ ساعت در تاریکی مخلوط شد. مخلوط حاصل سپس به وسیله قیف بوخنر و با کاغذ واتمن شماره ۴۱ صاف گردید و در ادامه از سانتریفیوژ ۵۰۰۰ گرم برای جداسازی بیشتر استفاده شد و این مرحله سه مرتبه تکرار گردید. سپس نمونه‌ها در دستگاه تبخیرکننده روتاری[2] (هایدولف، کشور آلمان) در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد، حلال‌زدایی شد و در نهایت برای حذف باقیمانده حلال نیز از عبور جریان ملایم نیتروژن از روی نمونه استفاده شد. نمونه‌ها تا زمان متیلاسیون درون فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند (۸).

1. Merck

2. Rotary evaporator

Archive of SID
www.SID.ir

متیلاسیون اسید چرب: جهت تهیه‌ی متیل استر اسیدهای چرب، ۵ قطره از نمونه روغن که در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد کاملاً ذوب و یکنواخت شده بود، به وسیله پیپت پاستور به داخل لوله آزمایش ریخته شد و به آن ۲ سی‌سی پتاس متانولی ۲ مولار، اضافه شد و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و متیل استرهای اسید چرب با اضافه کردن ۲ سی‌سی هگزان استحصال شده و جمع آوری شدند. نمونه‌ها تا زمان تزریق به دستگاه کروماتوگرافی در فریزر ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

تعیین اسید چرب: از دستگاه کروماتوگرافی گازی[1] (اجیلنت[2] 7890A، کشور آمریکا)، مجهز به آشکارساز FID[3] و ستون کاپیلاری (CPSill-88، وارین[4]، آمریکا، طول ۱۰۰ متر و قطر ۰/۲۲ میلی‌متر و قطر خارجی ۰/۳۳ میلی‌متر) و گاز حامل نیتروژن استفاده شد. برنامه دمایی استفاده شده جهت جداسازی اجزای اسیدهای چرب به ترتیب زیر تنظیم شد؛ دمای تزریق ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد، دمای آشکارساز ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و برای ستون از برنامه دمایی به‌شرح زیر استفاده شد: ۵ دقیقه در دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش دمای ستون با سرعت ۵ درجه در هر دقیقه به دمای ۲۳۵ درجه سانتی‌گراد (۱۴/۰ دقیقه) و حجم تزریق ۰/۲ میکرولیتر تعیین گردید. در نهایت شناسایی و غلظت سنجی پیک‌های به دست آمده با توجه به تزریق استاندارد اسیدهای چرب شامل پالمتیک اسید (C16:0)، استئاریک اسید (C18:0)، اولئیک اسید (C18:1)، لینولئیک اسید (C18:2) و لینولنیک اسید (C18:3) انجام شد.

آنالیزآماری: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. میانگین‌ها با نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ و بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف از نظر صفات مورد مطالعه متفاوت هستند ($P < ۰/۰۱$). میانگین و خطای استاندارد وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز ۱۳ رقم و ژنوتیپ انتخاب شده در جدول ۱ آورده شده است. از میان ۱۳ رقم و ژنوتیپ انتخاب شده، بیشترین وزن میوه مربوط به رقم 'جمال' با مقدار ۱۶/۲ گرم بود و Z_{60} و 'لارا' در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در مقابل کمترین وزن میوه در رقم 'RDM' با میانگین ۷/۶ گرم مشاهده گردید. در مطالعه بعضی از ژنوتیپ‌های جدید کهریز در ارومیه نیز بیشترین مقدار وزن میوه ۱۶/۳ گرم برای ژنوتیپ‌های KZ_3 و KZ_4 گزارش شد (۱۵). بیشترین مقدار وزن میوه در بررسی گردوهای بومی استان گلستان نیز ۱۶/۴ گرم بود (۲). همچنین بیشترین وزن میوه گزارش شده در بررسی ۶۰۸ ژنوتیپ مختلف گردو در شهرستان نی‌ریز ۱۵/۳ گرم برای ژنوتیپ MS_{15} بدست آمده بود (۱) که کمتر از مقدار بدست آمده در این مطالعه بود. همچنین، در معرفی رقم جمال متوسط وزن میوه آن ۱۱/۴۱ گرم گزارش شده است (۳) که کمتر از متوسط سالیانه این رقم در منطقه تویسرکان می‌باشد (نتایج منتشر نشده).

بیشترین وزن مغز[5] به میزان ۸/۷ گرم برای ژنوتیپ Z_{60} به دست آمد و رقم 'جمال' و ژنوتیپ Z_{67} نیز در سطح احتمال ۱ درصد با ژنوتیپ Z_{60} اختلافی نداشتند. این میانگین بیشتر از مقدار گزارش شده برای ژنوتیپ MS_{15} (۸/۱ گرم) در مطالعه ژنوتیپ‌های گردو در استان مرکزی (۴) و گردوهای بومی استان گلستان بود (۲). همچنین،

1. Gas Chromatography
2. Agilent
3. Flame Ionization Detector
4. Varian
5. Kernel

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج بدست آمده در این مطالعه کمتر از مقدار بیشینه وزن مغز گزارش شده (۱۰/۳ گرم) در بررسی ۶۰۸ ژنوتیپ مختلف گردو در شهرستان نی‌ریز بود (۱). کمترین وزن مغز در ژنوتیپ 'RDM' به مقدار ۳/۸۳ گرم مشاهده گردید.

