

بررسی سابقه دمایی محصول پسته پوست گیری نشده قبل از فرآوری و

اثرات آن بر لکه دار شدن پوست شاخی

احمد صادقی^{۱*}، تیمور توکلی هاشجین^۲، محمد هادی خوش تقاضا^۳

۱- دانشجوی دوره دکتری، گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

سابقه دمایی محصول پسته پوست گیری نشده به لحاظ تاثیرات آن بر درصد میزان لکه داری دارای اهمیت می باشد. لکه دار شدن پسته خصوصاً لکه های تیره باعث افت ارزش تجاری محصول می گردد. مطالعه آزمایشگاهی نشان داد که دو عامل دما و زمان نگهداری و اثر متقابل آنها بر میزان لکه داری محصول اثرات معنی داری را بر جای می گذارد. مطالعه انجام شده بر روی دو رقم از محصول (اکبری و کله قوچی) عدم تفاوت این دو رقم را در خصوص لکه دار شدن نشان داد. همچنین مشاهده گردید نگهداری محصول در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد پس از ۲۴ ساعت منجر به افزایش معنی دار درصد لکه داری پسته ها می گردد. این زمان برای دمای ۳۰ درجه سانتی گراد، ۳۶ ساعت می باشد. در توده های محصول متوقف قبل از فرآوری، مشاهده گردید که این توده ها به دلیل عدم تهویه مناسب دارای نقاط پر دما در مرکز توده می باشند در حالی که نگهداری محصول در سبد باعث کاهش دمای آن، در مرکز سبد، حدود ۳/۵ تا ۶/۴ درجه سانتی گراد کمتر از دمای محیط می گردد. تحقیق حاضر نشان داد که در صورت توقف محصول قبل از فرآوری، نگهداری آن در سبد باعث عدم افت کیفی محصول و بالا رفتن زمان مجاز برای نگهداری آن خواهد شد.

کلید واژگان: پسته پوست گیری نشده، فرآوری، نگهداری، لکه داری

۱- مقدمه

و رونق صادرات غیر نفتی از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و بررسی راهکارهای توسعه و بهبود تولید و تجارت آن از جمله موضوعاتی است که مؤسسات پژوهشی و دستگاههای اجرایی مربوطه آنرا پیگیری می نمایند. پسته ایران از نظر طعم و ظاهر بهترین نوع در جهان است [۲]. برداشت این محصول از اوایل شهریور تا اواسط مهرماه صورت می گیرد. امروزه روشهای مکانیزه جهت

پسته یکی از محصولات عمده صادراتی ایران است. کشور ما با تولید متوسط سالانه ۲۰۰ هزار تن پسته، بزرگترین تولید کننده و اولین صادر کننده آن در جهان می باشد [۱]. این محصول با توجه به سیاستهای کلان اقتصاد کشور در جهت قطع وابستگی از درآمدهای نفتی

E-mail: sadeghi@pri.ir

* مسؤول مکاتبات:

دمایی محصول مورد بررسی گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد در صورتیکه به هر دلیل انجام عملیات پوست گیری و شروع فرآوری به تأخیر بیافتد باید کامیونهای حامل جعبه های پر از محصول در جاده ها و بزرگراهها به حرکت درآیند تا محصول در اثر تهویه ناشی از جابجایی هوا خنک گردد [۸].

شکافتن زودهنگام پوست خارجی و سابقه دمایی محصول قبل از پوست گیری از مهمترین عوامل تغییر رنگ و ایجاد لکه در پوست چوبی یا مغز پسته می باشد [۹، ۸]. امروزه مهمترین فرآیندی که جهت جداسازی پسته های مشکوک به آلودگی به زهرابه آفلاتوکسین در پسته صورت می گیرد استفاده از جدا کننده رنگ جهت جداسازی پسته های لکه دار و یا دست چین نمودن آن می باشد [۱۰]. گرچه وجود هرگونه لکه ای بر روی پوست چوبی پسته به معنای آلودگی آن به سم آفلاتوکسین نمی باشد ولی با توجه به لکه دار شدن اکثر پسته های زودخندان احتمال وقوع آلودگی در پسته های با پوست لکه دار بیشتر از پسته های ظاهراً سالم (غیر لکه دار) می باشد [۱۱]. لکه دار شدن پسته علاوه بر افزایش احتمال آلودگی (همانگونه که در بالا ذکر گردید) باعث افت قیمت و عدم مشتری پسندی محصول نیز می گردد.

