نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۱۷-۱۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 1, Spring 2014, P. 10-17
ISSN: 2008 - 4730

بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی پسته دانشمندی (*Pistacia vera* L. Cv. Daneshmandi) در مقایسه با برخی ارقام تجاری استان خراسان

محمدشاهین دانشمندی[۱*]- مجید عزیزی [۲]- رضا فرهوش[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱/۲۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۶/۵

چکیده

در پژوهش حاضر، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی پسته رقم دانشمندی با سه رقم غالب استان خراسان شامل بادامی سفید، کله قوچی و اکبری مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد نظر شامل وزن تر و خشک میوه، وزن تر و خشک پوست سبز، وزن مغز سبز، وزن پوست استخوانی، درصد پوکی و خندانی، حجم میوه و حجم مغز سبز، درصد روغن، میزان و نوع اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، پلی فنل کل توکوفرول کل، عدد پراکسید و عدد اسیدی بودند. نتایج نشان داد پسته دانشمندی از نظر شاخص های مهمی مانند وزن مغز سبز، درصد خندانی و نسبت مغز سبز به میوه برتر از سایر ارقام مورد مطالعه است. رقم دانشمندی نسبت به ارقام کله قوچی, اکبری و بادامی سفید دارای بیشترین درصد روغن (۵۱/۸۲ درصد) و بالاترین نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباع به اشباع بود (۲/۸۲). از نظر میزان مواد آنتی‌اکسیدانی (توکوفرول و پلی فنل کل) رقم دانشمندی نسبت به سایر ارقام در جایگاه دوم قرار گرفت و در مقابل کمترین میزان پراکسید (که باعث کاهش ارزش غذایی پسته می شود) در رقم دانشمندی بدست آمد. (۲/۷۰۲ میلی‌اکی‌والان گرم بر کیلوگرم روغن). همچنین میزان اسیدیته در رقم دانشمندی ۰/۴۹ میلی گرم پتاس بر گرم روغن بود که نسبت به رقم کله قوچی (۰/۶۲۷ میلی گرم پتاس بر گرم روغن) ۲۷ درصد کاهش نشان داد. بر اساس نتایج این تحقیق، استنباط می‌شود پسته دانشمندی می تواند یک رقم مناسب برای تولید تجاری بوده و جایگاه صادراتی این محصول ملی را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، پسته دانشمندی، عدد اسیدی، عدد پراکسید

مقدمه

به روایت اسناد تاریخی موطن اصلی پسته در شمال شرق خراسان بزرگ و جنگل های خواجه سرخس است. نخعی‌نژاد (۱۶) پیشینه اهلی کردن پسته را به قرن ششم و در شهرهای سبزوار و فردوس نسبت داده است. از مهمترین مناطق کشت و پرورش پسته در ایران می‌توان رفسنجان، کرمان، دامغان و شهرستان فیض آباد مه ولات در استان خراسان را نام برد. مهمترین ارقام رفسنجان کله قوچی و اوحدی است (۱۰). ولیکن ارقام کله قوچی، بادامی سفید، پسته قرمز، پسته گرمه، برگ سیاه و پسته دانشمندی از ارقام غالب استان خراسان است (۱). بزرگترین مرکز کشت و پرورش پسته در خراسان، شهرستان فیض آبادِ مه ولات است که سابقه‌ای‌کهن در کشت و پرورش آن دارد. بیش از ۴۲ درصد از کل پسته خراسان در ۱۰۱۰۰ هکتار باغات مثمر این شهرستان تولید می‌شود که از این لحاظ فیض آبادِ مه ولات در رتبه نخست قرار دارد. میزان تولید پسته این منطقه در سال ۱۳۸۸ بالغ بر ۱۴۵۰۰ تن با میانگین ۱۵۱۵ کیلوگرم پسته خشک در هکتار بوده است (۲). شرافتی (۹) با شناسایی دوازده رقم بومی و غیر بومی کشت شده در فیض آباد به بررسی بیش از یکصد صفت فیزیکی و فنولوژیکی آنان پرداخت. این ارقام شامل کله قوچی، اکبری، بادامی سفید، پسته گرمه، عباسعلی، پسته قرمز، برگ سیاه، ممتاز، شاه پسند، خنجری و پسته دانشمندی بودند.

پسته دانشمندی (*Pistacia vera* L. Cv. Daneshmandi)، رقمی جدید از پسته اهلی است که در شهرستان فیض آباد کشت می‌شود. این رقم در سال ۱۳۸۵ در مرکز اطلاعات کشاورزی کشور به ثبت رسید (تحت شماره ۸۵/۱۸ – ۸۵/۱/۲۲). گزارش شرافتی

۱- کارشناس ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه کشاورزی
(*- نویسنده مسئول: Email: sh-daneshmandi@hotmail.com)
۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(۱۰) نشان داد پسته دانشمندی در اکثر صفات فیزیکی (متوسط وزن خوشه، وزن پسته تازه، انس پسته، درصد خندانی و حداقل پوکی) حائز رتبه اول یا دوم است. پوست سبز کامل و ناشکوفای این رقم مانع مهمی در ورود عوامل آلوده کننده قارچی است و محصول را به هنگام بروز عوارض جوی غیر منتظره (گرما، سرما و بارندگی نابهنگام) و برداشت با تاخیر حفاظت می‌نماید. افشاری و همکاران (۴) شکاف زود هنگام پوسته سبز پسته در امتداد پوسته سخت آن را عامل مهمی در آلودگی مایکوتوکسینی اعلام کردند. گزارش برخی محققین از جمله پیرسون و همکاران (۳۱) و تکین و همکاران (۳۴) بیانگر تاثیر مثبت مواد آنتی‌اکسیدانی پوست سبز پسته در عدم آلودگی مغز پسته به آفلاتوکسین است.

