



کاهش ضایعات دانه پسته حین فرآوری پسته تر

محمدعلی رستمی*

استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

چکیده

در هر یک از مراحل فرآوری پسته، احتمال تلفات کیفی و کمی دانه پسته وجود دارد. این به دلیل تعداد ماشین‌های موجود در صنایع فرآوری پسته تر و پسته خشک است. بنابراین، شناسایی هر یک از نقاط بحرانی و انجام تمهیدات لازم برای جلوگیری از ضایعات این محصول با ارزش، ضروری است. در کارگاه فرآوری پسته حداقل چهار نقطه بحرانی وجود دارد که در آن‌ها احتمال ضایعات است. اولین نقطه بحرانی ضایعات پسته در فرآوری پسته تر، شکستن دانه در پوست‌کن است. برای کاهش ضایعات پسته در این مرحله، تنظیمات مورد نیاز باید صورت گیرد. دومین نقطه بحرانی ضایعات پسته در فرآوری پسته تر، خروج دانه سالم پسته همراه با دانه‌های پوک از پوک‌گیر است که با تنظیم میزان جریان هوا در پوک‌گیر به حداقل می‌رسد. سومین نقطه بحرانی، آلودگی پسته در حوض شناوری است. ورودی و خروجی حوض شناوری باید به گونه‌ای تنظیم شود که همیشه آب بهداشتی و تمیز برای شستشوی پسته در حوض، وجود داشته باشد. پوست‌شدن پسته و سوختگی آن در حین نم‌گیری و خشک‌کردن، نقطه بحرانی دیگری است که با رعایت درجه حرارت مناسب و عمق انباش پسته در پوست‌کن‌ها قابل کنترل است.

واژگان کلیدی: پوست‌کن، پوک‌گیر، ترمینال ضبط پسته، حوض تر، خشک‌کن، نم‌گیر



بیان مسئله

فرآوری پسته، کلیه عملیاتی است که روی پسته برداشت شده از درخت تا مرحله بسته‌بندی پسته خام صورت می‌گیرد. فرآوری پسته شامل فرآوری پسته‌های تر و خشک است. فرآوری پسته تر از مرحله ورود پسته تر به کارگاه تا مرحله کاهش رطوبت به کمتر از شش درصد است. فرآوری پسته خشک، عملیاتی است که روی پسته با رطوبت کمتر از شش درصد تا مرحله بسته‌بندی صورت می‌گیرد. پس از ورود پسته به کارگاه فرآوری (پایانه ضبط پسته)، عملیات فرآوری پسته تر آغاز می‌شود. پایانه‌های ضبط پسته بر اساس ظرفیت کار آن‌ها در ساعت نام‌گذاری می‌شوند. برای مثال، پایانه ضبط ۵ تن، پسته تر به مقدار ۵ تن را در ساعت فرآوری می‌کند و تمام ماشین‌های موجود در این پایانه باید متناسب با ظرفیت ۵ تن در ساعت ساخته شوند. معمولاً ظرفیت ماشین‌های موجود در کارگاه، متناسب با پوست‌کن پسته طراحی می‌شود تا همه ماشین‌ها، جوابگوی فرآوری پسته پوست‌گیری شده باشند. در صورتی که ظرفیت کاری ماشین‌های مختلف موجود در کارگاه، متناسب با پوست‌کن نباشد، پسته در پشت یکی از ماشین‌ها دپو می‌شود. دپو شدن پسته در هر یک از مراحل برداشت، انتقال و پوست‌گیری، موجب افزایش دمای توده پسته شده و احتمال آلودگی آن را به قارچ به سرعت افزایش می‌دهد. پسته باید متناسب با ظرفیت کارگاه فرآوری، برداشت شود. همچنین، پسته باید در سریع‌ترین زمان ممکن به کارگاه منتقل شود و عملیات فرآوری نیز به سرعت آغاز شود. کارگاه فرآوری پسته شامل تجهیزاتی است که عملیات زیر را روی دانه پسته انجام می‌دهد:

- جدا کردن پوست و خوشه از پسته؛
- جدا کردن مواد خارجی و ذرات پوست و خوشه از پسته؛
- انتقال بهداشتی پسته با کمترین خسارت در طول مسیر فرآوری؛
- حمل پوست، خوشه و مواد خارجی به خارج از محوطه کارگاه؛
- جدا کردن دانه‌هایی که پوست آن‌ها کاملاً کنده نشده از دانه‌هایی که کاملاً پوست‌گیری شده‌اند. در اصطلاح محلی به این پسته‌ها "گو" می‌گویند.
- جدا کردن دانه‌های پوک و نیمه‌مغز از محصول پرمغز؛
- جدا کردن دانه‌های ریز که کیفیت محصول قابل‌ارائه به بازار را پایین می‌آورند؛
- شستشوی دانه‌های پوست‌گیری شده؛
- نم‌گیری یا حذف رطوبت ناشی از شستشو؛
- کنترل نهایی محصول از لحاظ عدم وجود گو، مواد خارجی و دانه‌های با اشکال نامنظم در محصول؛
- خشک‌کردن پسته تا میزان مناسب برای انبارداری؛
- کنترل درصد رطوبت پسته خروجی از خشک‌کن‌ها؛

کاهش ضایعات دانه پسته حین فرآوری پسته تر / محمدعلی رستمی

دستگاه‌های موردنیاز برای انجام این عملیات شامل پوست‌کن، تجهیزات انتقال مواد خارجی از کارگاه، انتقال دهنده‌های پسته، تجهیزات بوجاری پسته، گوگیر، تجهیزات جداسازی دانه‌های ریز، تجهیزات شستشو، نم‌گیر، تجهیزات جداسازی دانه‌های پوک و نیمه مغز و خشک‌کن هستند (شکل ۱). در برخی از این مراحل، احتمال ضایع شدن دانه پسته به صورت شکستن دانه، پوست شدن پسته طی مراحل مختلف فرآوری، خارج شدن دانه سالم به همراه مواد خارجی و پوست، قرار گرفتن دانه سالم در مواد خارجی، سیاه شدن و سوختگی دانه، و آلوده شدن به قارچ وجود دارد. در این مقاله، ضمن معرفی نقاط بحرانی فرآوری پسته تر که طی آن امکان ضایعات دانه پسته وجود دارد، راهکارهای کاهش ضایعات پسته نیز ارائه شده است.



شکل ۱- الگویی از چیدمان ماشین‌های فرآوری پسته (شرکت ماشین‌آلات ضبط پسته قاسمی)

معرفی دستورالعمل

اولین نقطه بحرانی ضایعات پسته در فرآوری پسته تر (شکستن دانه پسته در پوست‌کن)

پس از برداشت پسته و انتقال آن به پایانه ضبط، پسته در پشت پوست‌کن، دپو می‌شود. اولین ماشینی که ممکن است در آن دانه‌های پسته بشکند یا همراه پوست از چرخه فرآوری دانه خارج شود، پوست‌گیر است (شکل ۲). برای کاهش ضایعات پسته در این مرحله، پنج مورد زیر باید تحت کنترل قرار گیرد:

الف) حجم ورودی دانه پسته به پوست‌کن متناسب با ظرفیت آن باشد.

ب) سرعت خطی چرخش استوانه پوست‌کن به گونه‌ای تنظیم شود که شکستگی دانه به صفر نزدیک شود.

ج) دریچه خروج دانه به گونه‌ای تنظیم شود که فقط دانه پوست‌گیری شده از آن خارج شود.



د) دریچه خروج پوست به گونه‌ای تنظیم شود که دانه‌های پسته نتوانند از آن خارج شوند و تنها پوست و قطعات خرد شده خوشه و برگ از آن خارج شوند.

ه) با سایش بیش از حد پیچ‌های موجود در سطح استوانه پوست‌کن پیچی، عمل کنده‌شدن پوست سبز کاهش می‌یابد. این باعث ماندگاری بیش از اندازه دانه در پوست‌کن شده و میزان شکستگی دانه را افزایش می‌دهد. بنابراین، با مشاهده سایش، پیچ‌ها باید تعویض شوند.