ژنوتیپ B_{21} دارای بیشترین درصد مغز با ۵۹/۲ درصد و ژنوتیپ Z_{53} با ۴۵/۴ درصد کمترین مقدار درصد مغز را به خود اختصاص دادند. کمترین و بیشترین درصد مغز ۱۲ ژنوتیپ گردو در استان مرکزی ۴۵/۷ درصد و ۶۰/۵۱ درصد گزارش شده است (۳) که تقریباً مشابه نتایج این مطالعه می‌باشد. همچنین در بررسی ۶۰۸ ژنوتیپ مختلف گردو در شهرستان نی‌ریز (۱) کمترین و بیشترین درصد مغز گردو (۱۹/۴ درصد و ۶۸/۹ درصد) گزارش شده که بیشتر از نتایج به‌دست آمده در این پژوهش می‌باشد. همچنین در بررسی گردوهای بومی استان گلستان کمترین و بیشترین درصد مغز گردو را ۱۹/۹ درصد و ۵۰/۱ درصد گزارش کردند که کمتر از نتایج بدست آمده در این مطالعه بود (۲).

جدول ۱. میانگین (±SE) ویژگی‌های فیزیکی میوه ۱۳ رقم و ژنوتیپ برتر گردو

ارقام و ژنوتیپ‌های برتر	وزن میوه (g)	وزن مغز (g)	درصد مغز (%)
'چندلر'	۱۰/۲۸±۰/۱۹^{e}	۵/۵۷±۰/۲۵^{de}	۵۳/۹۶±۱/۷۹^{abc}
'سر'	۱۱/۰۲±۰/۲۸^{e}	۵/۶۵±۰/۱۸^{de}	۵۱/۲۶±۱/۰۸^{c}
'جمال'	۱۶/۲۰±۰/۵۷^{a}	۸/۰۳±۰/۲۸^{a}	۴۹/۵۵±۰/۴۲^{c}
Z_{60}	۱۴/۶۷±۰/۵۳^{b}	۸/۶۹±۰/۲۳^{a}	۵۹/۱۱±۰/۵۹^{a}
'RDM'	۷/۶۰±۰/۱۷^{f}	۳/۸۳±۰/۱۱^{f}	۵۰/۱۶±۰/۷۳^{c}
'وینا'	۱۰/۶۹±۰/۳۱^{e}	۵/۶۴±۰/۲۵^{de}	۵۰/۳۱±۱/۳۳^{c}
'دماوند'	۱۳/۰۲±۰/۶۰^{cd}	۶/۹۴±۰/۲۶^{bc}	۵۳/۱۱±۰/۷۶^{bc}
Z_{53}	۱۱/۶۲±۰/۶۱^{de}	۵/۲۳±۰/۳۳^{de}	۴۵/۴۰±۱/۴۹^{d}
'لارا'	۱۳/۵۰±۰/۳۵^{bc}	۶/۸۳±۰/۲۰^{bc}	۵۰/۵۳±۰/۷۷^{c}
B_{21}	۱۰/۳۲±۰/۱۸^{e}	۶/۱۱±۰/۱۵^{cd}	۵۹/۲۴±۱/۲۱^{a}
'پدرو'	۱۰/۸۷±۰/۲۹^{e}	۵/۱۴±۰/۲۰^{e}	۴۷/۱۲±۰/۹۷^{d}
Z_{67}	۱۳/۴۸±۰/۲۵^{bc}	۷/۵۲±۰/۱۷^{ab}	۵۵/۶۸±۰/۹۹^{ab}
K_{72}	۱۰/۴۱±۰/۲۷^{e}	۵/۶۰±۰/۱۵^{de}	۵۳/۷۷±۰/۶۵^{bc}

میانگین‌های هر ستون، که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۱ درصد در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند. خطای استاندارد برای ۲۵ تکرار

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج ارزیابی مقدار درصد روغن و پروتئین در ۱۳ رقم و ژنوتیپ برتر گردو در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان تغییرات درصد روغن در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۵۷/۰ تا ۷۲/۱ درصد متغیر بود. بیشترین درصد روغن به ترتیب برای نمونه‌های 'RDM'، Z_{67}، B_{21}، 'لارا'، 'وینا' و Z_{60} با ۷۲/۱، ۷۱/۶، ۷۰/۲، ۶۹/۶، ۶۸/۸ و ۶۷/۹ درصد مشاهده شد. در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی کمترین میزان روغن برای 'پدرو'، 'دماوند'، K_{72} و 'سر' به ترتیب با ۵۴/۴، ۵۵/۲، ۵۶/۱ و ۵۷/۰ درصد مشاهده شد. درصد روغن گزارش شده در آرژانتین برای ارقام 'سر'، 'چندلر' و 'لارا' به ترتیب ۷۲/۸، ۷۲/۵ و ۷۲/۲ درصد گزارش شده که بالاتر از نتایج این مطالعه بود (۱۴). همچنین در ترکیه برای رقم 'Şebin' میزان روغن ۶۹/۳ درصد گزارش شده است (۲۵). در بررسی ارقام برتر گردو شامل ارقام 'هارتلی'، 'پدرو'، Z_{60}، Z_{30}، 'جمال' و 'سر' بیشترین مقدار روغن با ۷۱/۲ درصد برای رقم 'سر' گزارش شد بود (۶). همچنین در ارزیابی ۱۲ ژنوتیپ گردو در استان مرکزی بیشترین درصد روغن گزارش شده ۷۳ درصد و برای ژنوتیپ MS_{43} بود. ممکن است یکی از دلایل عدم تطابق نتایج برای ارقام مشخص در مناطق مختلف، ارتفاع از سطح دریا و دمای فصل رشد باشد. چنانچه گزارش شده است با افزایش ارتفاع و متوسط دمای فصل رشد میزان روغن اکثر ارقام گردو افزایش می‌یابد (۱۰).

