



راهکارهای پیشگیری از سیاه‌شدن مغز گردو در مرحله پس از برداشت

سیداصغر موسوی^{۱*} و بابک مدنی^۲

^۱ استادیار پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی و باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

^۲ استادیار پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی و باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

چکیده

سیاه‌شدن و کیفیت پایین مغز گردو یکی از مهم‌ترین مشکلات برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان آن است. خسارات ناشی از آفات و کپک‌ها به دلیل تأخیر در برداشت و مسائل پس از برداشت (تأخیر در پوست‌کنی و خشک‌کردن)، به شدت رنگ مغز گردو را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بهترین زمان برداشت محصول گردو وقتی است که تیغه‌های چوبی بینابینی مغز و پوست چوبی تغییر رنگ داده و قهوه‌ای شوند. تأخیر در برداشت، علاوه بر تیره‌شدن مغز گردو، منجر به کاهش میزان پروتئین، کربوهیدرات و چربی در مغز گردو خواهد شد. هرچه گردو پس از شکافتن پوست سبز، زمان بیشتری روی درخت بماند، افت کیفیت و تغییر رنگ مغز آن نیز افزایش می‌یابد. در شرایطی که پوست سبز روی گردو است، بایستی هر چه سریع‌تر، نسبت به پوست‌کنی میوه، اقدام کرد. بلافاصله پس از پوست‌کنی باید نسبت به خشک‌کردن میوه‌ها اقدام شود. تأخیر در خشک‌کردن گردو، به شدت موجب کاهش کیفیت و تیرگی رنگ مغز خواهد شد. تأخیر در خشک‌کردن یا طولانی‌شدن زمان خشک‌کردن در شرایط سایه و نامناسب، نیز خطر آلودگی محصول گردو به کپک‌ها را افزایش می‌دهد. با رعایت زمان برداشت و عملیات مناسب پس از برداشت می‌توان گردو را با کیفیت مطلوب، تولید و با قیمت مناسب به فروش رساند.

واژگان کلیدی: برداشت، بعد از برداشت، سیاه‌شدن، کیفیت، گردو، مغز گردو



بیان مسئله

گردو یکی از محصولات مهم خشکباری کشور است. مغز گردو دارای ترکیبات باارزشی مانند روغن، پروتئین، کربوهیدرات، مواد معدنی و ویتامین‌ها است. ویژگی‌های کیفی مغز گردو شامل رنگ، طعم، درشتی، عدم چروکیدگی و عدم کپک‌زدگی و آلودگی به آفات است. این ویژگی‌های کیفی افزون بر ارزش غذایی سبب ارزش اقتصادی گردو نیز می‌شوند. افزایش کیفیت و بازارپسندی مغز گردو نقش مهمی در افزایش قیمت و درآمد باغداران خواهد داشت. این امر می‌تواند در صادرات، ارزآوری و تقویت اقتصاد کشور نقش مهمی داشته باشد (مدنی و همکاران، ۱۳۸۷).

سیاه‌شدن و کاهش کیفیت مغز گردو یکی از مشکلات بزرگ تولیدکنندگان این محصول است. سیاه‌شدن مغز گردو باعث کاهش بازارپسندی، افت قیمت و خسارت اقتصادی باغداران می‌شود. در این مقاله، به عوامل مؤثر بر کیفیت مغز گردو و راهکارهای عملی در پیشگیری از سیاه‌شدن و کاهش کیفیت آن به‌ویژه در مراحل برداشت و پس از برداشت پرداخته شده است.

معرفی دستورالعمل

برای جلوگیری از سیاه‌شدن مغز گردو در مراحل برداشت و پس از برداشت، رعایت و لحاظ مواردی به شرح زیر توصیه می‌شود.

برداشت گردو

زمان برداشت گردو به رقم یا ژنوتیپ و شرایط اقلیمی آن بستگی دارد. محصول گردو را باید زمانی برداشت کرد که تیغه‌های چوبی بینابینی مغز و پوست چوبی به رنگ قهوه‌ای تغییر کنند (شکل ۱). در این هنگام، رنگ مغز در روشن‌ترین حالت خود بوده و بهترین کیفیت را دارد. برای دستیابی به گردوهایی با مغز روشن ضروری است میوه‌ها پس از رسیدن، سریع‌تر برداشت شوند. در زمان برداشت، میزان ماده خشک مغز گردو، ۹۰ تا ۹۶ درصد، روغن کل ۵۶ تا ۶۸ درصد، پروتئین ۱۳ تا ۱۶ درصد و کربوهیدرات ۱۰ تا ۱۵ درصد است (سیمسک^۱، ۲۰۱۶). پوست سبز در برخی از ارقام گردو در برخی مناطق به‌طور هم‌زمان با مغز به بلوغ نمی‌رسد. این مورد در جاهایی که آب و هوای گرم در زمان رسیدن مغز میوه دارند، حادث‌تر است. رطوبت بالا و یا بارندگی، بلوغ پوست سبز را قبل از رسیدن مغز تسریع می‌کند. در این حالت باید تا زمانی که از نظر اقتصادی و عملی امکان برداشت وجود داشته باشد، صبر کرد تا مغز آن نیز برسد. در مناطقی با آب و هوای معتدل و شب‌های خنک، رشد مغز گردو کندتر است و رسیدن پوست سبز و مغز هم‌زمان انجام می‌شود. در نتیجه، محصول گردو، کیفیت و رنگ مناسب خود را حفظ می‌کند. استفاده از اتفن یکی از راهکارهای عملی برای تسریع در رسیدن پوست سبز و کاهش فاصله زمانی بین رسیدن مغز و پوست سبز آن است. اتفن باید زمانی استفاده شود که بافت چوبی بین مغز به رنگ