شکل ۲- پوست‌کن پیچی پسته



کاهش ضایعات دانه پسته حین فرآوری پسته تر / محمدعلی رستمی

در بین ماشین‌های پوست‌کن پسته (استوانه پیچی، استوانه پیچی - تیغه‌ای، استوانه لاستیکی)، بیشترین راندمان پوست‌گیری مربوط به ماشین استوانه لاستیکی (۸۱/۹۰ درصد) است. ماشین استوانه لاستیکی کمترین درصد شکستگی دانه در خروجی دانه و خروجی پوست را دارد. کمترین درصد دانه‌های پوست‌نشده مربوط به ماشین استوانه پیچی - تیغه‌ای (۲/۵ درصد) است (افضلی گروه، ۱۳۹۳).

دومین نقطه بحرانی ضایعات پسته در فرآوری پسته تر (خروج دانه سالم پسته همراه با دانه‌های پوک از پوک‌گیر)

در کارگاه فرآوری پسته، محصول خروجی از درجه پوست‌کن به‌طور پیوسته وارد ماشین پوک‌گیر می‌شود. برای انتقال دانه‌های پسته از یک ماشین به ماشین بعدی از نوار نقاله استفاده می‌شود. نوار نقاله‌ها در ابعاد و زوایای مختلف ساخته شده‌اند. همراه دانه‌های پسته با کیفیت مطلوب، دانه‌های پوک، پوست، برگ، دانه‌های نیمه‌مغز، دانه‌های ریز، دانه‌های بدشکل، گو و دانه‌های شکسته نیز وجود دارد. برای جداسازی این دانه‌ها، نیاز به عمل بوجاری است. اولین مرحله بوجاری در فرآوری پسته، جدا کردن دانه‌های پوک، برگ و مواد خارجی دیگر از محصول اصلی است. این عمل، توسط دستگاه پوک‌گیر انجام می‌شود. پوک‌گیر یک ماشین بوجاری است که با استفاده از فشار هوا، دانه‌های پوک و ذرات برگ، پوست و خوشه را از محصول اصلی جدا می‌کند (شکل ۳). این ماشین در صورت طراحی مناسب، می‌تواند تقریباً تمام دانه‌های پوک، پوست، خوشه و برگ‌ها را از دانه‌های پسته جدا کند.



شکل ۳- پوک‌گیر پسته



میزان جریان هوا در جداسازی بهینه دستگاه پوک‌گیر تأثیر زیادی دارد. اگر میزان جریان هوای دمنده بیش از حد باشد، برخی دانه‌های پسته مرغوب نیز به همراه دانه‌های پوک از دستگاه خارج می‌شوند. اگر جریان هوای دمنده، کمتر از میزان موردنیاز باشد، همه دانه‌های پوک و مواد خارجی از محصول جدا نخواهند شد. بنابراین، میزان جریان هوا در پوک‌گیر باید به گونه‌ای تنظیم شود که هیچ دانه پسته پرمغزی به همراه دانه‌های پوک از پوک‌گیر خارج نشوند.

سومین نقطه بحرانی ضایعات پسته در فرآوری پسته تر (آلودگی پسته در حوض شناوری)