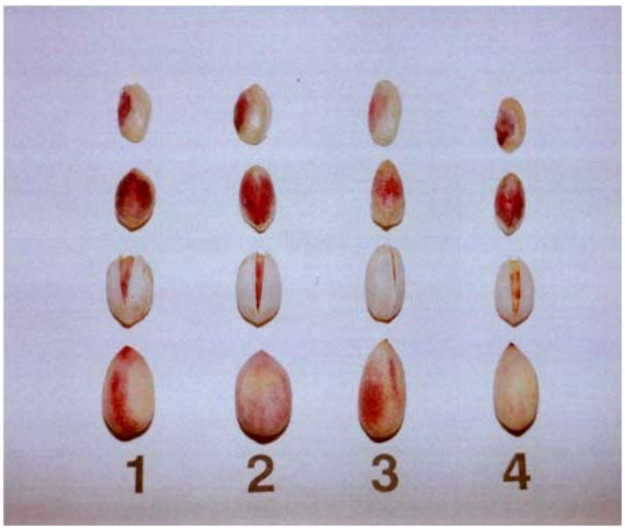
ارزش غذایی مغز پسته نیز از نکات مهمی است که در شرایط رقابتی حال حاضر باید توجه خاصی به آن داشت. در این خصوص می‌توان به نسبت بالای اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع اشاره کرد که باعث افزایش ارزش غذایی مغز پسته می شود. طبق گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO) ایران در سال ۲۰۱۱ با تولید بیش از ۴۷۲۰۰۰ تن بزرگترین تولید کننده و صادرکننده پسته جهان بوده است (۲۵). هر چند طبق همین گزارش بین سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ تولید و صادرات پسته ایران رو به افزایش بوده اما نمی‌توان از رقابت جدی برخی کشورها از جمله آمریکا، چین، ترکیه، یونان، ایتالیا و سوریه برای تصاحب جایگاه ایران غافل شد (۶). مزیت صادراتی و ارزش غذایی پسته باعث اهتمام برخی کشورها به روش های به زراعی و به نژادی و معرفی ارقام جدیدی مانند Pontikis (در یونان)، Sirora(در استرالیا) و Golden Hill's (در کالیفرنیا) گردید (۲۷). بنابراین لازم است برای حفظ جایگاه استراتژیک ایران علاوه بر گسترش کمّی سطح زیر کشت پسته، خصوصیات کیفی آن مانند میزان و پایداری روغن، ترکیب اسیدهای چرب، خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و کاهش آلودگی قارچی را نیز مد نظر داشت.

پژوهش حاضر با هدف مقایسه برخی صفات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی سه رقم غالب پسته (از نظر سطح زیر کشت در شهرستان فیض آباد مه ولات) با رقم دانشمندی طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۸۷و ۱۳۸۸ در شهرستان فیض آباد واقع در ۲۰۰ کیلومتری جنوب مشهد روی چهار رقم پسته شامل پسته دانشمندی، کله قوچی، اکبری و بادامی سفید انجام پذیرفت (شکل ۱). شهرستان فیض آباد در موقعیت جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۹ درجه ۵ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۸۵۰ متری از سطح دریا قرار دارد (۵). شمال شهرستان دارای اقلیمی کوهستانی است که با حرکت به سمت مناطق جنوبی به اقلیم خشک و بیابانی تغییر می‌کند. سن درختان ۱۲ تا ۱۳ سال و پایه همگی از رقم بادامی محلی و گرده افشانی به صورت آزاد صورت پذیرفت. در زمان بهینه برداشت محصول، تعداد ۴ درخت از هر رقم انتخاب و سپس به صورت کاملاً تصادفی تعداد ۱۰۰ عدد پسته بالغ با پوست تازه از کل محصول درخت جدا گردید. هر رقم در حکم یک تیمار (چهار تیمار) و محصول برداشت شده از هر درخت به عنوان یک تکرار مد نظر قرار گرفت (چهار تکرار که هر یک شامل ۱۰۰ عدد پسته تازه بود).

اندازه گیری صفات فیزیکی: این صفات شامل وزن تر و خشک میوه، وزن تر و خشک پوست سبز، وزن مغز سبز، وزن پوست استخوانی، درصد پوکی و خندانی، حجم میوه و حجم مغز سبز بود.