^۱ Simsek

راهکارهای پیشگیری از سیاه شدن مغز گردو در مرحله پس از برداشت/ سیداصغر موسوی، بابک مدنی

قهوه‌ای تبدیل شده است. مصرف اتفن با غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر در این زمان باعث تسریع در شکافتن و ترک خوردن پوست سبز و برداشت آسان گردو می‌شود. در این شرایط، برداشت گردو باید حدود ۷ تا ۱۰ روز پس از محلول‌پاشی با اتفن، صورت می‌گیرد. این زمان ۱ تا ۲ هفته زودتر از حالت طبیعی است. از آنجایی که اتفن، فرآیند پیری (بلوغ) را تسریع می‌کند، اگر پس از مصرف اتفن، گردو در زمان مناسب برداشت نشود، کیفیت مغز آن کاهش می‌یابد. برای دستیابی به حداکثر وزن مغز، اتفن را نایستی قبل از بلوغ مغز مصرف کرد.



شکل ۱- قهوه‌ای شدن بافت چوبی بینابین مغز گردو و سفیدبودن رنگ مغز در زمان رسیدن میوه

گردو با دو روش دستی و مکانیزه برداشت می‌شود. در باغ‌های سنتی و روش دستی، برداشت گردو توسط کارگر ماهر و پس از شکاف برداشتن پوست سبز انجام می‌شود. در این روش، با استفاده از چوب‌های بلند به شاخه ضربه می‌زنند (شکل ۲). در روش سنتی، باید به زمان مناسب برداشت و قراردادن پارچه یا چادر در زیر درخت گردو برای جمع‌آوری سریع‌تر میوه توجه شود تا تیره‌شدگی مغز به حداقل برسد. البته برداشت سنتی گردو وقت‌گیر بوده و به دلیل خسارت به سرشاخه‌ها، سبب کاهش محصول سال آینده نیز می‌شود. در روش مکانیزه، از دستگاه تکان‌دهنده برای برداشت گردو استفاده می‌شود. این دستگاه شامل تکان‌دهنده تنه (شکل ۳) و تکان‌دهنده شاخه است و با یکی از سیستم تکان‌دهنده‌های اینرسی یا کابلی کار می‌کند. استفاده از این روش با توجه به شرایط پستی و بلندی باغ‌های گردو در کشور و امکان حمل دستگاه توسط نیروی کارگری قابل توصیه است.

در زمان برداشت باید کف باغ خشک باشد. میوه اگر روی زمین مرطوب یا خیس ریخته شود، رطوبت سطح باغ به میوه نفوذ می‌کند. در این حالت به علت رطوبت زیاد، ممکن است مغز گردو، کپک زده و سیاه، قهوه‌ای یا زرد شود. میوه‌هایی که در کف باغ می‌مانند، کیفیت خود را سریعاً از دست داده و رنگ مغزشان تیره می‌شود. کاهش کیفیت مغز میوه، تابعی از دما و



زمان است (مدنی و همکاران، ۱۳۸۷). هنگامی که دمای هوا بالای ۳۲ درجه سلسیوس است، بهتر است برداشت صورت نگیرد. اگر برداشت در شرایط و ساعات گرم روز ادامه داشته باشد، سرعت برداشت، جمع‌آوری، پوست‌کنی و خشک‌کردن آنها اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین، توصیه می‌شود برداشت گردو در ساعات خنک روز (صبح و عصر) انجام شود (بیات و محجوب، ۱۳۸۸). مقدار گردوی برداشت‌شده نباید بیشتر از سرعت جمع‌آوری، پوست‌کنی و خشک‌کردن باشد. میوه‌های روی درخت حتی در معرض تابش مستقیم آفتاب، نسبت به میوه‌های روی زمین، خنک‌تر هستند. تأخیر در برداشت گردو تا زمانی که پوست سبز میوه روی درخت کاملاً باز و خشکیده شود، منجر به تیره‌شدن و کاهش کیفیت مغز می‌شود (شکل ۴). تأخیر در برداشت علاوه بر تیره‌شدن مغز گردو، منجر به کاهش میزان پروتئین، کربوهیدرات و چربی در آن خواهد شد (مدنی و همکاران، ۱۳۸۷).