بیشترین درصد پروتئین به میزان ۱۹/۶ درصد برای رقم 'جمال' و کمترین درصد پروتئین به میزان ۱۲/۹ درصد در ژنوتیپ K_{72} مشاهده شد. در پژوهشی دیگر، بیشینه درصد پروتئین مغز گردو برای رقم 'پدرو' ۱۹ درصد گزارش شده است و سایر ارقام مورد بررسی شامل 'هارتلی'، 'پدرو'، Z_{60}، Z_{30} و 'جمال' به ترتیب پروتئین کمتری داشته‌اند (۶). در مقابل بیشترین درصد پروتئین (۱۴/۵ درصد) در ارزیابی ۱۲ ژنوتیپ گردو در استان مرکزی برای ژنوتیپ MS_{12}، ۱۴/۵ درصد بود که بسیار کمتر از نتیجه بدست آمده در این مطالعه می‌باشد (۵).

جدول ۲. میانگین (±SE) روغن و پروتئین کل در ۱۳ رقم و ژنوتیپ برتر گردو

ارقام و ژنوتیپ‌های برتر	روغن (%)	پروتئین (%)
'چندلر'	۵۸/۰±۱/۱^{c}	۱۶/۱±۰/۳^{ef}
'سر'	۵۷/۰±۱/۱^{d}	۱۸/۲±۰/۴^{bc}
'جمال'	۶۷/۰±۱/۲^{b}	۱۹/۶۳±۰/۴^{a}
Z_{60}	۶۸/۰±۳/۹^{ab}	۱۶/۶±۰/۶^{def}
'RDM'	۷۲/۱۱±۲/۸^{a}	۱۶/۹±۹/۸^{cde}
'وینا'	۶۸/۹±۱/۳^{ab}	۱۵/۳±۱/۰^{f}
'دماوند'	۵۵/۲±۳/۹^{d}	۱۷/۶±۰/۸^{cd}
Z_{53}	۶۱/۷±۲/۰^{c}	۱۹/۲±۰/۸^{ab}
'لارا'	۶۹/۷±۳/۳^{ab}	۱۷/۴±۰/۹^{cde}
B_{21}	۷۰/۲±۰/۸^{ab}	۱۷/۹±۰/۶^{bcd}
'پدرو'	۵۴/۴±۴/۳^{d}	۱۷/۹±۰/۹^{bcd}
Z_{67}	۷۱/۷±۰/۹^{a}	۱۷/۱±۰/۷^{cde}
K_{72}	۵۶/۱۳±۱/۰^{d}	۱۲/۸۸±۰/۷^{g}

میانگین‌های هر ستون، که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۱ درصد در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند، خطای استاندارد برای ۱۵ تکرار

Archive of SID
www.SID.ir

میانگین و خطای استاندارد اسیدهای چرب ۱۳ رقم و ژنوتیپ انتخاب شده در جدول ۳ آورده شده است. همچنین کروماتوگرام حاصل از تزریق روغن گردوی Z_{53} به دستگاه GC در شکل ۱ نشان داده شده است. شناسایی پیک‌های به دست آمده با توجه به تزریق استاندارد اسیدهای چرب شامل پالمتیک اسید (C۱۶:۰)، استئاریک اسید (C۱۸:۰)، اولئیک اسید (C۱۸:۱)، لینولئیک اسید (C۱۸:۲) و لینولنیک اسید (C۱۸:۳) انجام شد.