شکل۱- ارقام پسته مورد مطالعه: پسته دانشمندی(۱)، رقم کله قوچی(۲)، رقم اکبری(۳)، رقم بادامی سفید(٤)

نمونه ها توسط ترازوی دیجیتال با دو رقم اعشار توزین شد. همچنین برای تعیین حجم میوه و مغز سبز از استوانه مدرج استفاده گردید.

استخراج روغن: روغن نمونه‌ها به روش استخراج سرد و با هگزان نرمال ۹۹ درصد استخراج گردید (1:5w/v). ابتدا روغن توسط پارچه تنظیف و سپس با عبور از کاغذ صافی واتمن شماره یک فیلتر گردید و در نهایت حذف حلال توسط دستگاه تبخیرگردان[1] (در دمای۴۰ درجه سانتیگراد) و گاز ازت خشک انجام پذیرفت.

ترکیب اسیدهای چرب[2]: ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع توسط دستگاه گازکروماتوگراف (GC) مدل Yamuglin-6000. Korae با ستون 0.25µm×120m نوع bpx 70 مشخص گردید. از هلیم به عنوان گاز حامل استفاده شد. دمای ستون۶۰ درجه سانتیگراد بود که طی مدت ۵۴ دقیقه به ۱۹۸ درجه سانتیگراد رسانده شد. سرعت جریان گاز حامل ۵۰ میلی لیتر بر دقیقه و میزان تزریق روغن توسط سرنگ هامیلتون (انژکتور) در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد انجام شد.

اعداد پراکسید[3](PV) و اسیدی[4] (AV): عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم روغن بر اساس روش اسپکتروفتومتری شانتا و دکر (روش تیوسیانات، ۳۲) اندازه‌گیری شد. برای تعیین عدد اسیدی (میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن) از روش AOAC (۲۲) استفاده گردید.

پلی فنل کل[5] (TP): پلی فنل کل به روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از معرف Folin–Ciocalteau و بر اساس روش کاپانسی و همکاران (۲۳) مشخص شد.

توکوفرول کل[6] (TT): برای اندازه‌گیری توکوفرول به روش رنگ سنجی و بر اساس روش وانگ و همکاران (۳۵) عمل شد.

تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش بصورت تجزیه مرکب در زمان آنالیز شد (زمان= سال انجام آزمایش). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی میوه و مغز سبز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تفاوت تمام خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه به جز وزن خشک پوست سبز در بین ارقام معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین پسته دانشمندی با سایر ارقام در برخی از صفات فیزیکی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). بر این اساس، بیشترین حجم مغز سبز و بالاترین نسبت مغز سبز به میوه، بیشترین درصد خندانی و کمترین میزان پوکی به رقم دانشمندی اختصاص داشت (به ترتیب ۱۲۳/۸۸ میلی لیتر، ۵۵/۸۶، ۹۴/۷۵ درصد و ۱/۲ درصد).

حجم میوه و نسبت بالای مغز سبز نشانه درشتی محصول و بیانگر ارزش اقتصادی آن است. بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها، بین وزن تر میوه (پسته تازه) و وزن خشک میوه (پسته خشک) ارقام اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. رقم کله قوچی دارای بیشترین وزن تر و وزن خشک میوه بود و رقم دانشمندی در هر دو صفت در جایگاه دوم قرار داشت (به ترتیب در رقم کله قوچی ۳۷۳/۷ و ۱۴۴/۸۹ گرم و در رقم دانشمندی ۲۸۵/۱۵ و ۱۲۷/۱۷ گرم).

بر اساس نتایج حاصل، رقم کله قوچی دارای بیشترین وزن تر پوست سبز بود و رقم دانشمندی در رتبه دوم قرار داشت (به ترتیب ۱۳۷/۲۵ و ۱۰۰/۲۵ گرم) اما رقم دانشمندی حائز بیشترین ماده خشک در پوست سبز بود (نسبت ۱/۴). افزایش ماده خشک پوست سبز در این رقم احتمالاً ناشی از تراکم مواد پکتینی، فیبر و الیاف سلولزی می باشد. تراکم الیاف سلولزی باعث انسجام و افزایش ضریب مقامت پوست سبز می‌شود. این عامل، سهم مهمی در کاهش عارضه زود خندانی (شکاف زود هنگام پوسته سبز) و آلودگی‌های توکسینی دارد.

رقم دانشمندی دارای بیشترین درصد خندانی و کمترین درصد پوکی نسبت به سایر ارقام بود (به ترتیب ۹۴/۷۵ و ۱/۲ درصد). محصول زیاد، عدم مدیریت و ساختار ژنتیکی از عوامل تولید میوه‌های پوک هستند (۷ و ۲۷)، نتایج تحقیق شرافتی (۱۰) به طورکامل نتیجه پژوهش حاضر را در خصوص درصد پوکی این رقم تایید می‌کند. لذا میزان محصول را نمی‌توان در کاهش درصد پوکی این رقم دخیل دانست. بنابراین پوکی اندک میوه‌ها در رقم دانشمندی می‌باید با خصوصیات ژنتیکی آن مرتبط بوده و عاملی تواتری (وراثتی) باشد، هر چند تحقیقات تکمیلی در خصوص تاثیر شرایط محیطی و ژنوتیپ و چگونگی گرده افشانی بر میزان پوکی اجتناب ناپذیر است.

