



استفاده مناسب از ماشین جین اره‌ای در فرآوری الیاف و بذر پنبه

محمدعلی به‌آئین*

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

استفاده مناسب از ماشین‌های جین برای فرآوری بذر پنبه، در کاهش صدمات مکانیکی، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر مؤثر است. مقدار رطوبت، یکی از عوامل مؤثر در کاهش صدمات مکانیکی به بذر پنبه است که به همراه کارکرد ماشین‌های فرآوری بذر، می‌تواند مقدار این صدمات را تحت تأثیر قرار دهد. سرعت دورانی اره‌های ماشین جین و رطوبت مناسب و ش (الیاف و بذر)، از اهمیت خاصی برخوردارند. در بذر پنبه، صدمات ناشی از ضربه، بیشتر از صدمات سایش و فشردگی است. صدمات ناشی از ضربه در رطوبت و سرعت‌های دورانی بالای اره‌های ماشین جین افزایش می‌یابد. ضربه وارد شده به محصول در هنگام فرآوری، در کاهش جوانه‌زنی بذر مؤثر است. البته حساسیت بذرهای مختلف در برابر ضربه و کاهش درصد جوانه‌زنی نیز متفاوت است. همچنین صدمات حاصل از سقوط آزاد بذر پس از جدا شدن بذر از الیاف نیز از مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد. نکات مورد توجه در کار با ماشین‌های فرآوری بذر پنبه، استفاده از ظرفیت موادی بهینه، افزایش کیفیت الیاف و کاهش ضایعات بذر پنبه (صدمات مکانیکی و ارزش اقتصادی) است. در این رابطه باید به خواص فیزیکی ارقام بذرهای مختلف پنبه توجه داشت. در این مقاله، روش‌های صحیح فرآوری بذرهای ارقام پنبه حکمت و گلستان با ماشین جین اره‌ای توضیح داده شده است.

واژگان کلیدی: الیاف، بذر، پنبه، رطوبت، سرعت دورانی، ماشین جین



بیان مسئله

صدمات مکانیکی، ارزش اقتصادی و رویشی بذر پنبه را کاهش می‌دهد. افزایش صدمات مکانیکی در مراحل مختلف فرآوری بذر، مقدار بذر مصرفی در واحد سطح را در زمان کاشت محصول افزایش می‌دهد. نتیجه نهایی صدمات مکانیکی به بذر، کاهش جوانه‌زنی و عملکرد محصول را به دنبال دارد (آلبانز^۱ و همکاران، ۲۰۱۸؛ گو^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). مقدار رطوبت، کارکرد ماشین فرآوری، نوع و رقم از مهم‌ترین عوامل در ایجاد صدمات مکانیکی به بذر هستند. ارقام مختلف یک نوع بذر، از نظر خواص فیزیکی (طول، عرض، ضخامت، ضریب کروی، جرم مخصوص ظاهری و ...)، با یکدیگر تفاوت دارند (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱).

ماشین جین اره‌ای، ماشین فرآوری بذر پنبه است که پس از برداشت و ش پنبه از مزرعه، الیاف پنبه را از بذر جدا می‌کند. ضربات وارده به بذر پنبه در اثر کارکرد اره‌های ماشین جین، به مقدار رطوبت و ش و خواص فیزیکی بذر بستگی دارد. با افزایش رطوبت دانه‌ها تا حد معینی، صدمات مکانیکی به بذر کاهش یافته و بعد از یک رطوبت بهینه، حساسیت دانه‌ها به صدمات مکانیکی افزایش می‌یابد (سوئد و لوکاسزاک^۳، ۲۰۰۷؛ شهبازی و همکاران، ۲۰۱۷). سطح زیرکشت پنبه در سال ۱۴۰۲ حدود ۹۲ هزار هکتار بود که از این سطح، حدود ۲۷۰ هزار تُن و ش، برداشت و ۷۵ هزار تُن الیاف تولید شد. مقدار نیاز کشور به الیاف، ۱۵۰ هزار تُن است. اولین قدم برای خودکفایی در و ش پنبه، تولید بذر سالم و استاندارد است. با توجه به سطح زیرکشت ۹۲ هزار هکتاری پنبه، مقدار بذر مورد نیاز، حدود ۲۵۰۰ تُن برآورد می‌شود. در حال حاضر، تمام بذر مورد نیاز مزارع پنبه، در کشور تولید می‌شود (بی‌نام، ۱۴۰۲). هر نوع ضایعات در بذر پنبه به صورت صدمات مکانیکی و حمله آفات و بیماری‌ها، کاهش قدرت جوانه‌زنی بذر، عدم استقرار مناسب گیاهچه در خاک، حساسیت به آفات و بیماری‌ها و کاهش عملکرد و ش را به دنبال دارد. در نهایت، کاهش عملکرد و ش، به کاهش تولید بذر منجر می‌شود.