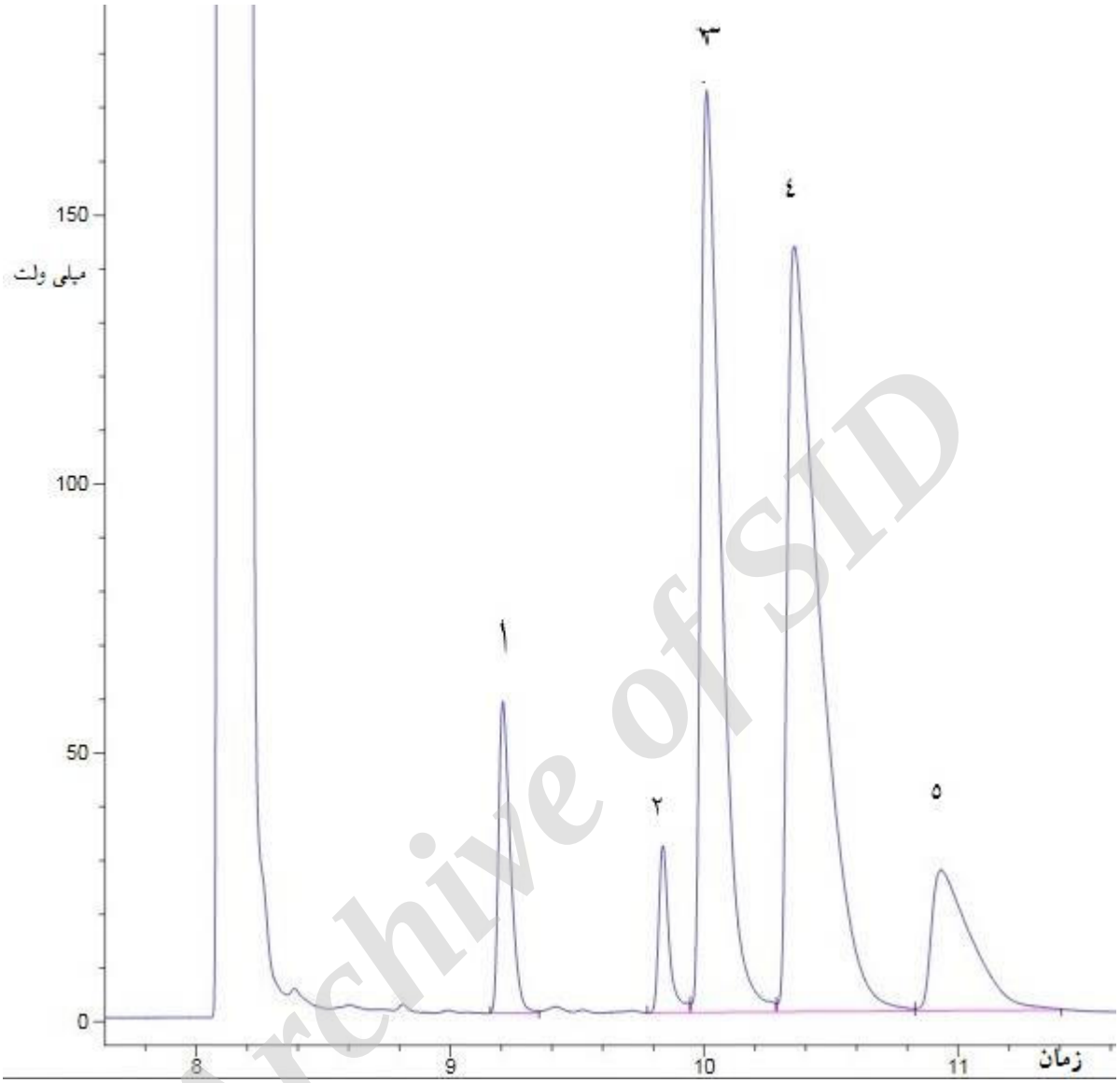
اسیدهای چرب غالب پیدا شده در روغن‌های گردو به ترتیب برای لینولئیک اسید ۵۳ درصد، برای اولئیک اسید ۲۶ درصد و برای لینولنیک اسید ۱۱ درصد بودند. همچنین میزان پالمیتیک اسید نیز ۷/۲ درصد بود. کمترین اسیدهای چرب اندازگیری شده به میزان ۳/۴ درصد مربوط به استئاریک اسید بود. کمترین لینولئیک اسید (امگا-۶) در ژنوتیپ K_{72} به میزان ۴۵/۷ درصد مشاهده شد که اختلاف زیادی را با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد جدول ۳). بیشترین امگا-۶ در ژنوتیپ Z_{60} (۶۷/۳ درصد) و به دنبال آن در 'چندلر' (۵۴/۹ درصد) مشاهده شد. بیشترین مقدار اولئیک اسید (امگا-۹) مربوط به ژنوتیپ‌های K_{72} و Z_{67} و ارقام 'سر' و 'جمال' بود و کمترین میزان آن برای ژنوتیپ Z_{60} (۱۸/۳ درصد) ثبت شد. در مورد لینولنیک اسید (امگا-۳) میزان تغییرات ۳/۱ تا ۱۴ درصد به ترتیب برای ژنوتیپ Z_{60} و 'چندلر' مشاهده شد به‌طوریکه بیشترین مقدار لینولنیک اسید (امگا-۳) در ارقام 'چندلر' و 'دماوند' و ژنوتیپ Z_{53} مشاهده شد.