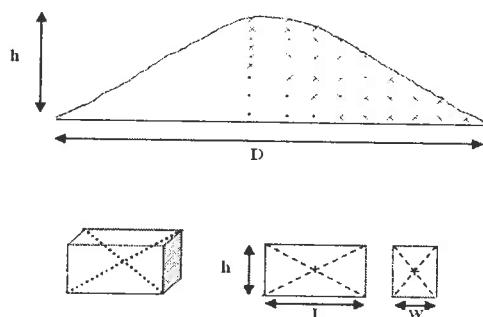
با توجه به مطالب فوق و اینکه تأثیرات سابقه دمایی محصول قبل از فرآوری بر کیفیت محصول مستدل گردیده است، لازم است مراحل و شیوه عملیات پس از برداشت از نظر فراهم سازی شرایط مناسب تولید، باهدف ممانعت از وقوع عوامل کاهنده کیفیت مورد ارزیابی قرار گرفته و روشهای گوناگون حمل و فرآیند مورد مقایسه قرار گیرند. به طور کلی می توان اهداف اجرای این تحقیق را در موارد ذیل خلاصه نمود:

- ۱- بررسی تأثیر زمان نگهداری، دما و رقم بر لکه دار شدن پوست چوبی پسته.
- ۲- بررسی تغییرات رطوبت محصول درون توده هنگامی که قبل از فرآوری متوقف گردیده است.
- ۳- بررسی سابقه دمایی محصول متوقف قبل از فرآوری در

برداشت این محصول توسعه یافته و خصوصاً در کشور امریکا از روش مکانیزه برای برداشت این محصول استفاده می گردد [۳]. در ایران برداشت محصول به روش سنتی و با استفاده از نیروی کارگری متداول می باشد. محصول برداشت شده پس از جمع آوری عموماً توسط کامیونها و تریلرها به واحدهای فرآوری، که با عنوان ترمینال ضبط پسته شناخته می شوند، حمل گردیده و در آنجا مراحل فرآوری شامل پوست گیری، شستشو، پوک گیری، گوگیری، نم گیری، خشک کردن، جداسازی و درجه بندی در مورد آنها صورت می گیرد [۴].

سابقه دمایی محصولات کشاورزی از جمله پسته پوست گیری نشده بدلیل اثرات احتمالی بعدی در پارامترهای کیفی، مورد توجه محققین بوده است. دمای محیط نگهداری و شرایط نگهداری از مهمترین عوامل مؤثر بر سابقه دمایی محصول به حساب می آیند [۵]. علاوه بر آن تنفس محصول می تواند به عنوان یک منبع حرارت منجر به افزایش دمای توده محصول گردد [۶]. طی تحقیقی که در سال ۱۹۸۰ صورت پذیرفت حداکثر نرخ تنفس برای محصول پسته پوست گیری نشده در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد معادل 125 ml/kg-hr گاز دی اکسید کربن گزارش گردید [۷]. این مقدار تنفس معادل تولید $1/3 \text{ kJ/kg-hr}$ حرارت می باشد که با فرض عدم انتقال حرارت به محیط خارج از توده باعث افزایش دمایی در حدود $0/7$ درجه سانتی گراد برای هر ساعت در توده محصول می گردد. از عوامل مهم در کاهش دمای توده محصول می توان به نحوه تهویه و اساساً بحث چگونگی انتقال گرما از توده به محیط اشاره نمود. تامپسون و همکاران در تحقیقی تریلرهای ته قیفی ویژه حمل محصولات کشاورزی را برای محصول پسته اصلاح نمودند. آنها با تعبیه مجاری هوا و سوراخدار کردن دیواره های کناری تریلرها باعث ممانعت از افزایش دما و حتی کاهش آن در نقاط مرکزی و پر حرارت توده گردیدند. همچنین با قرار دادن حسگرهایی درون محموله های حمل شده در جعبه های چوبی وضعیت

شد (شکل ۱). سبدها با ابعاد $0/25 \times 0/3 \times 0/5$ متر، حدود ۱۲ تا ۱۵ کیلوگرم محصول را در خود جای داده بودند. نه توده محصول که قبل از فرآوری انباشته شده و متوقف گردیده بود (با مدت توقف حداقل ۶ ساعت) جهت اندازه‌گیری دما در نظر گرفته شد. توده‌ها از ارقام اکبری و کله قوچی انتخاب شده و تقریباً مخروطی شکل و با ارتفاع بین $1/4$ تا $1/6$ متر و شعاع قاعده $2/2$ تا $2/4$ متر بودند (شکل ۱). جهت اندازه‌گیری دما از کاوشگر حرارتی^۲ مدل Protimeter ساخت کشور انگلستان استفاده گردید. طول کاوشگر این دستگاه ۷۵ سانتی‌متر بود و این دستگاه با وضوح حداکثر $0/1$ درجه سانتی‌گراد و دقت 1% دما را اندازه‌گیری و ثبت می‌نمود. اندازه‌گیری ابتدا در امتداد ارتفاع مخروط و در بازه‌های ۱۵ سانتی‌متری صورت می‌گرفت. سپس جهت دسترسی به سایر نقاط توده در نقاط مختلف روی وجوه توده (در صفحات اصلی متقاطع) اندازه‌گیری دما در حالی صورت می‌گرفت که کاوشگر در حالت افقی، قائم (نسبت به زمین) و عمود به وجه توده قرار داشت (شکل ۱). در تمام مراحل آزمایش، دمای محیط نیز اندازه‌گیری و به همراه اطلاعاتی چون محل برداشت محصول، ساعت برداشت محصول، مسافت طی شده و مدت زمان حمل ثبت گردید.