معرفی دستورالعمل

تکثیر و تولید بذرهای گیاهی به‌ویژه پنبه، توسط سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به شرکت‌های خصوصی واگذار شده است. بنابراین، ضروری است به کارشناسان صنعت تولید بذر پنبه آموزش‌های لازم برای کاهش هدررفت حین فرآوری این بذور داده شود که در این دستورالعمل به آن پرداخته شده است.

ماشین جین اره‌ای و تنظیمات آن

برداشت پنبه در مزارع با کارگر یا ماشین‌های غوزه‌چین و و ش چین انجام می‌شود. و ش پنبه، دارای دو بخش الیاف و بذر گُرک‌دار است. برای کاشت بذر، باید ابتدا الیاف از بذرهای گُرک‌دار جدا و سپس گُرک بذر با سولفوریک اسید ۹۸ درصد، پاک شده و بذر بدون گُرک یا دلیته به دست آید (شکل ۱).

^۱ Albaneze

^۲ Gu

^۳ Szwed & Lukaszuk

استفاده مناسب از ماشین جین اره‌ای در فرآوری الیاف و بذر پنبه / محمدعلی به‌آئین



شکل ۱- شست‌وشوی بذر گُرک‌دار پنبه با سولفوریک اسید (راست) و بذر بدون گُرک (چپ)

ماشین جین، الیاف را از بذره‌ای گُرک‌دار پنبه جدا می‌کند. اره‌های تعبیه‌شده در ماشین جین اره‌ای، الیاف را از بذره‌ای گُرک‌دار پنبه جدا کرده و بذرها به جلو و الیاف به عقب ماشین هدایت می‌شوند (شکل ۲). ماشین جین اره‌ای شامل شاسی، الکتروموتور، پولی بزرگ، پولی کوچک و کانال‌های هدایت الیاف و بذر است (شکل ۳). مشخصات ماشین جین اره‌ای در (جدول ۱) آمده است. برای افزایش کارایی ماشین جین اره‌ای، دور اره‌های جداکننده الیاف از بذر پنبه باید قابل تغییر باشد. تغییر دور اره‌های ماشین جین با تعویض پولی‌های کوچک و بزرگ، یا با دستگاه اینورتر قابل انجام است (شکل ۳). استفاده از دستگاه اینورتر، ساده‌تر و دور مناسب برای اره‌ها، با محدودیت کمتری نسبت به تعویض پولی‌های کوچک و بزرگ به دست می‌آید.