1- Rotary Evaporator
1- Fatty Acid
2- Peroxide Value
3- Acid Value
4- Total Phenolics Content
5- Total Tocopherols Content

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین صفات فیزیکی ارقام مورد آزمایش

صفات فیزیکی ارقام (به ازاء یکصد عدد میوه)	دانشمندی	کله قوچی	اکبری	بادامی سفید
وزن میوه تر(gr)	۲۸۵/۱۵b	۳۷۳/۷a	۲۵۳/۲۲c	۲۲۲/۳۲d
وزن میوه خشک(gr)	۱۲۷/۱۷b	۱۴۴/۸۹a	۱۲۳/۳۶b	۹۵/۳۶c
وزن تر پوست سبز (gr)	۱۰۰/۱۲b	۱۳۷/۲۵a	۸۵/۵c	۸۴/۸c
وزن خشک پوست سبز (gr)	۲۷/۴۶a	۲۹/۶a	۲۰/۲۸b	۲۰/۴۸b
وزن مغز خشک (gr)	۷۱/۰۴b	۷۷/۵۲a	۶۴/۲۷c	۵۵/۶d
وزن پوست استخوانی(gr)	۵۶/۱۲b	۶۷/۳۷a	۵۹/۰۸b	۳۹/۷۶c
درصد پوک (%)	۱/۲c	۴/۵b	۴/۶b	۵/۲a
درصد خندانی (%)	۹۴/۷۵a	۸۷/۹b	۹۴/۷۵a	۹۱/۹a
حجم میوه (ml)	۱۵۳/۱۵b	۱۷۰/۳۹a	۱۵۱/۰۳bc	۱۲۹/۷۸d
حجم مغز (ml)	۱۲۳/۸۸a	۱۱۷/۰۸b	۱۱۳/۸۹bc	۹۶/۳۹ c
نسبت وزن مغز به وزن میوه	۵۵/۸۶ab	۵۳/۵b	۵۲/۰۹b	۵۸/۰۳a
اونس (oz)*	۲۲/۳b	۱۶/۵c	۲۳b	۲۹/۸a

- در هر سطر بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

*- تعداد میوه پسته که یک اونس وزن داد.

از جمله عوامل خندانی پسته (شکوفایی پوست استخوانی به هنگام رسیدن میوه) می‌توان به درشت شدن مغز سبز و در نتیجه ایجاد فشار فیزیکی به پوست استخوانی اشاره کرد. بر اساس نظر فرگوسن (۲۷) همواره بین حجم مغز سبز و خندانی همبستگی مثبتی وجود داشته و هر چه قطر مغز سبز بیشتر باشد، درصد خندانی نیز افزایش می‌یابد.

خصوصیات بیوشیمیایی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس بین ارقام از نظر میزان روغن، عدد پراکسید، توکوفرول کل و عدد اسیدی اختلاف معنی داری وجود داشت، اما بین ارقام از نظر میزان پلی فنل کل خنثلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بارزترین خصوصیت کیفی پسته، روغن آن است. اما به همان اندازه که میزان روغن ارزشمند است، مواد ضد اکسایشی موجود در میوه پسته نیز حائز اهمیت است. پایدار کننده‌های طبیعی موجود در میوه پسته مانع از هیدرولیز چربی‌ها شده، عمر ماندگاری محصول[1] را افزایش می‌دهند. عواملی مانند اسیدهای چرب آزاد، میزان اکسیژن، درجه حرارت، فلزات سنگین و نور بر اکسایش چربی‌ها و لیپیدها موثر هستند (۱۱و ۲۴). این عوامل منفی باعث توسعه طعم و رنگ نامطلوب، تندی و کاهش ارزش تغذیه‌ای پسته می‌شوند (۱۸).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها، میزان روغن ارقام دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود (جدول۲). بیشترین میزان روغن در پسته دانشمندی با ۵۱/۸۲ درصد مشاهده شد. افشاری و همکاران (۳) دانه‌های گرده پایه نر را در میزان روغن موثر توصیف کردند. بر پایه این گزارش، میزان روغن رقم کله قوچی گرده افشانی شده با چهار ژنوتیپ والد پدری بین ۳۹ تا ۴۶/۹ درصد متغیر بود. در تحقیقی دیگر میزان روغن رقم اوحدی در کشور ترکیه ۵۱/۷ درصد اعلام شد (۲۰). آگار و همکاران (۱۹) بیان داشتند میزان چربی تحت کنترل عوامل ژنتیکی است، هر چند احتمال دارد دما نیز آن را تحت تاثیر قرار دهد.