شکل ۱ بالا: شماتیک توده پسته و نقاط اندازه‌گیری دما در نیمه سمت راست توده (ارتفاع، h ، بین $1/4$ تا $1/6$ متر و قطر قاعده مخروط، D ، بین $2/2$ تا $2/4$ متر)
پایین: شماتیک سبدهای حامل محصول و نقطه اندازه‌گیری دما ($w=0/3m$ و $L=0/5m$ و $h=0/25m$)

حالت توده‌ای (دپو شده) و حالت متوقف در سبد و مقایسه آنها به منظور تعیین شرایط مناسب جهت ممانعت از افزایش دما در توده یا سبد تا در صورت تأخیر در شروع فرآوری، محصول با کمترین درصد لکه‌دار شدن مواجه گردد.

۲- مواد و روشها

این تحقیق در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ طی دو مرحله اصلی انجام پذیرفت. در مرحله اول این پژوهش بررسی سابقه دمایی محصول پسته پوست‌گیری نشده که بصورت توده‌های انباشته و یا درون سبدهای ویژه حمل، قبل از فرآوری متوقف گردیده بودند مورد نظر قرار گرفت. آزمایشات مربوطه در قالب طرح آنالیز خطر و کنترل نقاط بحرانی^۱ و در واحد فرآوری منتخب طرح صورت پذیرفت [۴]. ترمینال مورد نظر در حومه شهر کرمان (کیلومتر ۴ جاده کرمان- زنگی آباد) قرار داشت. این واحد با داشتن ۲ خط فرآوری (هر خط با ظرفیت اسمی فرآوری ۶ تن پسته پوست‌گیری نشده در ساعت) بطور متوسط روزانه حدود ۱۰۰ تن محصول را فرآوری می‌نماید. آزمایشات در دو گروه اصلی صورت گرفت: توده‌های انباشته در ترمینال قبل از فرآوری و سبدهای حامل محصول متوقف قبل از فرآوری. با توجه به اینکه برخی از توده‌های حمل شده توسط کامیون بدلالی با تأخیر در شروع عملیات فرآوری روبرو بوده و ساعتها قبل از فرآوری متوقف می‌مانند، اندازه‌گیری دمای این توده‌ها مدنظر قرار گرفت. همچنین جهت امکان مقایسه اعداد حاصل از توده‌های متوقف با محصول متوقف در سبد، چندین سبد از محصول بطور آزمایشی عمداً قبل از فرآوری متوقف مانده و اندازه‌گیری دما در آنها صورت گرفت.

اندازه‌گیری دما در سبدهای حامل محصول ابتدا در چند جای سبد صورت پذیرفت ولی مشاهده گردید در یک سبد عملاً تفاوت دمایی قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد و به همین دلیل مرکز سبد (محل تلاقی اقطار اصلی) به عنوان نقطه مبنا برای اندازه‌گیری دما در نظر گرفته

مرحله دوم این پژوهش شامل دو آزمایش در نظر گرفته شد. آزمایش اول به منظور بررسی پدیده لکه دار شدن محصول و آزمایش دوم به منظور بررسی تغییرات رطوبت محصول طراحی گردید. در آزمایش اول اثر سه عامل: زمان نگهداری، دمای نگهداری و رقم به عنوان متغیرهای مستقل و درصد لکه داری محصول به عنوان متغیر وابسته مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور زمان نگهداری در ۵ سطح (صفر، ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت) و فاکتور دمای نگهداری نیز در ۵ سطح (۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی گراد) و رقم محصول در دو سطح (رقم اکبری و رقم کله قوچی) مورد نظر قرار گرفت. ارقام فوق از مهمترین ارقام صادراتی بوده و به ترتیب به گروه ارقام کشیده (بادامی) و ارقام گرد (فندق) تعلق دارند. بازه زمانی فوق با در نظر گرفتن حداکثر توقف توده قبل از فرآوری و بازه دمایی با توجه به بیشینه دمای محیط و نیز تغییرات دمایی درون توده انتخاب شدند. علت انتخاب زمان صفر به عنوان اولین سطح از فاکتور زمان این است که میزان لکه داری محصول در این زمان (بلافاصله پس از تخلیه در واحد فرآوری) به عنوان حداقل میزان لکه داری، مبنای بررسی تغییرات در درصد لکه دار شدن محصول می باشد. با توجه به فاکتورها و سطوح هر کدام، ۵۰ تیمار آزمایشی در نظر گرفته شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و بر مبنای طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار اجرا گردید. هر واحد آزمایشی شامل حدود ۲۰۰ گرم پسته پوست گیری نشده بود که از توده های تازه چیده شده پسته (از دو رقم اکبری و کله قوچی) برداشت شده و در ظروف شیشه ای با حجم تقریباً معادل حجم نمونه ها ریخته شده و طی کمترین زمان ممکن جهت اعمال تیمارهای زمان و دما به آزمایشگاه منتقل گردیدند. محتوای رطوبتی محصول ۵۱/۸۵٪ (بر پایه وزن تر) اندازه گیری شد. نمونه ها (غیر از نمونه های مربوط به زمان نگهداری صفر ساعت) درون ظروف در بسته در انکوباتورهایی که در آنها دما کنترل شده و ثابت بود (مطابق سطوح فاکتور دما) قرار گرفته و با گذشت زمان