شکل ۲- خروج الیاف از قسمت عقب ماشین جین اره‌ای (راست) و بذر گُرک‌دار پنبه از قسمت جلو (چپ)

جدول ۱- مشخصات ماشین جین اره‌ای

طول (سانتی‌متر)	عرض (سانتی‌متر)	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد اره	قطر اره (سانتی‌متر)	فاصله بین اره‌ها (سانتی‌متر)	قطر پولی بزرگ (سانتی‌متر)	قطر پولی کوچک (سانتی‌متر)
۹۵	۴۵	۹۰	۸	۳۰	۲	۳۰	۱۸



شکل ۳- ماشین جین اره‌ای (راست) و جداسازی وش به وسیله اره‌ها (چپ)

برای تغییر دور الکتروموتور و انتقال دور به پولی‌های کوچک و بزرگ ماشین جین اره‌ای از اینورتر استفاده می‌شود. با تغییر فرکانس دستگاه اینورتر، دور الکتروموتور تغییر یافته و دور مناسب از پولی کوچک به پولی بزرگ و سپس به اره‌های ماشین جین می‌رسد. در جدول ۲، دورهای مختلف پولی بزرگ (متصل به اره‌های ماشین جین) و با تغییر فرکانس دستگاه اینورتر، نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات دور دورانی و سرعت خطی پولی بزرگ ماشین جین اره‌ای		
پولی بزرگ ماشین جین (دوران اره‌های ماشین جین) (دور بر دقیقه)	سرعت خطی (متر بر دقیقه)	فرکانس اینورتر (هرتز)
۳۰۰	۲۸۲/۶	۲۹
۳۵۰	۳۲۹/۷	۳۴
۴۰۰	۳۷۶/۸	۳۹

رطوبت مناسب بذر پنبه در هنگام فراوری

بذرهای ارقام پنبه، از نظر خواص فیزیکی با یکدیگر تفاوت دارند. این خصوصیات شامل طول، عرض، ضخامت، ضریب کرویت، وزن مخصوص ظاهری و غیره است. دانه‌های بذر پنبه با اندازه کوچک‌تر و جرم مخصوص ظاهری بیشتر، در مقابل شکستگی حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهند. بذرهای گردتر نیز، در برابر نیروهای وارده در اثر ضربه، مقاومت بیشتری دارند (شهبازی، ۱۳۹۹). در دو رقم بذر پنبه حکمت و گلستان در مقدار رطوبت ۵-۳ درصد، ضریب کرویت رقم گلستان (۰/۶۹۷) بیشتر از ضریب کرویت در رقم حکمت (۰/۶۷۹) است. این افزایش ضریب کرویت در رقم گلستان به دلیل کمتر بودن طول این بذر نسبت به رقم حکمت است. در هنگام فراوری وش (جداکردن الیاف از بذرهای گُرک‌دار پنبه)، مقدار رطوبت بذر ارقام پنبه حکمت و گلستان، باید در حدود ۸-۶ درصد باشد. این رطوبت بهینه، باعث افزایش ضریب کرویت و چگالی حقیقی شده که در نهایت، کاهش صدمه به بذر پنبه در هنگام فراوری با ماشین جین اره‌ای را به دنبال دارد (به‌آئین و همکاران، ۱۴۰۱).

سرعت دورانی اره ماشین جین

برای کاهش صدمات مکانیکی (ترک‌ها و شکستگی‌ها) به بذر پنبه ارقام حکمت و گلستان، ترکیب مناسب سرعت دورانی اره‌های ماشین جین و رطوبت مناسب وش پنبه دارای اهمیت است. در مقدار رطوبت زیاد بذر پنبه (۱۰-۸ درصد) و سرعت دورانی کم اره ماشین جین (۳۰۰ دور بر دقیقه)، صدمات مکانیکی به بذر پنبه افزایش می‌یابد. این به‌دلیل چسبیدن الیاف وش به یکدیگر در مقدار رطوبت زیاد و ماندگاری بیش از حد وش پنبه در ماشین جین اره‌ای است. در هر دو رقم بذر پنبه حکمت و گلستان، در سرعت دورانی ۳۵۰ دور بر دقیقه و رطوبت ۸-۶ درصد، صدمات مکانیکی به بذر به صفر درصد می‌رسد.