جدول ۳. میانگین (±SE) اسیدهای چرب موجود در مغز ارقام و ژنوتیپ‌های برتر گردو

ارقام و ژنوتیپ‌های برتر	لینولئیک اسید (%) C۱۸:۲ ω_6	لینولنیک اسید (%) C۱۸:۳ ω_3	اولنیک اسید (%) C۱۸:۱ ω_9	استئاریک اسید (%) C۱۸:۰	پالمتیک اسید (%) C۱۶:۰
'چندلر'	۵۴/۹±۱/۰^{cde}	۱۴/۰±۱/۰^{f}	۲۰/۹±۱/۱^{abc}	۳/۴±۰/۳^{c}	۶/۹±۰/۲^{ab}
'سر'	۵۱/۵±۱/۷^{b}	۱۰/۸±۱/۲^{c}	۲۷/۹±۱/۱^{c}	۳/۴±۰/۱^{bc}	۷/۴±۰/۳^{b}
'جمال'	۵۱/۳±۱/۴^{b}	۸/۷±۱/۱^{b}	۳۰/۴±۰/۴^{c}	۳/۲±۰/۱^{ab}	۶/۳±۰/۲^{a}
Z_{60}	۶۷/۳±۲/۲^{f}	۳/۱±۱/۰^{a}	۱۸/۳±۰/۵^{a}	۳/۲±۰/۱^{ab}	۸/۱±۰/۳^{c}
'RDM'	۵۱/۱±۱/۱^{b}	۱۱/۳±۰/۹^{cd}	۲۶/۴±۰/۸^{c}	۲/۸±۰/۲^{f}	۸/۵±۱/۰^{c}
'وینا'	۵۲/۵±۰/۹^{b}	۱۱/۵±۱/۳^{cde}	۲۶/۰±۱/۳^{c}	۳/۳±۰/۱^{bc}	۶/۸±۰/۱^{a}
'دماوند'	۵۱/۹±۲/۰^{b}	۱۲/۸±۱/۰^{ef}	۲۴/۸±۰/۸^{bc}	۳/۶±۰/۱^{d}	۶/۹±۰/۳^{ab}
Z_{53}	۵۳/۱±۲/۶^{bc}	۱۳/۵±۱/۲^{ef}	۲۳/۸±۱/۱^{d}	۳/۲±۰/۲a-c	۶/۴±۰/۴^{a}
'لارا'	۵۲/۴±۱/۴^{b}	۱۱/۰±۱/۱^{cd}	۲۵/۴±۱/۰^{c}	۳/۶±۰/۱^{cd}	۷/۶±۰/۶^{b}
B_{21}	۵۳/۲±۲/۹^{bc}	۱۱/۲±۱/۲^{cde}	۲۵/۱±۱/۲^{a}	۳/۵±۰/۱^{cd}	۷/۰±۰/۴^{ab}
'پدرو'	۵۲/۳±۱/۳^{b}	۱۰/۲±۰/۲^{c}	۲۴/۳±۰/۷^{d}	۴/۳±۰/۰^{e}	۸/۴±۰/۳^{c}
Z_{67}	۵۱/۷±۱/۰^{b}	۹/۰±۱/۸^{bc}	۲۹/۹±۰/۷^{ab}	۳/۱±۰/۰^{ab}	۶/۳±۰/۳^{a}
K_{72}	۴۵/۷±۲/۳^{a}	۱۰/۲±۰/۷^{c}	۳۴/۲±۰/۵^{bc}	۳/۲±۰/۱^{ab}	۶/۷±۰/۲^{a}

میانگین‌های هر ستون، که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۱ درصد در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند. خطای استاندارد برای ۳ تکرار، ω_3: امگا-۳، ω_6: امگا-۶، ω_9: امگا-۹

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. بخشی از کروماتوگرام حاصل از تزریق روغن گردوی چندلر به روش کروماتوگرافی گازی (GC)، ستون CPSil88-.
پیک‌های شناسایی شده: ۱-پالمیتیک اسید (C۱۶:۰)؛ ۲- استئاریک اسید (C۱۸:۰)؛ ۳- اولئیک اسید (C۱۸:۱)؛ ۴- لینولئیک اسید (C۱۸:۲)؛ ۵- لینولنیک اسید (C۱۸:۳)

کمترین میزان پالمتیک اسید در رقم 'سر' و 'جمال' و ژنوتیپ Z_{67} و بیشترین مقدار در ارقام 'RDM' و 'پدرو' مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار استئاریک اسید در رقم 'RDM' (۲/۸ درصد) و بیشترین مقدار آن در رقم 'پدرو' (۴/۳ درصد) ثبت گردید. در تمام ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق به ویژه ژنوتیپ‌های Z_{60}، B_{21} و Z_{53} و ارقام 'پدرو' و 'چندلر' اسید چرب غالب لینولئیک اسید (امگا-۶) بود. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که از نظر نوع اسیدهای چرب گردو عموماً پس از لینولئیک اسید، اسیدهای چرب اولئیک، لینولنیک، پالمتیک و استئاریک اسید غالب هستند.

نتایج این پژوهش با نتایج به‌دست آمده در بررسی

Archive of SID
www.SID.ir

ترکیب اسیدهای چرب برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی گردو استان مرکزی مطابقت داشت (۴). همچنین مشاهدات بدست آمده در این پژوهش برای اسیدهای چرب غالب (به‌ترتیب لینولئیک، اولئیک، لینولنیک، پالمتیک و استئاریک اسید) مشابه با گزارشات منتشر شده در دیگر کشورها جهان مانند ترکیه (۲۵)، نیوزیلند (۱۸)، آرژنتین (۱۴) و پرتقال (۷) بود. همچنین در گزارش مشابهی برای ارقام گردو شامل 'جمال'، 'هارتلی'، 'پدرو'، Z_{60} و Z_{30}، لینولئیک اسید، اسید چرب غالب در مغز گردو گزارش شد و پس از آن لینولنیک، اولئیک، پالمتیک و استئاریک اسید غالب بودند (۶) که از نظر رتبه لینولنیک اسید و اولئیک اسید با نتایج این پژوهش متفاوت بود.