پس از هر ۱۲ ساعت نمونه های مربوطه از انکوباتور خارج شده سریعاً پوست گیری شده و بمدت سه روز در حالی که بصورت تک لایه در معرض هوای محیط (با دمای اتاق) قرار داشتند، در سایه خشک گردیدند. برای اندازه گیری درصد دانه های لکه دار در هر واحد آزمایشی، دانه هایی که حداقل در یک هشتم از پوست چوبی آنها تغییر رنگ قابل مشاهده بود؛ جدا شدند. در پسته های لکه دار شده عموماً پوست چوبی به رنگهای قهوه ای روشن، خاکستری روشن و زرد (لکه های روشن) و یا قهوه ای تیره، خاکستری تیره و سیاه (لکه های تیره) تغییر رنگ می دهد. پس از جدا کردن دانه های لکه دار شده درصد دانه های لکه دار شده (درصد وزنی) محاسبه گردید.

بررسی تغییرات رطوبت محصولی که معرض هوای محیط قرار نداشته و درون توده در مدت زمان توقف قبل از فرآوری به تنفس خود ادامه می دهد هدف اصلی از انجام آزمایش دوم از مرحله دوم بود. بدین منظور دو عامل: زمان نگهداری (در سه سطح) و رقم (در دو سطح) به عنوان متغیرهای مستقل و میزان رطوبت محصول به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. فاکتور زمان نگهداری شامل سه سطح (صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت) و فاکتور رقم شامل دو سطح (رقم اکبری و رقم کله قوچی) بود. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) و با سه تکرار انجام گردید. با توجه به سطوح فاکتورها و تعداد تکرار مورد نظر در مجموع این آزمایش مشتمل بر ۱۸ واحد آزمایشی بود. هر واحد آزمایشی مانند آزمایش قبل شامل حدود ۲۰۰ گرم پسته پوست گیری نشده بود که از توده های تازه چیده شده پسته (از دو رقم اکبری و کله قوچی) برداشت شده و در ظروف شیشه ای با حجم تقریباً معادل حجم نمونه ها ریخته شده و طی کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه ها (غیر از نمونه های مربوط به زمان صفر) جهت اعمال تیمارهای زمان نگهداری درون ظروف در بسته شیشه ای داخل انکوباتوری که دمای آن در دمای ۲۷

درجه سانتی گراد؛ ثابت و کنترل شده بود قرار داده شد. محتوای رطوبتی هر کدام از نمونه‌ها، پس از اعمال تیمار زمان نگهداری مطابق روش استاندارد ASAE S410.1 بر اساس وزن تر اندازه‌گیری شد (ASAE, 1998). بر پایه روش فوق الذکر نمونه‌ها ابتدا با یک ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم توزین گردیده سپس در حالیکه درون یک ظرف فلزی قرار داشتند در آونی با دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد بمدت ۱۰ ساعت کاملاً خشک گردیدند [۱۲]. داده‌های حاصل از دو آزمایش فوق توسط نرم افزار آماری Mstat-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در

سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

۳- نتایج و بحث

تجزیه واریانس اثرات دما، زمان و رقم بر درصد لکه‌داری پسته در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در این جدول مشاهده می‌گردد، درصد لکه‌داری پسته تحت تأثیر زمان و دما و برهم کنش این عوامل (زمان × دما) قرار گرفت ولی تأثیر رقم، برهم کنش رقم و زمان، برهم کنش رقم و دما و همچنین برهم کنش سه عامل دما، زمان و رقم بر صفت لکه‌داری معنی‌دار نگردید.

جدول ۱ تجزیه واریانس (ANOVA) درصد میزان لکه داری پوست چوبی پسته.

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۱۴۸۲/۵۱۵	۷۴۱/۲۵۸	۳۲/۴۳۱**
(A) رقم	۱	۶۶/۳۴۷	۶۶/۳۴۷	۲/۹۰۳
(B) دما	۴	۲۴۸۶/۳۰۰	۶۲۱/۵۷۵	۲۷/۱۹۵**
(AB) رقم × دما	۴	۱۴۹/۲۸۸	۳۷/۳۲۲	۱/۶۳۳
(C) زمان نگهداری	۴	۲۰۴۸/۱۵۸	۵۱۲/۰۳۹	۲۲/۴۰۲**
(AC) رقم × زمان	۴	۷۵/۱۸۵	۱۸/۷۹۶	۰/۸۲۲
(BC) دما × زمان	۱۶	۱۰۰۵/۶۵۵	۶۲/۸۵۳	۲/۷۵۰**
(ABC) رقم × دما × زمان	۱۶	۱۴۷/۸۵۱	۹/۲۴۱	۰/۴۰۴
خطا	۹۸	۲۲۳۹/۹۲۸	۲۲/۸۵۶	

