

بررسی اثر تغییرات دمای خشک کردن و زمان نگهداری بر میزان عدد پراکسید و چربی

استخراجی دو رقم پسته تجاری

مهدی نظری^{۱*}، داود قنبریان^۲، احمد شاکر اردکانی^۳، علی ملکی^۴

۱: دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

۲: عضو هیئت علمی گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

۳: عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان

۴: عضو هیئت علمی گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهرکرد

ایمیل نویسنده مسئول: *Nazarimehdi71@gmail.com

چکیده

در حین فرآیند خشک کردن، واکنش‌های نامطلوبی (به ویژه اکسیداسیون) ممکن است در خشکبارها رخ دهد که به علت تشکیل طعم و رنگ‌های نامطلوب باعث افت کیفیت این محصولات می‌شود. مهمترین واکنش‌های اکسایشی در مواد غذایی خشک شده مربوط به اکسیداسیون لیپیدها است. در این پژوهش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل اثر متغیرهای درجه حرارت خشک کردن در سه سطح (۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درجه سلسیوس)، رقم در دو سطح (اکبری و کله قوچی) و زمان نگه‌داری در سه سطح (ماه صفر، ماه دو و ماه چهار) بر عدد پراکسید و چربی استخراجی پسته بررسی شد. نتایج نشان داد که تنها درجه حرارت خشک کردن بر میزان عدد پراکسید معنی‌دار بود و برای زمان نگهداری و رقم اثر معنی‌داری مشاهده نشد. اگرچه در بیشتر تیمارها با افزایش زمان نگهداری عدد پراکسید افزایش پیدا کرده بود. نتایج تجزیه تحلیل برای میزان چربی استخراجی از نمونه‌ها نشان داد که اثر هیچکدام از متغیرها بر میزان چربی معنی‌دار نبود.

کلید واژه: پسته، خشک کردن، عدد پراکسید، میزان چربی

مقدمه

پسته گیاهی نیمه گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه (Anacardiaceae) و جنس پیستاسیا (Pistacia) می‌باشد. نام Pistacia از کلمه فارسی "پیسته" یا "پسته" گرفته شده است. مناطق اولیه رشد پسته، در آسیای میانه، در مرزهای افغانستان، شوروی سابق و مرزهای شمال شرقی ایران بوده است. شواهد موجود نشان می‌دهد که از حدود سه تا چهار هزار سال قبل پسته در ایران پرورش می‌یافته و تقریباً در اوایل قرن اول میلادی به نواحی مدیترانه‌ای اروپا معرفی شده است (شیبانی، ۱۹۹۰). برداشت مناسب و حمل و نقل پس از برداشت بخش کلیدی در دستیابی به حداکثر عملکرد دانه با کیفیت خوب، و تعیین کننده بازارپسندی و سود محصول است. فرآیند مناسب بلافاصله پس از برداشت پسته بر کیفیت پسته تاثیر بسزایی دارد. مهم ترین مرحله

در فرآیند پسته خشک کردن آن است. در طول فرآیند خشک کردن، محصول متحمل واکنش‌هایی می‌شود که می‌تواند موجب کاهش ارزش تغذیه‌ای و واکنش‌های آنزیمی گردد.

در حین فرآیند خشک کردن، واکنش‌های نامطلوبی (به ویژه اکسیداسیون) ممکن است در خشک‌بارها رخ دهد که به علت تشکیل طعم و رنگ‌های نامطلوب باعث افت کیفیت این محصولات می‌شود. مهمترین واکنش‌های اکسایشی در مواد غذایی خشک شده مربوط به اکسیداسیون لیپیدها است.

تا کنون تحقیقات زیادی در مورد خشک کردن پسته صورت گرفته است. غضنفری و همکاران (۲۰۰۳) فرآیند خشک کردن پسته را با سه روش خشک کردن آفتابی، خشک کن خورشیدی و خشک کن هوای داغ بررسی نمودند نتایج نشان داد که مدت زمان خشک کردن پسته در خشک کن خورشیدی طولانی‌تر از خشک کن هوای داغ و کوتاه‌تر از خشک کردن آفتابی است. همچنین کیفیت پسته خشک شده با خشک کن خورشیدی از دو روش دیگر بهتر بود.