شکل ۲- برداشت دستی گردو با چوب بلند



شکل ۳- برداشت مکانیزه گردو با تکان‌دهنده تنه

راهکارهای پیشگیری از سیاه شدن مغز گردو در مرحله پس از برداشت / سیداصغر موسوی، بابک مدنی



(ب)



(الف)

شکل ۴- تأخیر در برداشت گردو (الف) و کاهش کیفیت مغز گردو به دلیل تأخیر در برداشت میوه (ب)

جمع آوری گردو

گردو را حداکثر ۲۴ ساعت پس از برداشت بایستی جمع آوری و پوست کنی کرد. جمع آوری گردو با روش دستی و یا مکانیزه انجام می شود. برای جمع آوری گردو با روش دستی بهتر است از سبد پلاستیکی یا سطل استفاده شود (شکل ۵). برای جمع آوری مکانیزه گردو، سطح باغ باید صاف و یکنواخت و عاری از علف هرز باشد. در این روش، هزینه کارگری کمتر و سرعت کار بیشتر است. چنانچه میوه های برداشت شده روی هم تلمبار شوند، پوست سبز آنها همانند عایقی بوده و منجر به تجمع گرما در میوه می شود و دمای داخل میوه افزایش می یابد. وقتی گردو در هوای گرم برداشت شود و میوه ها در معرض آفتاب قرار گیرند، دمای داخل آنها به بیشتر از ۳۸ درجه سلسیوس خواهد رسید. همین گرما منجر به اکسید شدن ترکیبات فنلی پوست و تیره شدن و کاهش کیفیت مغز می شود. باید گردوهایی که تکانده شده و روی سطح باغ در معرض تابش مستقیم آفتاب هستند، بلافاصله جمع آوری، پوست کنی و خشک شوند. تأخیر در جمع آوری و پوست کنی میوه های برداشت شده روی زمین به خصوص در شرایط و ساعات گرم روز باعث کاهش کیفیت مغز گردو می شود (بیات و محبوب، ۱۳۸۸).

پوست کنی گردو

جدا کردن پوست سبز یا پوست کنی گردو به دو روش سنتی و توسط دست (شکل ۶) و یا مکانیزه و توسط دستگاه پوست کن (شکل ۷) انجام می شود. در روش دستی باید پوست گردو ترک خورده باشد تا توسط نیروی دست و با چاقو به راحتی از پوست چوبی جدا شود. انواع دستگاه های پوست کن در اندازه و ظرفیت های مختلف در بازار عرضه شده است. برای مثال در انواع سایشی، یک دستگاه با ظرفیت ۳۰۰ کیلو در ساعت می تواند روزانه ۳ تن محصول را در روز پوست کنی کند (علی و همکاران، ۲۰۱۷).



خشستن و سفید کردن پوست چوبی گردو

در جداسازی پوست سبز گردو با دستگاه سایشی، مقداری شیرابه از پوست سبز خارج می‌شود. این شیرابه دارای مواد فنلی نظیر فایتوسترول است که سبب تیره شدن پوست چوبی گردو شده و بازارپسندی میوه خشک گردو را کاهش می‌دهد. بنابراین، برای رفع اثر شیرابه پوست سبز گردو، گردوهای پوست‌کنده شده را باید با آب شست‌وشو داد. این عمل از سیاه شدن مغز جلوگیری می‌کند. برای شست‌وشو، باید گردوهای پوست‌گیری شده به مدت ۲-۳ دقیقه در داخل تانک‌های مخصوص ریخته شده و با فشار آب تمیز شوند. برای سفید کردن پوست چوبی و افزایش بازارپسندی گردو، توصیه می‌شود میوه را در محلول هیپوکلریت کلسیم ۲۶ تا ۲۸ درصد به مدت ۲ تا ۳ دقیقه غوطه‌ور کرد.



شکل ۶- پوست‌کنی گردو با دست و توسط نیروی کارگر



شکل ۵- جمع‌آوری گردو با سبد پلاستیکی



شکل ۷- دستگاه پوست‌کن گردو

خشک کردن گردو

گردوهایی که پوست سبز آنها کنده می‌شود، بین ۲۰ تا ۲۲ درصد رطوبت دارند که باید با خشک کردن، رطوبت میوه به ۸ درصد کاهش یابد. بایستی بلافاصله پس از پوست‌کنی، نسبت به خشک کردن میوه‌ها اقدام کرد. گردو را می‌توان در معرض نور خورشید در فضای باز یا گلخانه و یا با روش صنعتی خشک کرد. در روش سنتی، گردو در مکانی تمیز به صورت تک‌لایه

راهکارهای پیشگیری از سیاه شدن مغز گردو در مرحله پس از برداشت / سیداصغر موسوی، بابک مدنی

در معرض نور خورشید و هوای گرم و خشک قرار می‌گیرد (شکل ۸). در طول روز بایستی گردوها دو تا سه مرتبه زیرورو شوند تا به‌طور یکنواخت رطوبت خود را از دست داده و خشک شوند.