** اختلاف در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

میانگین درصد لکه‌داری در دماهای اول و دوم (۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) تفاوتی نشان نداد ولی با افزایش دما، درصد لکه‌داری محصول در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا نموده و با مقادیر مربوط به دو دمای قبلی تفاوت معنی‌داری را نشان داد. میزان لکه‌داری در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به درصد لکه‌داری در دو سطح اولیه دما بترتیب افزایشی معادل ۶/۶۲٪ و ۲/۸۱٪ را نشان می‌دهد. میزان لکه‌داری در دمای

۴۰ درجه سانتی‌گراد به مقدار ۱۹/۳٪ رسید که از مقادیر مربوط به سطوح قبلی از نظر آماری بزرگتر می‌باشد. به عبارت دیگر با افزایش دما تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد درصد دانه‌های لکه‌دار شده به بیش از دو برابر دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد (جدول ۲). این امر را می‌توان ناشی از تشدید فعالیتهای شیمیایی منجر به لکه‌دار شدن پسته در اثر افزایش دما دانست.

جدول ۲ مقایسه میانگین اثر دما بر درصد لکه‌داری پوست

چوبی پسته، (LSD 5% = 2.450)

درصد لکه‌داری	دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد)
۹/۱۲ ^c	۲۰
۹/۲۰ ^c	۲۵
۱۴/۸۷ ^b	۳۰
۱۶/۶۵ ^b	۳۵
۱۹/۳۳ ^a	۴۰

میانگینهای بر خوردار از حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

جدول ۳ مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر درصد لکه‌داری

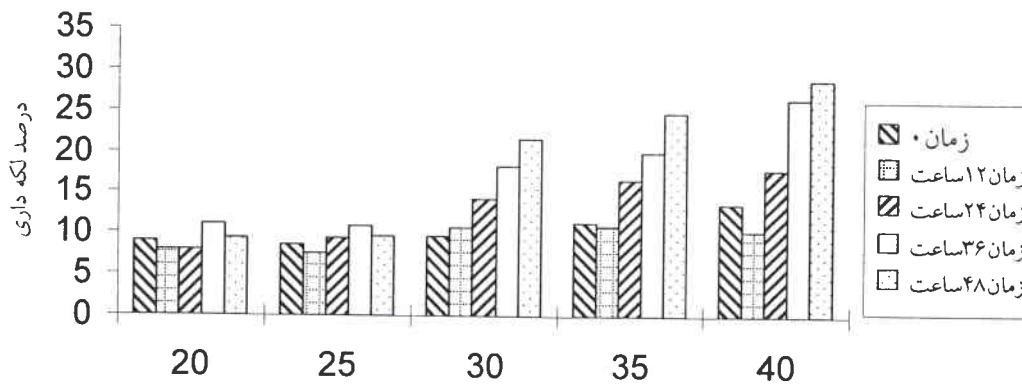
پوست چوبی پسته، (LSD 5% = 2.450)

درصد لکه‌داری	زمان نگهداری (ساعت)
۱۰/۴۰ ^c	۰
۹/۴۸ ^c	۱۲
۱۳/۱۶ ^b	۲۴
۱۷/۳۴ ^a	۳۶
۱۸/۸۱ ^a	۴۸

میانگینهای بر خوردار از حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

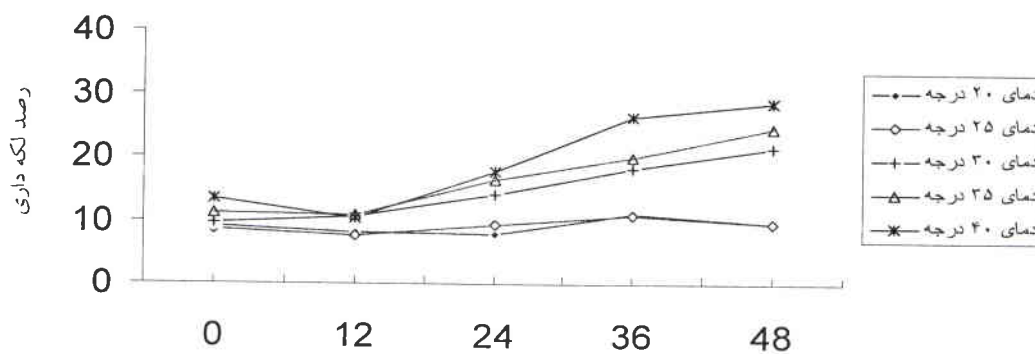
در خصوص زمان نگهداری محصول مشاهده گردید که نگهداری محصول در زمانهای صفر و ۱۲ ساعت از نظر درصد لکه‌دار شدن محصول تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ولی با گذشت زمان پس از ۲۴ ساعت شاهد تفاوت معنی‌دار در میزان لکه‌داری پوست چوبی پسته خواهیم بود. همچنین نگهداری محصول تا ۳۶ ساعت باعث افزایش درصد لکه‌داری محصول نسبت به زمانهای صفر، ۱۲ و ۲۴ ساعت می‌گردد (افزایش ۴۳/۸ درصدی در لکه‌دار شدن محصول نسبت به زمان ۱۲ ساعت). با افزایش زمان نگهداری محصول تا ۴۸ ساعت درصد