کاشانی نژاد و همکاران (۲۰۰۳) اثر روش‌های مختلف خشک کردن مانند خشک کردن آفتابی، سیلویی و غیره را بر روی کیفیت پسته بررسی نموده و نتیجه گرفتند که کیفیت پسته خشک شده در خشک کن سیلویی از نظر اندیس‌های شیمیایی و ارزیابی حسی از روش‌های دیگر مطلوبتر بوده است.

استلا سنا و همکاران (۲۰۱۵) اثر چهار دمای خشک کردن (اتاق، ۳۰، ۵۰ و ۷۰) درجه سلسیوس را بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن پسته بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزایش دما میزان عدد پراکسید افزایش می‌یابد. همچنین روغن استخراج شده از نمونه‌های خشک شده با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به دلیل رنگ مایل به سبز آن مورد علاقه مصرف کننده بود.

توکلی پور و همکاران (۱۳۸۹) اثرات پارامترهای دما و سرعت جابجایی هوا و همچنین ضخامت بستر را بر سرعت کاهش رطوبت و شاخص‌های کیفی فرآورده نهایی، شامل عدد پراکسید و درصد اسیدهای چرب آزاد روغن پسته با استفاده از خشک کن‌های آزمایشگاهی با جریان متقاطع بررسی و شرایط بهینه خشک کردن را تعیین کردند. با استفاده از نظریه انتشار و قانون دوم فیک، ضرایب نفوذ موثر تعیین و توسط رابطه آرنیوس، میانگین انرژی فعال سازی خشک کردن نیز محاسبه گردید.

کاشانی نژاد و همکاران (۲۰۰۳) اعلام داشتند که دمای هوا مهمترین عامل در کنترل خصوصیات کیفی پسته در حین خشک کردن است. فرآیند خشک کردن تاثیر قابل توجهی بر میزان عدد پراکسید پسته‌ها داشت و با افزایش درجه حرارت مقدار عدد پراکسید افزایش یافت.

رستمی و میردامادیه‌ها (۱۳۸۳) اثر چهار نوع خشک کن (واگنی و عده‌ای، دو جداره پیوسته، استوانه‌ای و عده‌ای، و استوانه‌ای پیوسته) و دو سطح رطوبت پسته خروجی از خشک کن (۴ تا ۶ و ۱۰ تا ۱۲ درصد بر پایه وزن خشک) را بر تغییر میزان خندانی دانه‌های پسته، بافت، مزه و رنگ مغز پسته بررسی کردند. نتایج به دست آمده با تیمار شاهد، یعنی خشک کردن پسته در مجاورت آفتاب، مقایسه شد. نتایج نشان داد عدد خندانی دانه‌های پسته هنگامی که در خشک کن‌های استوانه‌ای و عده‌ای دو جداره پیوسته تا رطوبت ۴ تا ۶ درصد خشک شوند به ترتیب به میزان ۱/۲۱ میلی متر افزایش و ۱۰/۷ میلی متر کاهش می‌یابد.

بیشترین آسیب رسانی به دانه های پسته مربوط به خشک کن استوانه ای پیوسته به میزان ۰/۴۳ درصد و کمترین آن مربوط به خشک کن استوانه ای وعده ای به میزان ۰/۱۹ درصد بوده است. رنگ دانه پسته هنگامی که در خشک کن استوانه ای پیوسته تا رطوبت ۴ تا ۶ درصد (بر پایه وزن خشک) خشک شود بهترین امتیاز را کسب کرده است. نوع خشک کن و درصد رطوبت پسته خروجی از خشک کن بر صفات عمر بافت دانه پسته اثر معنی داری نشان نداد و نتایج آزمایشها همچنین نشان داد فرآیند خشک کن نمی تواند باعث خندان شدن دانه های دهان بسته شود.

هدف از این تحقیق بررسی اثر دمای خشک کردن و زمان انبار داری چهار ماهه؛ بر میزان عدد پراکسید و چربی استخراجی دو رقم از گونه های تجاری پسته می باشد.