روش صنعتی و استفاده از دستگاه خشک‌کن، زمان خشک‌شدن گردو را به ۷ تا ۱۲ ساعت کاهش داده و موجب کاهش در کپک‌زدگی، سیاه‌شدن مغز گردو و یا ایجاد شکاف در پوست سخت آن می‌شود. بنابراین، استفاده از انواع دستگاه‌های خشک‌کن به‌جای روش سنتی، برای کوتاه‌شدن زمان خشک‌شدن و دستیابی به کیفیت بهتر مغز گردو توصیه می‌شود (وو^۲ و همکاران، ۲۰۲۴). خشک‌کن جعبه‌ای بستر ثابت و خشک‌کن تونلی از خشک‌کن‌های رایج برای خشک‌کردن گردو هستند (شکل ۹). خشک‌کن جعبه‌ای بستر ثابت، قابلیت خشک‌کردن محموله‌های کوچک را دارد. دمای مناسب برای خشک‌کردن گردو در داخل خشک‌کن، ۳۵ تا ۴۵ درجه سلسیوس است که در طی مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت رطوبت داخل گردو به ۸ درصد کاهش می‌یابد. باید در نظر داشت که دمای دستگاه خشک‌کن از ۴۳ درجه سلسیوس بیشتر نشود تا از اکسیدشدن روغن مغز گردو جلوگیری شود (مدنی و همکاران، ۱۳۸۷).



شکل ۸- خشک‌کردن گردو در معرض نور خورشید در فضای باز و گلخانه



شکل ۹- خشک‌کن بستر ثابت (راست) و خشک‌کن تونلی (چپ) برای خشک‌کردن گردو

² Wu



تأخیر در خشک کردن و یا طولانی شدن شرایط خشک کردن موجب کاهش کیفیت و تیرگی رنگ مغز گردو خواهد شد. در صورتی که گردوهای پوست کنده، برای مدت یک روز در دمای ۳۰ درجه سلسیوس نگه داشته شوند، کیفیت آنها کاهش می یابد.

توصیه ترویجی (جمع بندی)

افزایش کیفیت و بازارپسندی مغز گردو نقش مهمی در افزایش قیمت و درآمد باغداران دارد. برداشت و پوست کنی به موقع و شرایط و روش مناسب خشک کردن و نگهداری میوه، منجر به پیشگیری از تیره شدن و کاهش کیفیت مغز گردو می شود. بهترین زمان برداشت گردو وقتی است که تیغه های چوبی بینایی مغز و پوست چوبی تغییر رنگ داده و به رنگ قهوه ای تبدیل شوند. در روش سنتی خشک کردن، اگر محصول گردو به موقع زیر و رو نشود و مدت طولانی در معرض آفتاب قرار گیرد، کیفیت آن کاهش یافته و رنگ مغز آن تیره خواهد شد. روش مناسب برای خشک کردن محصول گردو، استفاده از دستگاه خشک کن است. با این روش، زمان خشک شدن گردو کاهش یافته و در جلوگیری از سیاه شدن مغز میوه و یا ایجاد شکاف در پوست سخت آن مؤثر است.

فهرست منابع

- ۱- بیات، فریبا و محسن محبوب. ۱۳۸۸. برداشت، خشک کردن و نگهداری گردو. نشریه ترویجی، همدان: مدیریت هماهنگی ترویج سازمان جهاد کشاورزی.
- ۲- مدنی، بابک، سیداصغر موسوی و حسین مرادی. ۱۳۸۷. مدیریت/افزایش کیفیت گردو. تهران: انتشارات کنکاش.
3. Ali, M., J. Dixit and S.K. Lohan. 2017. Development of motorized walnut dehuller. *Journal of Agricultural Engineering* (India), 54 (4): 43-48.
4. Simsek, M. 2016. Chemical, mineral, and fatty acid compositions of various types of walnut (*Juglans regia* L.) in Turkey. *Bulgarian Chemical Communications*, 48 (1): 66-70.
5. Wu, M., P. Wang, F. Zhu, Z. Zhu, X. Qu, Y. Wei and L. Zhong. 2024. Postharvest drying of walnuts: Effect of drying methods on walnut quality. *LWT. Food Science and Technology*, 191: 115565.