دانه‌های لکه‌دار شده بطور چشمگیر و معنی‌داری افزایش یافته و به میزان ۱۸/۸۱ می‌رسد که با میزان لکه‌داری در زمان ۳۶ ساعت از لحاظ آماری متفاوت و بزرگتر می‌باشد. بنظر می‌رسد با افزایش دما، نرخ لکه‌دار شدن پسته‌ها به شدت افزایش می‌یابد (جدول ۳). این امر را می‌توان به دو عامل نسبت داد: اول اینکه درصد لکه‌داری در پوست چوبی محصول، ماهیتی تجمعی دارد و دوم اینکه با گذشت زمان و تخریب بافت زنده پوست سبز، عملاً زمینه برای فعالیتهای شیمیایی مساعد گردیده و این امر تشدید لکه‌دار شدن پوست چوبی را در پی خواهد داشت. بررسی اثر برهم کنش دو عامل زمان و دما نشان داد که در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دو زمان ۳۶ و ۴۸ ساعت، در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در سه زمان ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت میزان لکه‌داری از میزان اولیه بیشتر می‌باشد (شکل ۲). یافته‌های فوق با نتایج تحقیق قادر و همکاران [۹] همچنین نتایج پژوهش تامپسون و همکاران [۸] در مورد رقم کرمان، از این نظر که نشان داد نگهداری بیش از ۴۸ ساعت پسته‌های پوست‌گیری نشده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد باعث لکه‌داری می‌گردد مطابقت دارد. اما بر خلاف نتایج پژوهشهای فوق‌الذکر که حداقل ۳۲ ساعت زمان نگهداری در دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد را باعث لکه‌دار شدن محصول گزارش کرده بود تحقیق جاری نشان داد هنگام نگهداری محصول در دو دمای فوق (در ارقام اکبری و کله‌قوچی) بترتیب پس از ۳۶ و ۲۴ ساعت پوست چوبی دانه‌های پسته لکه‌دار می‌گردد. همانطور که در شکل ۳ نیز دیده می‌شود با افزایش دما و رسیدن آن به مقادیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بالاتر نرخ تغییرات لکه‌داری در زمان افزایش یافته و بیشترین میزان لکه‌داری مربوط به دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و زمان نگهداری ۴۸ ساعت می‌باشد که معادل ۲/۸ برابر متوسط لکه‌داری در زمان چیدن محصول می‌باشد.



دمای نگهداری (درجه سانتیگراد)

شکل ۲ میانگین اثرات متقابل زمان و دمای نگهداری بر درصد لکه دار شدن پوست چوبی پسته



زمان نگهداری (ساعت)

شکل ۳ نرخ تغییرات درصد لکه داری پوست چوبی پسته در دماهای مختلف

کوچک بودن اختلاف آنها را می توان به دو عامل نسبت داد: اول اینکه محصول درون توده از تهویه مناسب و کافی جهت خشک شدن برخوردار نمی باشد و دوم اینکه محصول پس از برداشت و حین نگهداری (قبل از فرآوری) به تنفس ادامه داده و این امر با تولید آب همراه می باشد. جالب اینکه روند کاهش رطوبت در ۲۴ ساعت دوم از شتاب بیشتری برخوردار گردیده است که این می تواند دلیلی بر کاهش تنفس محصول در ۲۴ ساعت دوم باشد. روشن گردید علیرغم اینکه پس از گذشت زمان محصول درون توده، ظاهری نسبتاً مرطوب و بعضاً لجنی پیدا می کند اما از رطوبت آن به مقدار جزئی کاسته می گردد و تغییرات ظاهری در آن نه بواسطه افزایش رطوبت بلکه در اثر تخریب بافت پوست سبز پسته می باشد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در آزمایش مربوط به تغییرات رطوبت نشان داد که از دو عامل زمان و رقم تنها فاکتور زمان بر روی میزان رطوبت اثر معنی دار داشته است و ارقام مورد آزمایش (اکبری و کله قوچی) از این حیث تفاوتی ندارند (جدول ۴). همانطور که در جدول ۵ نیز مشاهده می گردد میانگین درصد رطوبت در اولین سطح از فاکتور زمان (بلافاصله پس از برداشت) ۵۱/۵۸٪، اندازه گیری گردید. رطوبت محصول پس از اعمال تیمار زمان و گذشت ۲۴ ساعت (دومین سطح از فاکتور زمان) به ۵۱/۵۴٪ و پس از گذشت ۴۸ ساعت به ۵۰/۵۸٪ رسید. مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ درصد نشان داد تفاوت مقادیر فوق علیرغم کوچکی از لحاظ آماری معنادار بوده و این امر دلیلی بر کاهش رطوبت محصول می باشد. نزدیک بودن مقادیر و

جدول ۴ مقادیر F و سطوح احتمال اثرات زمان نگهداری و رقم بر درصد رطوبت پسته پوست گیری نشده.