مواد و روش ها

در این تحقیق از دو رقم پسته اکبری و کله قوچی که از پژوهشکده پسته در رفسنجان تهیه شد استفاده شد و برای خشک کردن از آون استفاده شد. پس از جمع آوری نمونه های از داخل باغ، مراحل مختلف فرآوری شامل پوست گیری، جداسازی پسته های پوک و نارس و شستشو انجام شد. پس از اندازه گیری مقدار رطوبت اولیه، در پلاستیک بسته بندی و در یخچال نگهداری شدند. قبل از شروع هر آزمایش خشک کردن، نمونه پسته از یخچال خارج شده و در محیط آزمایشگاه گذاشته شد تا دمای نمونه ها به درجه حرارت محیط برسد. علاوه بر این قبل از شروع هر مرحله خشک کردن، دستگاه خشک کن زودتر روشن شده و اجازه داده می شد تا به شرایط دمای مورد نظر برسد. سپس نمونه های پسته به صورت یک لایه بر روی فویل آلومینیومی پخش شده و در داخل محفظه آون قرار گرفت. فرآیند خشک کردن به محض رسیدن مقدار رطوبت نمونه ها به ۵ درصد (بر مبنای وزن مرطوب) قطع شد. سپس نمونه ها در پلاستیک های شفاف بسته بندی شده و در دمای صفر درجه سانتی گراد و شرایط بدون نور تا هنگام انجام آزمایشات شیمیایی نگهداری شدند. بعد از خواندن اولین دوره عدد پراکسید نمونه ها در دمای محیط قرار گرفتند و سپس دو دوره خواندن عدد پراکسید به فاصله دو ماه انجام شد تا تاثیر زمان نگهداری نیز بر عدد پراکسید بدست آید. تمام آزمایشات در سه تکرار انجام شد.

برای اندازه گیری عدد پراکسید از روش تیتراسیون یدو متری استفاده شد (کاشانی نژاد و همکاران ۱۳۸۴). به این صورت که مقداری از نمونه (حدود ۱۰ گرم) را که چربی استخراجی آن حدود ۲ گرم باشد را توسط آسیاب خرد کرده و درون کاغذ صافی قرار می دهیم و ۱۲۰ میلی لیتر حلال هگزان به آن اضافه می کنیم. سپس حلال را توسط دستگاه سوکسوله اتوماتیک جدا کرده و سپس محلول را به مدت ۲۴ ساعت در شرایط فاقد نور قرار می دهیم تا حلال کاملا تبخیر شود. روغن باقی مانده برای آزمون پراکسید مورد استفاده قرار می گیرد. ۲ گرم چربی استخراج شده به این طریق را در یک ارلن مایر در سمباده ای ۲۵۰ میلی لیتری وزن و ۳۰ میلی لیتر مخلوط اسید استیک و کلر فرم (اسید استیک ۳ قسمت حجمی و کلر فرم ۲ قسمت حجمی) به آن اضافه می کنیم. سپس ۵۰ میلی لیتر محلول تازه تهیه شده اشباع یدور پتاسیم (یدور پتاسیم در آب به گونه ای که مقداری بلور ته ظرف بماند) را به آن می افزاییم و به مدت ۱ دقیقه در شرایط بدون نور می گذاریم بماند. سپس ۳۰ میلی لیتر آب مقطر به آن افزوده و چند قطره



محلول نشاسته (برای درست کردن این محلول ۱ گرم پودر نشاسته در مقدار کمی آب مقطر سرد حل شده و سپس ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن افزوده می شود و تا برطرف شدن نسبی کدورت حرارت داده شده و در یخچال نگهداری می شود) اضافه و محلول را با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا از بین رفتن رنگ آبی تیتیر می کنیم. قبل از آزمایش یک بار مراحل خواندن عدد پراکسید را بدون چربی انجام می دهیم و تیو سولفات مصرف شده به عنوان شاهد برای آزمایش در نظر گرفته می شود.