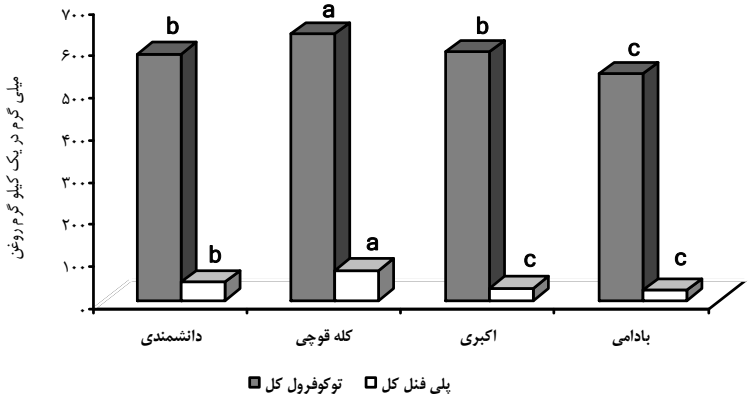
پراکسیدها اولین ترکیباتی هستند که بعد از اکسایش چربی‌ها به وجود می‌آید (۱۳). با افزایش میزان این ماده، مواد فراری سنتز می‌شود که باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب در مواد و محصولات غذایی و یا دانه‌های روغنی می‌گردد. اکسایش اسیدهای چرب غیراشباع به تولید پراکسیدها منجر می‌شود. در میان ارقام مورد مطالعه، پسته دانشمندی دارای کمترین میزان پراکسید بود (۲/۷۰۲ میلی‌اکی‌والان گرم بر کیلوگرم). بر اساس مقایسه میانگین نتایج، میزان پراکسید در پسته دانشمندی نسبت به رقم کله قوچی ۱۷ درصد و نسبت به رقم بادامی ۱۴۶ درصد کمتر بود. فرهوش و همکاران (۲۶) طی یک آزمایش بر روی دو رقم پسته وحشی (*Pistacia atlantica* subsp. mutica and kurdica) و رقم اوحدی نشان دادند رقم اوحدی دارای کمترین مقدار پراکسید بود. آنها احتمال دادند مدت زمان کوتاه ذخیره سازی روغن در ارقام پسته وحشی عامل تسریع اکسایش در روغن آنها بوده است.

1- Storage Life

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین خصوصیات بیوشیمیایی ارقام مورد آزمایش

خصوصیات بیوشیمیایی	دانشمندی	کله قوچی	اکبری	بادامی سفید
میزان روغن (درصد)	۵۱/۸۲a	۴۵/۴۳c	۵۰/۴۷b	۴۴/۳۴d
میزان پراکسید (میلی‌اکی‌والان گرم بر کیلوگرم)	۲/۷۰۲c	۳/۱۹۵b	۲/۸۵۵c	۶/۶۶a
عدد اسیدی (میلی گرم پتاس بر گرم روغن)	۰/۴۹b	۰/۶۲۷a	۰/۳۷۴c	۰/۳۷۵c

- در هر سطر بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.



شکل۲- مقایسه میزان توکوفرول و پلی فنل کل در ارقام مورد آزمایش

آنتی‌اکسیدان ها از جمله توکوفرول و پلی فنل ها مانع تشکیل پراکسیدها می‌شوند. ترکیبات یاد شده به وفور در گیاهان یافت می‌گردند. آلفا- توکوفرول (ویتامین E) در غشای کلروپلاست و سایر پلاستیدها (مانند آمیلوپلاست، آلوروپلاست و کروموپلاست) وجود دارد (۱۵). توکوفرول ها نقش حیاتی در حفظ و استحکام غشاء سلولی دارند و مانع نشت محتویات سلول به فضای بین سلولی می‌شوند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، میزان توکوفرول کل در بین ارقام مورد آزمایش معنی‌دار بود. رقم دانشمندی با رقم اکبری اختلاف معنی داری نداشت اما با ارقام کله قوچی و بادامی دارای اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد بود. بیشترین میزان توکوفرول کل در دو رقم کله قوچی و دانشمندی بدست آمد (به ترتیب ۶۳۲ و ۵۸۵/۵ میلی گرم اسید گالیک در کیلوگرم روغن). پلی فنل ها گروهی از متابولیت‌های ثانویه با خصوصیت آنتی‌اکسیدانی هستند که نقش مهمی در حفاظت بافت ها در مقابل آثار اکسایشی رادیکال‌های آزاد اکسیژن ایفا می‌کنند. خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان به میزان ترکیبات پلی‌فنلی آنها بستگی دارد (۸). نتایج مقایسه میانگین مُبین اختلاف معنی‌داری در مقدار پلی فنل کل بین ارقام مورد آزمایش بود (شکل۲). بر این اساس رقم دانشمندی و کله قوچی دارای بیشترین مقدار این مواد آنتی‌اکسایشی بودند (به ترتیب ۷۳/۳ و ۴۴/۱۶ میلی گرم اسید گالیک در کیلوگرم روغن).

عدد اسیدی ارقام مورد آزمایش نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول۲). رقم کله قوچی دارای بیشترین عدد اسیدی بود (۰/۶۲۷ میلی گرم پتاس بر گرم روغن). افزایش عدد اسیدی بیانگر پدیده هیدرولیز روغن پسته است. لیپاز و استراز باعث ایجاد واکنش های اکسایشی آنزیم کاتالاز می‌شوند. این دو آنزیم اسیدهای چرب را از روغن جدا نموده، اسیدهای چرب آزاد تولید می‌نمایند. بنابراین اسیدهای چرب آزاد تشکیل شده می‌توانند سوبسترای واکنش های اکسایشی شوند (۱۷).