منابع تغییر	F	P value
(A) زمان نگهداری	۴/۴۸۲۰*	۰/۰۳۵۲
(B) رقم	۰/۶۶۳۱	
(AB) رقم × زمان	۱/۳۰۲۹	۰/۳۰۷۶

* اختلاف در سطح ۰.۵٪ معنی دار می باشد.

جدول ۵ مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر درصد رطوبت پسته پوست گیری نشده. (LSD 5% = 0.0018)

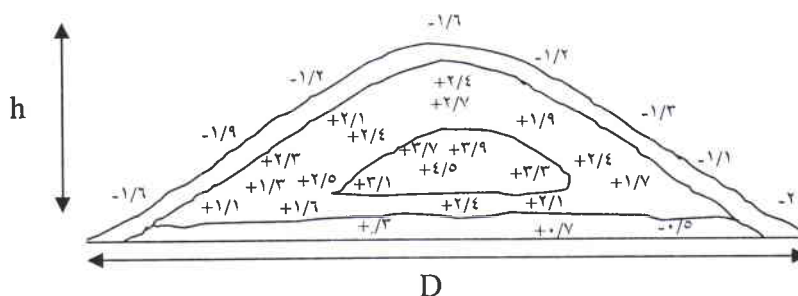
زمان نگهداری (ساعت)	درصد رطوبت
۰	۵۱/۸۵ ^a
۲۴	۵۱/۵۴ ^b
۴۸	۵۰/۵۸ ^c

میانگینهای برخورداری از حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت آماری معنی دار ندارند.

نتایج حاصل از اندازه گیری دما در توده های پسته نشان داد که پروفیل دمایی در توده های متوقف قبل از فراوری به طور قابل ملاحظه ای وابسته به میزان تهویه محصول می باشد. در لایه هایی از توده که به وجوه توده نزدیک است (تا عمق حدود ۳۰ سانتی متر از سطح توده)، در اثر تبخیر رطوبت محصول خنک تر از دمای محیط است ولی ضمن نزدیک شدن به مرکز توده، مناطقی با دمای بالاتر مشاهده می گردد. همانگونه که در شکل ۴ نیز دیده

می شود بر اساس دمای درون توده می توان آن را به چهار ناحیه دمایی تقسیم بندی نمود: ناحیه اول عبارت از سطح محصول است (تا عمق حدود ۳۰ سانتی متری). این ناحیه در اثر مجاورت با هوا از تهویه مناسبی برخوردار گردیده و در دمایی کمتر از دمای محیط قرار می گیرد، ناحیه دوم ناحیه کف توده است. این ناحیه نسبت به دمای بیرون تفاوت دمایی قابل ملاحظه ای ندارد (تفاوت دمایی کمتر از ۱ درجه سانتی گراد). ناحیه سوم ناحیه میانی است که تقریباً بین ۱ تا ۳ درجه از هوای محیط بیرون گرمتر می باشد و ناحیه چهارم ناحیه مرکزی است که بیش از ۳ درجه گرمتر از دمای محیط اطراف توده می باشد. البته بنظر می رسد دمای توده محصول به عواملی چون وزش باد، تعداد ساعات نگهداری و دمای محیط بستگی داشته باشد. اما اندازه گیری دما در سبدهای پر از محصول که عمداً قبل از فراوری متوقف گردیده بود نشان داد که در این سبدها بدلیل کوچک بودن ابعاد و حجم محصول و امکان تهویه مناسب، نقاط مختلف درون این سبدها از دمایی یکنواخت برخوردار هستند. این مقدار به طور متوسط بین ۳/۵ تا ۶/۴ درجه سانتی گراد کمتر از درجه حرارت محیط ثبت گردید. بنظر می رسد با توجه به پر نشدن کامل سبدها و عدم فشردگی محصول در حالت نگهداری، محصول در سبد از تهویه مناسبی برخوردار گردیده و تمام نقاط محصول دارای دمایی پایین تر از دمای محیط می باشد.

شکل ۴ ناحیه های دمایی توده پسته پوست گیری نشده، متوقف قبل از فراوری. اعداد روی شکل تفاوت دمای درون توده با دمای محیط می باشد. (ارتفاع، h، بین ۱/۴ تا ۱/۶ متر و قطر قاعده مخروط، D، بین ۲/۲ تا ۲/۴ متر)