در مرحله سوم فرآوری، دانه‌های پسته وارد دستگاه شستشو می‌شوند. برای شستشوی پسته، روش‌ها و ماشین‌های متفاوتی در کارگاه‌های فرآوری پسته مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها شامل استفاده از حوض شناوری (حوض تر)، دوش آب تحت فشار و استفاده از دستگاه نخاله‌گیر یا دستگاه شستشوی پسته هستند. در حوض شناوری، دانه‌های پسته خارج‌شده از پوک‌گیر، از طریق یک نوار نقاله به داخل حوض شناوری ریخته می‌شوند (شکل ۴). حوض شناوری، حوض آب بزرگی است که مخزن آن با آب پر شده و دائماً آب از بالای آن توسط یک کانال خروجی سرریز می‌شود. از ته حوض شناوری نیز مقداری آب خارج می‌شود تا آب داخل حوض همیشه تمیز بماند. دانه‌های پسته ورودی به حوض، بر اساس وزن مخصوص، در داخل آب به سه دسته تقسیم می‌شوند: دانه‌های پسته‌ای که پرمغز و سنگین‌تر هستند، ته‌نشین شده و بقیه پسته‌ها (کال، پوک، سبک‌وزن و مقداری مواد خارجی) روی آب شناور می‌مانند. پسته‌های پوک یا بدون مغز (با وزن مغز زیر ۱۰ گرم)، روی سطح آب شناور شده و به کمک جریان سرریز آب از یک خروجی خارج‌شده و بیرون ریخته می‌شوند. پسته‌های روی آبی (شامل دانه‌های نیم‌مغز) که اندکی زیر آب قرار می‌گیرند، از داخل حوض، خارج‌شده و مسیر دیگری را برای مغز شدن و استفاده از مغز آن طی می‌کنند. پسته سالم نیز از ته دستگاه توسط یک نقاله بالابر خارج‌شده و مسیر فرآوری را ادامه می‌دهد. در روش استفاده از دوش آب تحت فشار، دانه‌های پسته بعد از خروج از پوک‌گیر، ضمن عبور از یک استوانه مشبک، شسته می‌شوند. در روش استفاده از دستگاه نخاله‌گیر، دانه‌های پسته بعد از خروج از پوک‌گیر وارد دستگاه نخاله‌گیر شده و ضمن تکمیل فرآیند پوست‌گیری و جدا شدن ذرات پوست، شستشو می‌شوند.

در مرحله شستشو، تمیز و بهداشتی نبودن آب و ماندن بیش از حد آب در حوض شناوری، موجب انتشار آلودگی به دانه‌های پسته می‌شود. بنابراین، باید ورودی و خروجی حوض شناوری به گونه‌ای تنظیم شود که همیشه آب بهداشتی و تمیز برای شستشوی پسته در حوض وجود داشته باشد. همچنین نقاله جداساز دانه که پسته‌های ته‌نشین شده را از حوض تر خارج می‌کند، باید به گونه‌ای تنظیم شود که دانه‌های شناور روی آب (پوک) را با دانه‌های پرمغز مخلوط نکند.



شکل ۴- حوض شناوری پسته (حوض تر)

چهارمین نقطه بحرانی ضایعات پسته در فرآوری پسته تر (پوست‌شدن پسته و سوختگی آن در حین نم‌گیری و خشک‌کردن)

بعد از جداسازی دانه‌های پوک، پوست‌گیری تکمیلی، آشغال‌گیری و شستشو، دانه‌های پسته وارد دستگاه پیش‌خشک‌کن یا نم‌گیر می‌شوند. نم‌گیرها از تعدادی محفظه مشبک با روزنه‌های دایره‌ای شکل ساخته شده‌اند که به صورت پلکانی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. هوای گرم از زیر محفظه‌ها وارد فضای نم‌گیر شده و دانه‌های پسته را که آرام آرام به جلو در حرکت هستند، رطوبت‌گیری می‌کند. هوا به وسیله یک هیتر با سوخت گاز طبیعی یا گازوئیل تا ۸۰ درجه سلسیوس گرم می‌شود. دانه‌های پسته در نم‌گیر، رطوبتی که در قسمت شستشو جذب کرده‌اند را از دست می‌دهند (شکل ۵). درصد کاهش رطوبت، بستگی به طول نم‌گیر و سرعت انتقال پسته دارد. ممکن است دمای هوا و زمان ماندگاری دانه‌ها در نم‌گیر به گونه‌ای تنظیم شود که دانه‌ها مقداری از رطوبت طبیعی خود را نیز از دست بدهند. سرعت نم‌گیری و خشک‌شدن دانه پسته در کیفیت نهایی پسته مؤثر است. زیاد طول کشیدن مرحله نم‌گیری و خشک‌کردن باعث می‌شود دانه پسته بوی نامطبوعی به خود گرفته و همچنین زمینه برای آلودگی قارچی دانه‌ها فراهم شود. بنابراین، حجم هوای ورودی به نم‌گیر و خشک‌کن و همچنین درجه حرارت هوا باید به گونه‌ای تنظیم شود که طول مدت نم‌گیری و خشک‌کردن به حداقل ممکن برسد.