نسبت اسیدهای چرب به طور قابل توجهی در ارزش اقتصادی و تغذیه گردو مهم است. این امر ممکن است در انتخاب رقم و ژنوتیپ گردو برای کاربردهای خاص یا به‌عنوان منبع تأمین مواد غذایی فراسودمند[1] مهم باشد. مقایسه نسبت اسیدهای چرب اشباع (SFA[2])، اسیدهای چرب غیر اشباع (UFA[3])، اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA[4]) در جدول ۴ نشان داده شده است. در تمام موارد، اسیدهای چرب غیراشباع بیش از ۹۰ درصد کل اسیدهای چرب روغن گردو را تشکیل می‌دهند. اسیدهای چرب غیراشباع بین ۸۶/۸ درصد ('پدرو') تا ۹۰/۶ درصد (Z_{67}) کل اسیدهای چرب متغیر بودند. در حالی که، اسیدهای چرب اشباع کمتر از ۱۰ درصد کل اسیدهای چرب را شامل شدند. رقم 'پدرو' بالاترین درصد (۱۲/۷ درصد) اسید چرب اشباع را نشان داد (جدول ۴). همچنین، بالاترین درصد PUFA در ژنوتیپ Z_{60} (۷۰/۴ درصد) و رقم 'چندلر' (۶۸/۹ درصد) مشاهده شد. در بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ارقام و ژنوتیپ های روغن گردو در آرژانتین گزارش شد که 'لارا' دارای بیشترین اسید چرب اشباع (۸/۱۵ درصد) و رقم 'چندلر' با ۷۵/۴ درصد دارای بالاترین درصد اسیدهای چرب غیراشباع است و رقم 'سر' با کمترین اسید چرب اشباع (۶/۶ درصد) و بالاترین اسید چرب تک غیراشباعی (۲۵/۴ درصد) است (۱۴).

نسبت UFA/SFA در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۶/۸ (در 'پدرو') تا ۹/۶ (در Z_{67}) متغیر بود. به‌طوریکه پس از 'پدرو' برای رقم 'جمال' و ژنوتیپ‌های Z_{67}، Z_{53} و K_{72} بالاترین نسبت UFA/SFA مشاهده شد. نسبت PUFA/SFA بین ۴/۹ (در 'پدرو') تا ۶/۹ (در Z_{53}) متغیر بود. با توجه به اهمیت بالای نسبت PUFA/SFA در مواد خوراکی چنانچه در نتایج مشخص است پس از ژنوتیپ Z_{53} به ترتیب ارقام و ژنوتیپ‌های 'چندلر'، Z_{67}، 'جمال' و 'وینا' قرار می‌گیرند.

در برخی موارد مصرف گردو به خاطر ارزش کالری خیلی بالای آن که ناشی از محتوای بالای روغن کل گردو است، محدود شده است. لیکن این دیدگاه در حال تغییر است. زیرا وقتی گردو به عنوان یک غذای جایگزین استفاده می‌گردد، باعث بالا رفتن وزن بدن نمی‌شود (۱۷). علاوه بر این، مصرف متوسط گردو به‌خاطر جلوگیری از بیماری‌های قلبی توصیه شده است (۱۶). از میان تمام ترکیبات مفید مغز گردو، خاصیت آن در جلوگیری از بیماری‌های قلبی بیشتر به محتوای بالای PUFA (لینولئیک، لینولنیک اسید) و به نسبت بالایی از PUFA/SFA و UFA/SFA در پروفایل اسیدهای چرب روغن گردو بر می‌گردد که نسبت بالای از PUFA/SFA و UFA/SFA ناشی از مقدار بالای امگا-۳ (لینولئیک اسید) در روغن گردو است.

اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ در بدن انسان سنتز

1 Functional
2 Saturated fatty acid
3 Unsaturated fatty acid
4 Poly unsaturated fatty acid

Archive of SID
www.SID.ir

نمی‌شود و یک بخش بسیار مهم در عملکرد و ساختار سلول‌ها می¬باشند. کمبود این اسیدهای چرب ضروری باعث ایجاد بیماری‌های قلبی، سرطان، التهاب می‌شود (۲۰). غذاهای با منشأ گیاهی به ندرت دارای محتوای بالایی از اسید چرب امگا-۳ هستند. در مقایسه با دیگر محصولات خشکباری که بیشتر محتوای اسیدهای چرب تک غیر اشباعی هستند، گردوها به دلیل محتوای بالای امگا-۳ یک دانه منحصر به فرد هستند.

مطالعات پزشکی پیشنهاد کرده است که، لینولئیک اسید امگا-۳ نقش تاثیرگذاری در جلوگیری از بیماری قلبی عروقی دارد (۱). به‌دلیل محتوای بالای لینولئیک اسید در ژنوتیپ‌های Z_{53} و Z_{60} (به‌ترتیب ۶۶/۶ درصد و ۷۰/۴ درصد) و رقم 'چندلر' (۶۸/۹ درصد) در مقابل دیگر ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه درصد بالایی از PUFA را نشان می‌دهند. از این رو با توجه به نتایج ثبت شده ژنوتیپ‌ها و ارقامی که درصد بالایی از PUFA می‌توانند کمک بسیار مهمی را در تأمین امگا-۳ روزانه بدن انسان داشته باشند، همچنین از نظر تئوری این ژنوتیپ‌ها و ارقام بیشترین حساسیت را به پراکسیداسیون اسیدهای چرب دارند و بنابراین عمر نگه‌داری آنها پس از برداشت کوتاه‌تر است (۱۴).