۴- نتیجه گیری

تیمار گرمایی و مدت نگهداری و اثر متقابل آنها بر افزایش درصد لکه‌داری در سطح ۵ درصد معنا دار بود. درصد لکه‌داری در پسته‌های رقم اکبری و کله قوچی تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در توده‌های پسته قبل از فرآوری نقاط پر دما (تا ۴/۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای محیط) مشاهده گردید. در حالیکه در سبدها تمام نقاط در دمایی پائین‌تر از دمای محیط قرار می‌گیرد. با توجه به بیشینه دمای روزانه در مناطق پسته خیز استان کرمان در فصل برداشت محصول (۲۹ تا ۳۳ درجه سانتی‌گراد برای شهر کرمان و ۲۹ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد برای رفسنجان بر اساس آمار دهساله سازمان هواشناسی کشور) و با توجه به افزایش دما درون توده محصول، چنانچه به هر دلیل محصول قبل از فرآوری متوقف بماند حداکثر زمان نگهداری آن (بدون افزایش درصد لکه‌داری) ۲۴ ساعت می‌باشد [۱۳]. چنانچه محصول در سبد نگهداری گردد با توجه به دمای محصول درون سبد، نگهداری پسته تا ۳۶ ساعت قبل از فرآوری به لحاظ لکه‌دار شدن مشکلی را ایجاد نخواهد نمود.

۵- سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری بی‌دریغ مدیریت و کارشناسان محترم دفتر امور پسته وزارت جهاد کشاورزی در خصوص هماهنگی و مساعدت در طی اجرای طرح و همچنین از مدیریت و اعضای محترم هیئت علمی گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس قدردانی نمایند. همچنین از مدیریت محترم شرکت بنه سبز کرمان سپاسگزاری می‌گردد.

۶- منابع

- [۱] آمارنامه کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، تهران وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۸۲)، صفحه ۷۷-۷۸.
- [۲] ابریشمی، م، ۱۳۷۳، پسته ایران شناخت تاریخی، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، صفحه ۲۹۹-۳۰۳.
- [3] Crane, J.C. 1979. Tree Nuts: Production, Processing, and Products, AVI Publishing, Inc., Westport, Conn, pp: 572-603.
- [۴] طرح ملی ردیابی و کنترل نقاط بحرانی تولید پسته- نظامنامه سیستم HACCP، دفتر امور پسته، تهران، معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، (۱۳۸۲)، صفحه ۲۶-۲۸.
- [5] Williamson, R.E. and Smittle, D. A. 1978. Quality loss in bulk handled, shelled southern peas during field loading and transport. ASAE paper No. 78-1027. St. Joseph, Mich. ASAE.
- [6] Wilhelm, L.R. 1979. Forced ventilation cooling of commercial snap bean shipments. ASAE paper No. 79-6518. St. Joseph, Mich. ASAE.
- [7] Toumadje, A., J.C. Crane and Kader, A.A. 1980. Respiration and ethylene production of the developing 'Kerman' pistachio fruit HortScience 15(6):725-727.
- [8] Thompson, J.F., Rumsey, T.R. and Spinoglio, M. 1997. Maintaining quality of bulk-handled unhulled pistachio nuts. Applied Engineering in Agriculture 13(1): 65-70.
- [9] Kader, A.A., Labavitch, J.M., Mitchell, F.G. and Sommer, N.F. 1980. Quality and safety of pistachio nuts as influenced by postharvest handling procedures. The Pistachio Assoc. Ann. Rpt. Fresno, Calif. pp: 44-52.
- [10] Pearson, T.C. and Slaughter, D.C. 1996. Machine vision detection of

- [12] ASAE. 1998. ASAE Standard: ASAE S410.1 Moisture Measurement-Peanuts. ASAE Standards 1998, pp. 560-561, American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, MI.
- [13] <http://www.irimo.ir>
- early split pistachio nuts. Transactions of the ASAE 39(3): 1203-1207.
- [11] Pearson, T.C. 1996. Machine vision system for automated detection of stained pistachio nuts. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologies 29(3):203-209.

An Investigation on the Temperature History of Unhulled Pistachio Nuts prior to Processing and its Effects on the Shell Staining

Ahmad Sadeghi^{1*}, Teymour Tavakoli Hashjin², Mohammad Hadi Khashtaghza³

1- Ph.D. Student, Department of Agricultural Machinery, Tarbiat Modarres University

2- Associate professor, Department of Agricultural Machinery, Tarbiat Modarres University

3- Assistant professor, Department of Agricultural Machinery, Tarbiat Modarres University.

Temperature history of unhulled pistachio is important because of its effects on shell staining. Shell staining causes pistachio nuts to have less commercial value. Laboratory tests showed that two factors (temperature and holding time) and their mutual effects have significant effects on the degree of pistachio's shell staining. The study on two Iranian pistachio varieties (Akbari and Kalleghochi) indicated that there is no significant difference between these two varieties in terms of shell staining. In addition, it was found that if nuts are kept at 40°C more than 24 hours, shell staining would be greatly increased. At 30°C the minimum holding time required for staining is 36 hours.

The results also showed that in bulks of unhulled pistachio, which were stopped before processing, there was a high temperature in the core of the bulk because of improper ventilation, while the temperature in the baskets was about 3.5°C to 6.4°C under the ambient temperature. This study indicated that if any delay occurred in the processing, basket keeping of nuts will cause less temperature increasing and less poor quality. Therefore, the safe holding time of the product will be increased.

Keywords: Pistachio nuts, processing, keeping, staining

* Corresponding author E-mail: sadeghi@pri.ir