رطوبت دانه پسته در زمان برداشت، بسته به رقم، بین ۴۰ تا ۶۰ درصد (بر پایه خشک) است. بنابراین، پسته را باید پس از مرحله نم‌گیری، خشک کرد. خشک‌کردن در مجاورت آفتاب، خشک‌کردن در خشک‌کن‌ها و خشک‌کردن در دو مرحله (ابتدا در خشک‌کن و سپس در مجاورت آفتاب) روش‌های مختلف خشک‌کردن پسته هستند. چگونگی خشک‌شدن پسته بر رنگ و شکل ظاهری پسته، میزان خندان شدن یا باز شدن دهانه پسته (درجه خندانی)، طعم و مزه، بو، کیفیت و میزان مواد مغذی و حتی مدت ماندگاری پسته تأثیر دارد. در مراحل اولیه خشک‌شدن، می‌توان دانه پسته را با حرارت بالاتری خشک کرد. زیرا دمای پسته به دلیل مقدار رطوبت بالا، خیلی افزایش نیافته و پسته آسیب نمی‌بیند. در مراحل پایانی خشک‌شدن که رطوبت دانه پسته کاهش یافته است، در صورت استفاده از دمای بالا برای خشک‌کردن پسته، دمای آن افزایش می‌یابد. در این شرایط، ممکن است پسته دچار سوختگی و تیرگی رنگ شده و کیفیت و ظاهر آن آسیب ببیند. بنابراین، در صورت استفاده از خشک‌کن‌ها برای خشک‌کردن پسته، باید از درجه حرارت متفاوت در مراحل مختلف خشک‌کردن استفاده شود. در روش خشک‌کردن آفتابی، پسته به مدت چند روز (۳ تا ۴ روز) در معرض آفتاب روی سکوه‌های تمیز و بهداشتی که برای همین منظور ساخته شده‌اند، پهن شده و تا زمان رسیدن رطوبت دانه به ۶-۴ درصد (بر پایه خشک) خشک‌کردن ادامه می‌یابد (شکل ۶). در حین خشک‌کردن، رعایت مسائل بهداشتی مانند ممانعت از حضور پرندگان، حشرات و حتی نشستن گرد و غبار و مراقبت در خصوص بارش موسمی باران لازم است.



شکل ۵- نم‌گیر پسته



شکل ۶- خشک کردن پسته در مجاورت آفتاب

پسته در مدت کوتاهی برداشت و فرآوری می‌شود. بنابراین، امکان خشک کردن حجم زیاد پسته در معرض آفتاب وجود ندارد. در برخی مناطق کشور نیز دمای محیط به اندازه‌ای نیست که بتوان پسته را در معرض آفتاب تا رطوبت مناسب برای نگهداری (۶-۴ درصد) خشک کرد. لذا استفاده از خشک‌کن‌های صنعتی رایج شده است. ممکن است دانه‌های پسته در دو مرحله یعنی ابتدا در مجاورت آفتاب و سپس با خشک‌کن‌ها و یا از ابتدا تا انتها در خشک‌کن‌های صنعتی خشک شوند. خشک‌کن‌های متنوعی برای خشک کردن پسته با الگوبرداری از سایر صنایع ساخته شده است. رایج‌ترین خشک‌کن‌ها چهار الگوی خشک‌کن واگنی متناوب، خشک‌کن عمودی دوجداره پیوسته، خشک‌کن عمودی استوانه‌ای پیوسته و خشک‌کن دهش مکشی پیوسته هستند. خشک‌کن‌های واگنی متناوب بیشترین استفاده را در صنعت پسته دارند. متناوب بودن به این معنی است که خشک‌کن از پسته، پر شده و خشک می‌شود، سپس خشک‌کن تخلیه شده و دوباره از پسته تر، پر می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷- خشک کن واگنی متناوب