جدول ۴. میانگین (±SE) نسبت‌های اسیدهای چرب در روغن گردوی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف

ارقام و ژنوتیپ‌های برتر	PUFA/SFA	UFA/SFA	PUFA[1]	UFA[2]	SFA[3]
'چندلر'	۶/۷±۰/۱^{b}	۸/۷±۰/۱^{e}	۶۸/۹±۲/۷^{bd}	۸۹/۷±۰/۳^{c}	۱۰/۳±۰/۲^{e}
'سر'	۵/۸±۰/۱^{c}	۸/۴±۰/۰^{ef}	۶۲/۳±۲/۰	۸۹/۲±۰/۲^{c}	۱۰/۸±۰/۴^{e}
'جمال'	۶/۳±۰/۱^{d}	۹/۵±۰/۱^{a}	۶۰/۰±۳/۱^{a}	۹۰/۵±۰/۳^{a}	۹/۵±۰/۴^{a}
Z_{60}	۶/۲±۰/۰^{d}	۷/۹±۰/۰^{c}	۷۰/۴±۱/۷^{bd}	۸۸/۷±۰/۵^{c}	۱۱/۳±۰/۵^{b}
'RDM'	۵/۵±۰/۱^{ac}	۷/۹±۰/۱^{cd}	۶۲/۴±۲/۴^{e}	۸۸/۸±۱/۴^{c}	۱۱/۳±۰/۳^{b}
'وینا'	۶/۳±۰/۰^{d}	۸/۹±۰/۱^{f}	۶۳/۷±۳/۶^{def}	۸۹/۹±۱/۲^{cd}	۱۰/۱±۰/۴^{e}
'دماوند'	۶/۲±۰/۱^{d}	۸/۵±۰/۱^{f}	۶۴/۷±۲/۵^{ef}	۸۹/۵±۱/۰^{cd}	۱۰/۵±۰/۳^{ef}
Z_{53}	۶/۹±۰/۰^{b}	۹/۴±۰/۰^{a}	۶۶/۶±۲/۰^{bde}	۹۰/۴±۱/۰^{a}	۹/۶±۰/۲^{a}
'لارا'	۵/۷±۰/۱^{c}	۷/۹±۰/۰^{c}	۶۳/۴±۲/۶^{ef}	۸۸/۹±۱/۴^{bcd}	۱۱/۲±۰/۳^{b}
B_{21}	۶/۱±۰/۱^{cd}	۸/۵±۰/۰^{ef}	۶۴/۴±۱/۲^{f}	۸۹/۵±۱/۲^{bcd}	۱۰/۵±۰/۴^{f}
'پدرو'	۴/۹±۰/۱^{a}	۶/۸±۰/۰^{b}	۶۲/۵±۳/۲^{e}	۸۶/۸±۰/۷^{b}	۱۲/۷±۰/۳^{c}
Z_{67}	۶/۵±۰/۰^{b}	۹/۶±۰/۰^{a}	۶۰/۷±۲/۷^{ae}	۹۰/۶±۰/۳^{a}	۹/۴±۰/۴^{a}
K_{72}	۵/۶±۰/۱^{c}	۹/۱±۰/۱^{ef}	۵۵/۹±۲/۹^{c}	۹۰/۱±۱/۹^{d}	۹/۹±۰/۵^{ae}

SFA (اسیدهای چرب اشباع؛ **C۱۶:۰**، **C۱۸:۰**)، **UFA** (اسیدهای چرب غیراشباع؛ **C۱۸:۱**، **C۱۸:۲**، **C۱۸:۳**)، **PUFA** (اسیدهای چرب چند غیراشباع؛ **C۱۸:۲**، **C۱۸:۳**)

1 Polyunsaturated fatty acids
2 Unsaturated fatty acids
3 Saturated fatty acids

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به ترکیب متغیر اسیدهای چرب در ارقام و ژنوتیپ‌های گردو، این ترکیبات نیز می‌توانند به عنوان صفت گزینشی در ارقام گردو مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر اختلافات ژنتیکی مربوط به ارقام، فاکتورهای دیگری نیز می‌توانند در مقدار کیفیت روغن گردو تأثیر داشته باشند که از این جمله می‌توان به محل جغرافیایی، اثرات اقلیمی، میزان رسیدن میوه، نحوه برداشت و نگهداری آن‌ها اشاره نمود (۱).

در پژوهش حاضر، از بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی که در شرایط استان همدان پروش یافته بودند، ارقام و ژنوتیپ‌هایی که دارای درصد بالای روغن یا مقدار زیادی پروتئین بوده‌اند را می‌توان به‌عنوان ارقام برتر برای استفاده در صنایع غذایی و دارویی معرفی کرد. به‌خصوص برای تهیه پپتیدهای طبیعی از پروتئین گردو، استفاده از ارقامی که دارای درصد پروتئین بالاتری هستند، ارجحیت دارد. رقم 'RDM' با داشتن ظاهری کوچک و میانگین وزنی کم، کمتر مورد توجه قرارمی‌گیرد. درعین حال این ژنوتیپ دارای درصد بالایی روغن می‌باشد. رقم 'جمال' نیز با داشتن درصد بالای پروتئین، روغن و درصد مغز می‌تواند کاربرد زیادی در رژیم غذایی افراد داشته باشد. همچنین ژنوتیپ‌هایی مانند 'RDM'، Z_{67} و جمال علاوه بر داشتن خصوصیات فیزیکی مناسب (داشتن میانگین وزنی و درصد مغز بالا)، کیفیت بالایی از لحاظ مقدار روغن و پروتئین در منطقه تویسرکان دارا می‌باشند.

تشکر وقدردانی

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی تحت عنوان تأثیر زمان برداشت و عوامل پس از برداشت بر تغییرات مواد فراسودمند ارقام برتر گردوی ایرانی در جهت کاهش ضایعات محصول، تحت شماره ۹۲۰۰۲۸۲۹ و با پشتیبانی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور انجام پذیرفته است.

منابع

۱. ابراهیمی ع، مقدم م، زمانی ذ و وحدتی ک (۱۳۸۸) بررسی تنوع ژنتیکی ۶۰۸ ژنوتیپ بذری گردو (Juglans regia L.) و انتخاب برخی از ژنوتیپ های دارای صفات برتر. علوم باغبانی ایران. ۴۰(۴): ۹۴-۸۳.