ساختار اسید چرب روغن ارقام

روغن های گیاهی از دو دسته اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تشکیل شده‌اند. برخی اسیدهای چرب در مسیرهای متابولیسمی و فعل و انفعالات شیمیاییِ بدن انسان سنتز نمی‌شوند و لذا باید از طریق مواد غذایی تامین گردند که از این رو به آنها اسیدهای چرب ضروری[1] گفته می‌شود. اسیدهای چرب ارقام مورد آزمایش دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بودند (جدول ۳). اسید چرب اشباع غالب در هر چهار رقم، اسید پالمتیک (C16:0) بود. همچنین اسید چرب غیراشباع غالب در هر چهار رقم، اسید اولئیک (C18:1) بود که بیش از ۵۰ درصد از کل اسیدهای چرب را تشکیل می‌داد.

1- Essential Fatty Acids

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اسیدهای چرب ارقام مورد آزمایش

اسیدهای چرب ارقام	دانشمندی	کله قوچی	اکبری	بادامی سفید
میرستیک (C14:0)	۰/۲۱b	۰/۱۷d	۰/۲۴a	۰/۱۸c
پالمتیک (C16:0)	۱۰/۴۱a	۹/۸۴b	۹/۵۰d	۹/۷۱c
پالمیتولئیک (C16:1)	۱/۵۵a	۱/۳۸b	۰/۹۷d	۱/۳۰c
مارگاریک (C17:0)	۰/۱۱b	۰/۰۹c	۰/۱۶a	۰/۱۲b
مارگارولئیک (C17:1)	۰/۱۸c	۰/۱۶d	۰/۲۲a	۰/۲۰b
استارئیک (C18:0)	۱/۵۸c	۱/۵۷c	۱/۹۹b	۲/۲۱a
اولئیک (C18:1)	۵۰/۰۴b	۵۶/۳۶ab	۵۴/۵۱ab	۵۸/۷۹a
لینولئیک (C18:2)	۳۴/۱۵a	۲۸/۵۴c	۳۰/۳۸b	۲۵/۳۷d
لینولنیک (C18:3)	۰/۹۳c	۰/۹۲c	۰/۹۸b	۱/۰۲a
آراشیدیک (C20:1)	۰/۷۵d	۰/۸۲c	۰/۸۵b	۰/۹۲a
تریکوسیلیک (C22:0)	۰/۰۹c	۰/۱۴b	۰/۱۸a	۰/۱۸a
SFA	۱۲/۴a	۱۱/۸۱a	۱۲/۰۷a	۱۲/۴a
MUFA	۵۲/۵۲d	۵۸/۷۲b	۵۶/۵۵c	۶۱/۲۱a
PUFA	۳۵/۰۸a	۲۹/۴۶c	۳۱/۳۶b	۲۶/۳۹d
MUSF / SFA	۴/۲۳d	۴/۹۷a	۴/۶۸c	۴/۹۳b
PUFA / SFA	۲/۸۲a	۲/۴۹c	۲/۵۹b	۲/۱۲d
USFA / SFA	۷/۰۶c	۷/۴۶a	۷/۲۸b	۷/۰۶c
ضریب شکست	۱/۴۶۴۴a	۱/۴۶۳۷c	۱/۴۶۴۲b	۱/۴۶۳۵d

– در هر سطر بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

SFA: اسیدهای چرب اشباع، MUFA: اسیدهای چرب تک غیراشباع، PUFA: اسیدهای چرب چند غیراشباع، USFA: اسیدهای چرب غیراشباع.

بیشترین مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباع[1] (MUFA) در رقم بادامی بود (۶۸/۲۱ درصد) و رقم دانشمندی از نظر اسیدهای چرب چند غیراشباع[2] (PUFA) حائز رتبه نخست گردید (۳۵/۰۸ درصد). نتایج نشان داد اسیدهای اولئیک و لینولئیک به ترتیب مهمترین اسیدهای چرب تک غیراشباع و چند غیراشباع در هر چهار رقم مورد آزمایش بودند. این نتیجه با نتایج اکثر محققان (۳، ۱۱، ۱۲، ۲۱، ۲۶ و ۲۹) تطابق داشت. اسیدهای چرب غیراشباع در مغز پسته سبب افزایش کیفیت تغذیه‌ای آن شده، اما باعث افزایش سرعت واکنش های خوداکسایشی می‌شوند (۳۰ و ۳۳). با این وجود، برخی محققان (۱۱ و ۱۲) درصد بالای اسید اولئیک را باعث افزایش ماندگاری و پایداری خوب روغن پسته گزارش کرده‌اند (۱۸). بنابراین می‌توان استنباط کرد درصد بالای اسید اولئیک نسبت به سایر اسیدهای چرب غیراشباع (مانند اسیدهای پالمیتولئیک، مارگارولئیک و لینولنیک) ممکن است باعث افزایش پایداری و ماندگاری طولانی مدت پسته باشد. میزان اسید اولئیک رقم اوحدی و همچنین دو رقم پسته وحشی (*Pistacia atlantica* subsp. mutica and kurdica) به ترتیب ۵۱/۴۶، ۵۰/۴۲ و ۵۱/۷۳ درصد گزارش شده است (۲۶). بیشترین نسبت اسیدهای چرب تک غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع (MUSF/SFA) در رقم کله قوچی مشاهده شد (۴/۹۷). همچنین بالاترین نسبت اسیدهای چرب چند غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع (PUFA/SFA) به رقم دانشمندی اختصاص داشت (۲/۸۲).