خشک کن های یاد شده، دانه های پسته را با دمیدن هوای گرم خشک می کنند. در خشک کن واگنی متناوب، پسته ها به تناوب با استفاده از پاروهای دستی توسط کارگران به هم زده می شوند تا دانه ها به صورت یکنواخت خشک شوند. به هم زدن پسته باید به آرامی صورت گیرد تا موجب مغز شدن دانه ها نشود. خشک کن عمودی دوجداره پیوسته، به صورت عمودی با ارتفاع زیاد ساخته می شود و حالت دوجداره دارد (شکل ۸). مقدار زیادی محصول که در داخل این خشک کن قرار دارد، روی هم فشار آورده و باعث می شود در فرآیند خشک کردن، اندکی درجه خندانی دانه ها کاهش یافته و دهانه دانه ها بسته شود. این موضوع باعث افت کیفیت پسته و کاهش قیمت آن توسط خریداران می شود. در صورت عدم تنظیم سیستم بارگیری و تخلیه خشک کن، ضایعات دانه پسته به صورت دانه شدن پسته در این نوع خشک کن ها افزایش می یابد.



شکل ۸- خشک‌کن عمودی پیوسته

پسته خروجی از خشک‌کن‌های صنعتی، در سیلوهای با کف یا بدنه مشبک، چند ساعت هوادهی می‌شوند تا رطوبت دانه‌ها یکنواخت شود. در هر یک از خشک‌کن‌های پسته در صورتی که دمای خشک‌کن، از ابتدا تا انتها، مرحله‌ای کاهش نیابد، پسته دچار سوختگی و یا خشک‌شدن بیش از حد می‌شود. این عمل سبب کاهش کیفیت و وزن محموله پسته شده و خسارت اقتصادی به باغدار وارد می‌سازد (شیبانی و همکاران، ۱۳۷۴).

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

پایانه ضبط پسته، کارگاهی است که در آن عملیات فرآوری پسته انجام می‌شود. در این کارگاه، ماشین‌های متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرند که عدم تنظیم هر یک از آن‌ها موجب افزایش ضایعات پسته می‌شود. به‌منظور کاهش ضایعات و حفظ کیفیت دانه پسته موارد زیر را باید رعایت کرد:

۱- پسته باید متناسب با ظرفیت کارگاه‌های فرآوری برداشت شود و در سریع‌ترین زمان ممکن به کارگاه منتقل شود.

۲- شکستن دانه پسته در پوست‌کن، خروج دانه سالم پسته همراه با دانه‌های پوک از پوک‌گیر، آلودگی پسته در حوض شناوری، پوست‌شدن پسته و سوختگی آن در حین نم‌گیری و خشک‌کردن از نقاط بحرانی در عملیات فرآوری پسته هستند.

۳- برای کاهش ضایعات پسته در پوست‌کن باید تنظیمات پنج‌گانه پوست‌کن مدنظر قرار گیرد.



- ۴- در پوک‌گیر، میزان جریان هوا باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که هیچ دانه پسته پرمغزی به همراه دانه‌های پوک از پوک‌گیر خارج نشود. در حین عملیات شستشوی پسته در حوض شناوری، ورودی و خروجی حوض شناوری به‌گونه‌ای تنظیم شود که همیشه آب بهداشتی و تمیز برای شستشوی پسته در حوض وجود داشته باشد.
- ۵- حجم هوای ورودی به نم‌گیر و خشک‌کن و همچنین دمای هوا باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که طول مدت نم‌گیری و خشک‌کردن به حداقل ممکن برسد. در خشک‌کن واگنی، به‌هم‌زدن پسته باید به‌آرامی انجام شود تا موجب مغز شدن دانه‌ها نشود.
- ۶- دمای خشک‌کن در خشک‌کن‌های پسته باید به‌صورت مرحله‌ای از ابتدا تا انتها کاهش یابد. در غیر این صورت، پسته دچار سوختگی و یا خشک شدن بیش از حد شده و کیفیت آن کاهش می‌یابد.

فهرست منابع

- ۱- افضل‌گروه، هوشنگ. ۱۳۹۳. ارزیابی و مقایسه کارایی سه نوع پوست‌کن رایج پسته در کرمان. *ماشین‌های کشاورزی*، ۴ (۲)، ص ۲۰۶-۲۱۳.
- ۲- شیبانی، احمد، حسین فریورمهین و علی وطن‌پور ازغندی. ۱۳۷۴. پسته و تولید آن در ایران. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور، شماره ۷۳/۳۲۷.