ظرفیت موادی ماشین جین اره‌ای و درصد عملیات جینی

در هنگام کار با ماشین جین اره‌ای، علاوه بر کاهش صدمات مکانیکی به بذر، باید به ظرفیت موادی ماشین فرآوری و درصد عملیات جینی (جدایش الیاف از پنبه)، نیز توجه کرد. ظرفیت موادی ماشین جین اره‌ای در سرعت دورانی ۳۵۰ دور بر دقیقه و رطوبت ۸-۶ درصد در ارقام پنبه حکمت و گلستان به ترتیب ۲/۰۴ و ۲/۳۴ کیلوگرم بر دقیقه و درصد عملیات جینی به ترتیب ۵۲/۰۵ و ۶۴/۹۶ است. در رطوبت ۸-۶ درصد، الیاف وش پنبه به‌طور مختصر به‌هم چسبیده‌اند. این باعث تسریع در عبور الیاف از شیارهای اره ماشین جین و جدایش سریع‌تر بذر از الیاف پنبه می‌شود. در سرعت دورانی ۳۵۰ دور بر دقیقه و مقدار رطوبت ۸-۶ درصد، صدمات مکانیکی به بذر پنبه، حداقل و ظرفیت موادی ماشین و درصد عملیات جینی در حد مطلوب قرار دارد.

درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذر پنبه

در مقدار رطوبت ۸-۶ درصد بذر و سرعت دورانی ۳۵۰ دور بر دقیقه اره ماشین جین، درصد جوانه‌زنی بذر پنبه در رقم حکمت و گلستان به ترتیب ۹۰/۳۳ و ۹۲/۳۳ است. در رطوبت و سرعت دورانی بیان‌شده نیز، سرعت جوانه‌زنی بذر در ارقام پنبه حکمت و گلستان به ترتیب ۲۳/۷۲ و ۲۴/۳۸ بذر در روز است که قابل قبول است (به‌آئین، ۱۴۰۲). استفاده نامناسب از ماشین‌های جین پنبه، بر درصد و سرعت جوانه‌زنی مطلوب اثر منفی دارند. بذر پنبه به‌دلیل ضخیم‌بودن، مقاومت بیشتری در برابر اره‌های ماشین جین از خود نشان می‌دهد. با این حال، ترک‌های ریز ممکن است به‌وسیله اره‌ها ایجاد شده و درصد جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، لازم است از سرعت دورانی اره و رطوبت مناسب وش استفاده کرد تا صدمات مکانیکی به بذر کاهش یابد. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد، مقدار رطوبت وش است. رطوبت ۸-۶ درصد وش، باعث جدا شدن مناسب الیاف از بذرهای گُرک‌دار پنبه می‌شود. در این رطوبت، صدمات مکانیکی بذر (ترک‌ها و شکستگی‌ها) کم بوده و درصد و سرعت جوانه‌زنی در هر دو رقم پنبه حکمت و گلستان افزایش می‌یابد. بنابراین، در هنگام فرآوری بذر پنبه با ماشین جین اره‌ای، باید مقدار رطوبت به ۸-۶ درصد رسیده و سپس عملیات جین‌زنی وش پنبه انجام شود.

پنبه در مناطق مختلف کشور، در ماه‌های مهر و آبان برداشت می‌شود. با توجه به رطوبت بالای هوا در این ماه‌ها، لازم است که رطوبت بذر پنبه با یک دستگاه رطوبت‌سنج (شکل ۴)، اندازه‌گیری شود. در صورتی که مقدار رطوبت از ۸ درصد بیشتر باشد،



رطوبت وش باید به ۶-۸ درصد رسانده شود. برای کاهش مقدار رطوبت وش پنبه می‌توان آن را در معرض نور آفتاب قرار داد و در اولین فرصت به عملیات جین‌زنی وش اقدام کرد. در کارخانه‌های بزرگ از دستگاه خشک‌کن برای کاهش مقدار رطوبت وش پنبه استفاده می‌شود.