نتیجه گیری

با نگاهی به نتایج به دست آمده می‌توان پسته دانشمندی را رقمی مناسب با ویژگی های قابل قبول دانست. این رقم حائز خصوصیات فیزیکی خوب از جمله نسبت بالای مغز سبز به دانه، حجم میوه، درصد پوکی کم و خندانی زیاد است. این خصوصیات باعث افزایش ارزش اقتصادی آن و بالطبع افزایش درآمدزایی برای کشاورزان خواهد بود. پوست سبز کامل و ناشکوفای این رقم، امکانی بالقوه در خصوص کاهش ورود عوامل آلوده کننده قارچی به شمار می‌رود؛ عاملی که از دیدگاه صادرات محصولات کشاورزی و بخصوص پسته بسیار حائز اهمیت است. نتایج این تحقیق نشان داد پسته دانشمندی با خصوصیات مطلوب شیمیایی و بیوشیمیایی بخصوص درصد بالای روغن و اسیدهای چرب غیراشباع دارای ارزش تغذیه‌ای مناسبی است و می‌توان آن را رقمی مناسب برای تولید محصولات فراوری شده

1- Mono Unsaturated Fatty Acid
2- Poly Unsaturated Fatty Acid

صادراتی محسوب نمود، هر چند تحقیقات تکمیلی در این زمینه اجتناب ناپذیر است.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم آزمایشگاه گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و همچنین مساعدت مسئولین آزمایشگاه فیزیولوژی مجتمع آموزش عالی جهاد کشاورزی استان خراسان که در انجام این پژوهش ما را یاری رساندند قدرانی می‌شود.

منابع

۱- اسماعیل پور ع. ۱۳۸۵. بررسی، شناسایی، حفاظت، احیاء و ارزیابی توارثی پسته کشور. گزارش نهایی موسسه تحقیقاتی پسته کشور.

۲- اطلاعات و آمار جهاد کشاورزی شهرستان فیض آباد. ۱۳۸۹. گزارش نهایی سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد محصولات باغی در سال ۸۸ شهرستان فیض آباد مه ولات.

۳- افشاری ح.، طلایی ع.ر. و صادقی غ.ر. ۱۳۸۷. بررسی برخی ترکیبات موجود در میوه پسته و تاثیر انواع دانه گرده بر خصوصیات کمی و کیفی آنها. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۲(۱): ۲۴-۱۳.

۴- افشاری ح.، طلایی ع.ر.، محمدی مقدم م. و پناهی ب. ۱۳۸۸. تفاوت عناصر غذایی در پوست سبز پسته های زود خندان و سالم و اثرات میزان مواد فنولیک و گالیک اسید در پوست سبز بر روی زهرابه آفلاتوکسین. مجله علوم باغبانی(علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۱): ۱۷-۱۰.

۵- پایگاه اطلاع رسانی شهرستان مه ولات. ۱۳۸۹. <www.mahvelat.com>.

۶- حسینی ص. و رفیعی ح. ۱۳۸۷. بررسی مزیت نسبی تولیدی و صادراتی پسته ایران. مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی(علوم و صنایع کشاورزی). ۲۲(۲): ۵۸-۴۵.

۷- جلیلی مرندی ر. ۱۳۸۸. پرورش میوه های مناطق معتدله. انتشارات جهاددانشگاهی ارومیه. ۲۶۰ صفحه.

۸- سپهری فر ر. و حسنلو ط. ۱۳۸۸. بررسی ترکیبات پلی فنلی، آنتوسیانین ها و فلاونوییدهای تام و خاص آنتی اکسیدانی گیاه دارویی قره قاط (*Vaccinium arctostaphylos* L.) جمع آوری شده از چهار منطقه مختلف ایران. فصلنامه گیاهان دارویی. ۹(۱): ۶۶-۷۴.

۹- شرافتی. ع.م. ۱۳۸۴. بررسی سازگاری دوازده رقم پسته در اقلیم فیض آباد. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور.

۱۰- شرافتی ع.م.، حکم آبادی ح. و ثابتی ا. ۱۳۸۶. مهمترین واریته های پسته در خراسان و نقش آنها در تولید و صادرات. مجموعه مقالات اولین همایش ملی فراوری و بسته بندی پسته. ۱۳-۱۴ آذر ماه. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۱ ص.

۱۱- صداقت ن. ۱۳۸۳. مدلینگ شرایط نگهداری و بسته بندی پسته خام خشک. رساله دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۲- صداقت ن.، مرتضوی ع.، نصیری محلاتی م. و داوری نژاد غ.ح. ۱۳۸۴. تخمین زمان ماندگاری پسته در شرایط مختلف نگهداری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۶): ۱۳۵-۱۲۷.