سپس عدد پراکسید بر حسب میلی اکی ولان اکسیژن در کیلوگرم روغن استخراجی بر اساس معادله ۱ محاسبه می شود:

$$P = \frac{1000 \times N \times (A - B)}{W} \quad (1)$$

که در آن A: مقدار یا تیوسولفات سدیم مصرفی برای نمونه بر حسب ml

B: مقدار تیوسولفات سدیم مصرفی برای شاهد بر حسب ml

N: نرمالیتته محلول تیوسولفات سدیم

W: وزن چربی بر حسب g

P: عدد پراکسید بر حسب میلی اکی ولان اکسیژن در کیلوگرم روغن استخراجی

برای اندازه گیری میزان چربی نمونه های آسیاب شده قبل از قرار گیری در دستگاه سوکسوله وزن می شدند و پس از عمل روغن گیری نمونه ها دوباره وزن می شدند تا میزان روغن استخراجی از نمونه ها بدست آید.

آزمایشات در آزمایشگاه صنایع غذایی پژوهشکده پسته کشور انجام شد.

آنالیز آماری

به منظور بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر صفات اندازه گیری شده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تجزیه و تحلیل واریانس (آنووا) با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 19 و با در نظر گرفتن سطح احتمال کمتر از $(0.05) \leq P$ انجام شد و برای انجام مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

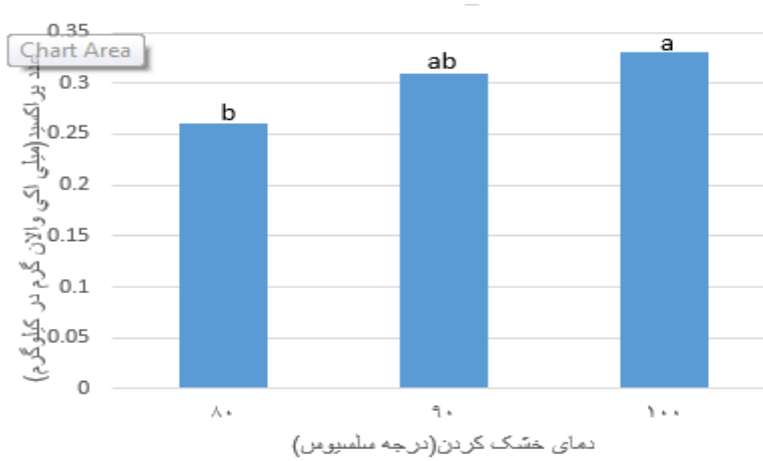
تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که تاثیر دمای خشک کردن بر میزان عدد پراکسید پسته های خشک شده معنی دار بود ($P < 0.05$) (جدول ۱). در حالی که زمان نگهداری و رقم تاثیر معنی داری بر میزان پراکسید نمونه ها نداشت ($P > 0.05$). اگر چه در اکثر تیمارها با افزایش زمان نگهداری عدد پراکسید افزایش یافته است. جدول ۳ میانگین های مقایسه شده با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد را نشان می دهد. با افزایش دمای خشک کردن میزان عدد پراکسید افزایش می یابد (شکل ۱-). در پژوهشی که توسط استلا سنا و همکاران (۲۰۱۵) و کاشانی نژاد و همکاران (۱۳۸۴) انجام گرفت نشان داد که با افزایش دمای خشک کردن



میزان عدد پراکسید افزایش می‌یابد. داده های بدست آمده در محدوده ۰/۳۳ - ۰/۱۵ (میلی اکی والان گرم در کیلوگرم) قرار داشت که کمتر از میزان استاندارد پراکسید (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۶) در پسته (۱ میلی اکی والان گرم در کیلوگرم) بود. تغییرات معنی داری در میزان چربی در نمونه های خشک شده پسته و در دامنه دمایی تحت بررسی مشاهده نگردید و این نتایج با داده های گازر و همکاران (۲۰۰۳) و توکلی پور و همکاران (۱۳۸۷) در همین زمینه همخوانی داشت.