۲. احتشام نیا ع، شریفانی م، وحدتی ک، مقدم و، موسوی زاده س ج و محسنی پورتوکلی س (۱۳۸۸) بررسی تنوع مورفولوژیکی توده های گردوی بومی مناطق مختلف استان گلستان پژوهش‌های تولید گیاهی ۳(۱۶): ۳۵-۲۹.

۳. حسنی د، عاطفی ج، حقجویان ر، دستجردی ر، کشاورزی م، مظفری م، سلیمانی ا، رحمانیان ع، نعمتزاده ف و مالمیر ع (۱۳۹۱) جمال، رقم جدید گردوی ایرانی برای کاشت در مناطق معتدل سرد ایران. به نژادی نهال و بذر. ۲۸(۳): ۵۲۵-۵۲۷.

۴. قاسمی م، ارزانی ک، حسنی د و قاسمی ش (۱۳۸۹) ترکیب اسیدهای چرب برخی از ژنوتیپ¬های انتخابی گردو (Juglans regia L.) در استان مرکزی. علوم و صنایع غذایی. ۱(۷): ۳۷-۳۱.

۵. قاسمی م، ارزانی ک، حسنی د و قاسمی ش (۱۳۹۰) تنوع در خصوصیات میوه ۱۲ ژنوتیپ گردو (. Juglans regia L) در استان مرکزی. علوم و صنایع غذایی. ۳۱(۸): ۶۸-۶۳.

۶. گلزاری م، راحمی م، حسنی د، وحدتی ک و محمدی ن (۱۳۹۲) بررسی میزان پروتئین، روغن و اسیدهای چرب برخی ارقام گردو (Juglans regia L.) و تأثیر دانه گرده بر برخی خصوصیات آن. علوم و صنایع غذایی. ۳۸(۱۰): ۳۱-۲۱.

Archive of SID
www.SID.ir

7. Amaral JS, Casal S, Pereira JA, Seabra RM and Oliveira BP (2003) Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (Juglans regia L.) cultivars grown in Portugal. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51(26): 7698-7702.

8. AOAC Official (2006) Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington D.C., 1990.

9. Arzani K, Mansouri-Ardakan H, Vezvaei A and Roozban MR (2008) Morphological variation among Persian walnut (Juglans regia L.) genotypes from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 36(3): 159-168.

10. Atefi J (1997) Study on phenological and pomological characters on walnut promising clones in Iran. Acta Horticulturae. 442: 101-108.

11. Ebrahimi A, Fattahi Moghadam M, Zamani Z and Vahdati K (2009) An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. Iranian Journal of Horticultural Science. 40: 83-94.

12. FAO-statistical yearbook Agricultural production (2011) Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. [Online]. Available at http://faostat3.fao.org/ faostat-gateway/go/to/compare/Q/QC/E).

13. Mao XY and Hua YF (2012) Chemical composition, molecular weight distribution, secondary structure and effect of NaCl on functional properties of walnut (Juglans regia L) protein isolates and concentrates. Journal of Food Science and Technology. 51(8): 1473-1482

14. Martínez ML and Maestri DM (2008) Oil chemical variation in walnut (Juglans regia L.) genotypes grown in Argentina. European Journal of Lipid Science and Technology. 110(12): 1183-1189.

15. Rezaei R, Hassani Gh, Hassani D and Vahdati K (2008) Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz-Orumia. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology. 9: 205-214.

16. Ros E (2009) Nuts and novel biomarkers of cardiovascular disease. American Journal of Clinical Nutrition 89 (5): 1649–1656.

17. Sabate´ J (2003) Nut consumption and body weight. American Journal of Clinical Nutrition. 78(3): 647S–650S.

18. Savage GP (2001) Chemical composition of walnuts (Juglans regia L.) grown in New Zealand. Plant Foods for Human Nutrition. 56(1): 75–82.

19. Sharma OC and Sharma SD (2001) Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (Juglans regia L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. Scientia Horticulturae. 88(2): 163-171.

20. Simopoulos AP (2008) The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. Experimental Biology and Medicine 233(6): 674–688.

21. Soleimani A, Rabie V Hassani D and Amiri MA (2009) Effects of rootstock and cultivar on propagation of Persian walnut (Juglans regia L.) using hypocotyle grafting. Seed and Plants Production Journal. 25: 93-101.

22. Vahdati K (2006) Establishment of Walnut Nursury. Khaniran Publication. Tehran, Iran, 126 p.

23. Vanhanen LP and Savage GP (2006) The use of peroxide value as measure of quality for walnut

Archive of SID
www.SID.ir

stored at five different temperatures using three different types of packaging. Food Chemistry. 99(1): 64-69

24. Yarilgac T, Koyuncu F, Koyuncu MA, Kazankaya A and Sen SM (2001) Some promising walnut selections (Juglans regia L.).Acta Horticulturae. 544: 93-96.

25. Yerlikaya C, Yucel S, Erturk Ü and Korukluoğlu M (2012) Proximate composition, minerals and fatty acid composition of Juglans regia L. genotypes and cultivars grown in Turkey. Brazilian Archives of Biology and Technology. 55(5): 677-683.

26. Zeneli G, Kola H and Dida M (2005) Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Scientia horticulturae, 105(1): 91-100.

Archive of SID

www.SID.ir