۱۳- عاصمی ذ.، ضیاءکاشانی ش.، دولتی م.ع.، عابدی محتسب ت. پ.، حسینی ا. و یوسفی ح. ۱۳۸۴. بررسی میزان پراکسید موجود در زولبیا و بامیه شهر کاشان در سال ۸۲-۸۳. مجله فیض. ۳۶. ۶۰-۵۶ .

۱۴- محمدی ن.، صفری م.، فاطمی ح. و حامدی م. ۱۳۸۶. بررسی توزیع مکانی سه اسید چرب موجود در روغن هفت واریته پسته بر مبنای تئوری ۱ و ۳- تصادفی، ۲- تصادفی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. (۱) ۱۴ :۲۵-۳۱

۱۵- میدانی ج. و هاشمی دزفولی ا. ۱۳۷۶. فیزیولوژی پس از برداشت. انتشارات نشر کشاورزی.

۱۶- نخعی نژاد م. ۱۳۸۶. مقایسه عمل آوری پسته در ایران و آمریکا. مجموعه مقالات اولین همایش ملی فراوری و بسته بندی پسته.۱۳-۱۴ آذر ماه. دانشگاه فردوسی مشهد. ۸ صفحه.

۱۷- نیک زاد و. و صداقت ن. ۱۳۸۸. بررسی اثرات دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر ویژگیهای کیفی روغن پسته و خصوصیات ارگانولپتیکی آن. مجله علوم و صنایع غذایی. ۶(۳): ۵۴-۴۵.

۱۸- هاشمی ن.، راعی م. و صداقت ن. ۱۳۸۶. استخراج روغن پسته و بررسی خواص کیفی آن تحت شرایط نگهداری و بسته بندی. مجموعه مقالات اولین همایش ملی فراوری و بسته بندی پسته. ۱۳-۱۴ آذر ماه. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۰ ص.

19- Agar I.T., Kafkas S., and Kaska N. 1998. Lipid Characteristics of Turkish and Iranian Pistachio Kernels. Acta Horticulturae. 470: 378- 384.

20- Ak B.E., and Kaqka N. 1998. Effects of Pollens of Different *Pístacía* spp. on the Protein and Oil Content in

Pistachio Nut. CIHEAM Options Mediterraneennes. 197-201.
21- Aslan M., Ornan I., and Sener B. 2002. Composition of the Seed Oils of *Pistacia vera* L. of Different Origins Respect to Fatty Acids. International Journal of Food Science and Technology. 37(3): 331-335.
22- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
23- Capannesi C., Palchetti I., Mascini M., and Parenti A. 2000. Electrochemical Sensor and Biosensor for Polyphenols Detection in Olive Oils. Food Chemistery. 71:553-562.
24- Ellis M.J., and Man D. 2000. The Methodology of Shelf-Life Determination. Shelf Life Evalution of Foods. 2th. A S Publication. Gaithersburg.
25- Food and Agricultural Organization (FAO). 2011. <www.fao.org>.
26- Farhoosh R., Tvakoli J., and Haddad Khodaparast M.H. 2008. Chemical Composition and Oxidative Stability of Kernel Oils from Two Current Subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. Journal American Oil Chemistery Society. 85:723 – 729.
27- Ferguson L.,(Coordinating Editor). 2005. Pistachio Production Manual(Fourth Edition). UC Davis Fruit and Nut Research. 205 p.
28- Garcia J.M., Agar I.T., and Streif J. 1992. Fat Content and Fatty Acid Aomposition in Individual Seeds of Pistachio Varieties Grown in Turkey. European Journal of Horticultural Science. 57(3):130-133.
29- Kuchukoner E. and Yurt B. 2003. Some Chemical Characteristics of *Pistacia vera* Varieties Produced in Turkey. European Food Research Technology. 217: 308 – 310.
30- Maskan M., and Karatas S. 1999. Storage Stability of Whole-Split Pistachio Nuts (*Pistachio vera* L.) at Various Conditions. Food Chemistry. 66. 227-233.
31- Pearson T.C., Slaughter D.C., and Studer H.E. 1994. Physical Properties of Pistachio Nuts.Transactions of the ASAE, 37(3):913-918.
32- Shantha N.C., and Decker E.A. 1994. Rapid, Sensitiv, Iron-Based Spectrophotometric Metods for Determination of Peroxid Values of Food Lipids. Journal AOAC Int. 77:21-42.
33- Roozban M.R., Mohamadi N., and Vahdati K. 2005. Fat Content and Fatty Acid Composition of Four Iranian Pistachio Varieties Grown in Iran. IV International Symposium on Pistachios and Almonds, Tehran. Iran.
34- Tekin H., Akkok F., Kuru C., and Genc G. 1995. Determination of Nutrient Content of *Pistacia vera* L. and Assessment of the Most Suitable Leaf Collection Time. Acta Horticulturae. 419:64-69.
35- Wong M.L., Timms R.E., and Goh E.M. 1988. Colorimetric Determination of Total Tocopherols in Palm Oil, Olein and Stearin. Journal of American Oil Chemistry. 65:258–261.