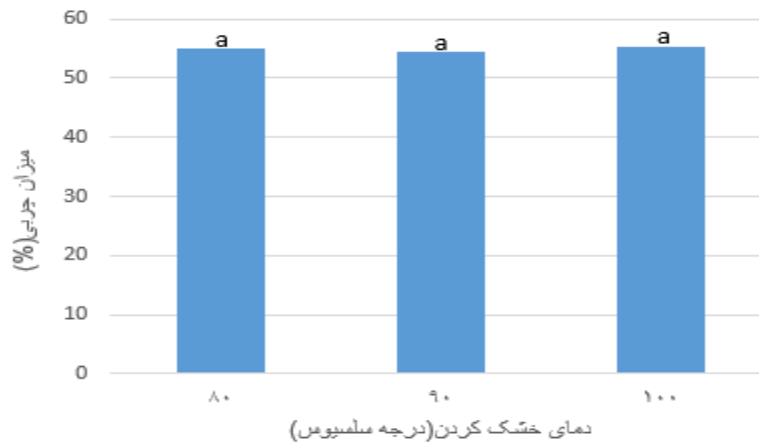
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس عدد پراکسید و میزان چربی پسته‌های خشک شده

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P
دمای خشک کردن	۲	۰/۰۴۳	۰/۰۲۲	۳/۴۲	۰/۰۴۳
زمان نگهداری	۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۴۵۸	۰/۶۳۶
عدد پراکسید	۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۳۵۵	۰/۵۵
دمای خشک کردن * زمان نگهداری	۴	۰/۰۴۷	۰/۰۱۲	۱/۸۷۵	۰/۱۳۶
دمای خشک کردن * زمان نگهداری * رقم	۴	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۳۷۸	۰/۸۲۳
میزان چربی	۲	۸/۲۴	۴/۱۲۴	۲/۲۳۱	۰/۱۲۲
زمان نگهداری	۲	۱۰/۲۰	۵/۱۰۲	۲/۷۶	۰/۷۷
رقم	۱	۱/۸۹۴	۱/۸۹۴	۱/۰۲۴	۰/۳۱۵
دمای خشک کردن * زمان نگهداری	۴	۶/۱۹۲	۱/۵۴۸	۰/۸۳۷	۰/۵۱۱
دمای خشک کردن * زمان نگهداری * رقم	۴	۷/۵۶۹	۱/۸۹۲	۱/۰۲۴	۰/۴۰۸



شکل ۱- اثر دمای خشک کردن بر عدد پراکسید

میانگین های که دارای حروف یکسان هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیستند.



شکل ۲- اثر دمای خشک کردن بر میزان چربی نمونه‌ها

میانگین‌های که دارای حروف یکسان هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول ۲- اثر متقابل دمای خشک کردن و زمان نگهداری بر عدد پراکسید و چربی پسته‌های خشک شده

دمای خشک کردن	عدد پراکسید			میزان چربی		
	ماه صفر	ماه ۲	ماه ۴	ماه صفر	ماه ۲	ماه ۴
۸۰	۰/۲۹ ^{ab}	۰/۱۹ ^b	۰/۲۱ ^b	۵۴/۲۸ ^{ab}	۵۴/۲۳ ^a	۵۴/۷ ^{ab}
۹۰	۰/۳ ^{ab}	۰/۲۵ ^{ab}	۰/۲۸ ^{ab}	۵۴ ^{ab}	۵۵/۵ ^a	۵۶/۱۸ ^a
۱۰۰	۰/۲۶ ^{ab}	۰/۳۳ ^a	۰/۳ ^{ab}	۵۴/۸ ^{ab}	۵۵ ^a	۵۴/۶۹ ^{ab}

میانگین‌های که دارای حروف یکسان هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر دمای سرد کردن، زمان نگهداری و رقم بر عدد پراکسید و میزان چربی پسته‌های خشک شده