شکل ۴- دستگاه رطوبت‌سنج (راست) و محل قرارگیری وش برای تعیین رطوبت (چپ)

مقدار تمیزبودن وش از نظر مواد خارجی

عدم وجود مواد خارجی (برگ، خاشاک و ذرات ریز) در الیاف، نشان از مرغوب بودن آن دارد. با توجه به عبور مواد خارجی از فاصله دو سانی‌متری بین اره‌ها، رطوبت وش و سرعت دورانی اره‌های ماشین جین، تأثیر چندانی روی تمیز بودن الیاف ندارند. البته هرچه رطوبت زیادتر باشد، مواد خارجی، بیشتر به الیاف می‌چسبند. بنابراین، در برداشت دستی توسط کارگر، دقت در جداکردن وش از غوزه از اهمیت خاصی برخوردار است. در برداشت ماشینی با ماشین وش‌چین نیز تنظیمات دقیق لازم است.

خواص فیزیکی دانه‌ها

خواص فیزیکی دانه‌ها در هنگام عملیات جین‌زنی وش پنبه بر مقدار ضایعات مکانیکی بذر تأثیر دارند. از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خواص فیزیکی دانه‌ها می‌توان به ساختمان دانه، رقم، دما، رطوبت و نحوه بارگذاری روی بذر اشاره کرد.

فاصله مناسب اره‌ها در ماشین جین اره‌ای

دانه‌ها بر اثر نیروهای سایشی، ضربه‌ای و فشاری صدمه می‌بینند. در محصولات دانه‌ای، سایش هنگامی ایجاد می‌شود که دانه روی یک سطح یکنواخت حرکت کرده و اصطکاک بین بذر و سطح، یک خراشیدگی روی بذر ایجاد کند. در هنگام فرآوری وش پنبه، باید فاصله مناسب دو میلی‌متر، بین اره‌های ماشین جین رعایت شده تا اصطکاک بین سطح اره و بذرهای پنبه به حداقل کاهش یابد. این کاهش اصطکاک، از خراشیدگی سطح خارجی بذر جلوگیری می‌کند.

کاهش صدمات مکانیکی به بذر پنبه

با توجه به پوست سخت بذر پنبه، صدمات ناشی از ضربه، بیشتر از صدمات سایشی و فشردگی بذر است. صدمات ناشی از ضربه به یک جسم سخت، در اثر سرعت بالا اتفاق می‌افتد. این ضربات از قسمت متحرک ماشین جین (اره‌های ماشین جین) به بذر پنبه اتفاق می‌افتد. اگر این ضربه در شرایط رطوبت پایین (رطوبت کمتر از ۶ درصد) و سرعت‌های دورانی بالا (بیشتر از ۳۵۰ دور بر دقیقه) به بذر وارد شود، صدمات مکانیکی به بذر اجتناب‌ناپذیر است.

بذرهای جداشده از الیاف پنبه با سرعت زیاد از ماشین جین اره‌ای خارج می‌شوند. استفاده از یک سطح شیب‌دار، با شیب ۳۰ درجه، سبب کاهش ضربه به بذر می‌شود (شکل ۵). جرم حجمی، درجه حرارت و رطوبت بذر از جمله عواملی هستند که باعث می‌شود صدمات مکانیکی بذر بر اثر سقوط آزاد، افزایش یابد. اگر درجه حرارت و رطوبت بذر پنبه مناسب باشد، صدمات وارده به بذر بر اثر سقوط کاهش می‌یابد. بنابراین، لازم است که عملیات جین‌زنی در اواسط روز و رطوبت مناسب ۸-۶ درصد انجام شود. علاوه بر شرایط بذر، باید شرایط سقوط از نظر ارتفاع و پهن کردن سطوح فوم یا اسفنجی به منظور ضربه‌گیری نیز مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۵- استفاده از سطح شیب‌دار برای کاهش صدمه مکانیکی به بذر گُرک‌دار پنبه در زمان خروج از ماشین جین

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

برای کاهش صدمات مکانیکی و هدررفت حین فراوری بذر پنبه باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