	عدد پراکسید			میزان چربی		
	ماه صفر	ماه ۲	ماه ۴	ماه صفر	ماه ۲	ماه ۴
دمای ۸۰ رقم کله قوچی	۰/۲۹ ^{ab}	۰/۲۳ ^{ab}	۰/۲۳ ^{ab}	۵۴/۲۸ ^{abc}	۵۵/۹۵ ^{ab}	۵۵/۰۲ ^{abc}
دمای ۸۰ رقم اکبری	۰/۳ ^{ab}	۰/۱۵ ^b	۰/۱۹ ^{ab}	۵۳/۱۳ ^c	۵۴/۹۷ ^{abc}	۵۴/۳۶ ^{abc}
دمای ۹۰ رقم کله قوچی	۰/۳۳ ^a	۰/۲۷ ^{ab}	۰/۲۷ ^{ab}	۵۳/۷۸ ^{bc}	۵۵/۴۷ ^{abc}	۵۶/۶۵ ^a
دمای ۹۰ رقم اکبری	۰/۲۳ ^{ab}	۰/۲۳ ^{ab}	۰/۲۹ ^{ab}	۵۵/۹۳ ^{ab}	۵۶/۳۴ ^{ab}	۵۵/۷۱ ^{abc}
دمای ۱۰۰ رقم کله قوچی	۰/۲۵ ^{ab}	۰/۳۱ ^a	۰/۲۷ ^{ab}	۳۳ ^{abc}	۵۵/۸۶ ^a	۵۵/۱۴ ^{abc}
دمای ۱۰۰ رقم اکبری	۰/۲۸ ^{ab}	۰/۳۳ ^a	۰/۳۴ ^a	۵۴/۷۸ ^{abc}	۵۴/۴۱ ^{abc}	۲۴/۲۸ ^{abc}

میانگین‌های که دارای حروف یکسان هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیستند.

نتیجه گیری

بر اساس این پژوهش نتایج زیر برای دو رقم پسته اکبری و کله قوچی بدست آمد.

- با افزایش درجه حرارت خشک کردن میزان عدد پراکسید در نمونه‌ها افزایش یافت اگرچه این مقدار در تمام تیمارها کمتر از حد استاندارد (۱ میلی‌اکی‌ولان گرم در کیلوگرم) بود.
- در این پژوهش تاثیر رقم بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود. داده‌های بدست آمده برای عدد پراکسید و میزان چربی برای هر دو رقم در یک محدوده بود.
- هیچ کدام از فاکتورها اثر معنی‌داری بر میزان چربی استخراجی از نمونه‌ها نداشتند.
- زمان نگهداری بر میزان عدد پراکسید اثر معنی‌داری نداشت ولی با این حال با افزایش زمان نگهداری عدد پراکسید در بیشتر تیمارها افزایش یافت.

منابع

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۶. پسته، ویژگی‌ها. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۵
شیبانی ا. فریور میهن ح. وطن پور ازغندی ع. ۱۳۷۴. پسته و تولید آن در ایران. نشریه موسسه تحقیقات پسته.
صفحه ۶۱

توکلی پور، ح.، کلباسی اشتری، ا.، بصیری، ع. ۱۳۸۷. اثر پارامترهای خشک کردن بر شاخص‌های کیفی پسته دامغان و تعیین
ضرایب نفوذ موثر در شرایط بهینه این فرآیند. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۵(۴): ۴۷-۵۵.
رستمی، م.ع.، میردامادیه‌ها، ف. ۱۳۸۳. ارزیابی و مقایسه خشک کن‌های رایج پسته در استان کرمان. مجله تحقیقات مهندسی
کشاورزی. ۵(۱۸): ۱۸-۱

Gazor, H.R.; Minaei, S. and Bassiri, A.R. 2003. Effects of Temperature, Air velocity and Bed Thickness Changes in Kale Ghouchi Pistachio Dehydration Process. Journal of Agricultural Science and Research, 9(1).

Ghazanfari, A., L. Tabil Jr, and S. Sokhansanj. 2003. Evaluating a solar dryer for in-shell drying of split pistachio nuts. Drying Technology. 21: 1357-1368.

Kashani Nejad, M., L. Tabil, A. Mortazavi, and A. Safe Kordi. 2003. Effect of drying methods on quality of pistachio nuts. Drying Technology. 21: 821-838

Moreno, e., Pardo, j., Catalán, l., Gómez, r., Alvarez-Ortí, m. 2015. Drying temperature and extraction method influence physicochemical and sensory characteristics of pistachio oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2015, 117, 684-691.