- ۱- تنظیمات صحیح ماشین جین اره‌ای از جمله فاصله بین اره‌ها و سرعت دورانی اره، برای کاهش صدمات مکانیکی به بذر پنبه ضروری است. فاصله مناسب بین اره‌های ماشین جین اره‌ای از شمشیری، بایستی دو میلی‌متر تنظیم شود. سرعت دورانی مناسب اره‌های ماشین جین اره‌ای در ارقام بذر پنبه حکمت و گلستان، ۳۵۰ دور بر دقیقه توصیه می‌شود. برای این منظور، باید از پولی‌های مناسب محرک و متحرک یا دستگاه اینورتر برای دستیابی به این سرعت دورانی استفاده کرد.



- ۲- مقدار رطوبت بذر، از لحاظ تأثیر بر صدمات مکانیکی در درجه اول اهمیت نسبت به سرعت دورانی قرار دارد. در مورد بذره‌های پنبه رقم حکمت و گلستان، رطوبت ۸-۶ درصد وش (الیاف و بذر)، در هنگام عملیات جین‌زنی ضروری است.
- ۳- برای کاهش سرعت بذر در هنگام خروج از ماشین جین، یک صفحه شیب‌دار با شیب ۳۰ درجه پیشنهاد می‌شود. برای کاهش صدمات مکانیکی در اثر سقوط آزاد بذر پنبه و پس از جدا شدن از الیاف، نیز استفاده از صفحات فوم و اسفنجی در محل خروج بذر ضروری است.
- ۴- در استفاده از ماشین جین اره‌ای برای فرآوری ارقام بذر پنبه، باید به درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، ظرفیت موادی ماشین جین اره‌ای و مقدار تمیز بودن وش از نظر مواد خارجی نیز توجه شود. در سرعت دورانی ۳۵۰ دور بر دقیقه و رطوبت ۸-۶ درصد وش، تمام متغیرهای یادشده در حد قابل قبول است.

فهرست منابع

- ۱- به‌آئین، محمدعلی. ۱۴۰۲. بررسی اثر ماشین جین اره‌ای در فرآوری وش بر خصوصیات رویشی بذر دو رقم پنبه. *مجله تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی*، ۲۴ (۸۶)، ص ۸۱-۹۸.
- ۲- به‌آئین، محمدعلی، ابوالقاسم قیصری و ماشاء... زارع. ۱۴۰۱. بررسی کارایی ماشین جین اره‌ای در فرآوری وش در سطوح مختلف رطوبت، سرعت دورانی و رقم پنبه. *مجله پژوهش‌های پنبه ایران*، ۱۰ (۱)، ۶۷-۸۴.
- ۳- بی‌نام. ۱۴۰۲. *آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۱*. جلد اول: محصولات زراعی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- ۴- رضوی، محمدعلی و ریحانه اکبری. ۱۳۹۱. *خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی*. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۵- شهبازی، فیض‌ا... ۱۳۹۹. *صدمات مکانیکی در محصولات کشاورزی دانه‌ای (دلایل و راه‌حل‌ها)*. خرم‌آباد: انتشارات دانشگاه لرستان.
6. Albaneze, R., F.A. Villela, J.C. Possenti, K. Guollo and I.C. Riedo. 2018. Mechanical damage caused by the use of grain carts for transport during soybean seed harvest. *Journal of seed Science*, 40 (4): 422-427.
7. Gu, R.L., R. Huang, G.Y. Jia, Z.P. Yuan, L.S. Ren, L.I. Li and J.H. Wang. 2019. Effect of mechanical threshing on damage and vigor of maize seed threshed at different moisture content. *Journal of Integrative Agriculture*, 18 (7): 1571-1578.
8. Shahbazi, F., S. Valizadeh and A. Dowlatshah. 2017. Mechanical damage to green and red lentil seeds. *Food Science & nutrition*, 5 (4): 943-947.
9. Szwed, G. and J. Lukaszuk. 2007. Effect of rapeseed and wheat kernel moisture on impact damage. *International Agrophysics*, 21(3): 299-304.