بررسی اثر فرآیند کرک‌گیری بر خواص فیزیکی و مکانیکی پنبه دانه رقم لطیف

رمضان ساوری[۱]، محسن آزادبخت[۱*]، شهرام نوروزیه[۲]، علی متولی[۳]

۱- گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان

۳- گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* ایمیل نویسنده مسئول:azadbakht@gau.ac.ir

چکیده

پنبه یکی از محصولات استراتژیکی دنیا بوده که از فیبر و دانه آن استفاده می‌شود. پنبه مهمترین گیاه لیفی است و برای تولید روغن‌های خوراکی و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از فرایندهایی که روی بذر پنبه جهت بهبود جوانه‌زنی انجام می‌شود کرک‌گیری (دلینته کردن) می‌باشد. در این تحقیق اثر کرک‌گیری با اسید سولفوریک بر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی بذر پنبه رقم لطیف بررسی شده است. مقایسه میانگین صفات فیزیکی نشان داد که عمل کرک‌گیری بذر باعث کاهش حجم و وزن بذر می‌گردد. همچنین فرایند کرک‌گیری باعث کاهش وزن متوسط پوست دانه از ۰/۰۴ به ۰/۰۳ گرم شده است که این اختلاف ناشی از حذف کرک از سطح بذر می‌باشد و لینتر این رقم تقریبا ۱۰ درصد وزنی بذر پنبه را به خود اختصاص داده است. نتایج آزمون‌های خواص مکانیکی نشان داد که فرآیند کرک‌گیری بر انرژی گسیختگی بذر اثر معنی‌داری نداشته است. مقدار انرژی گسیختگی در جهت بارگذاری طولی و عرضی حدودا ۵۰ نیوتن، در حالی‌که در جهت ضخامت این مقدار به ۳۳ نیوتن کاهش یافته است. همچنین مشخص گردید که عمل کرک‌گیری بر صفت چقرمگی در سطح ۱٪ خطا معنی‌دار بوده است. کرک‌گیری باعث افزایش چقرمگی شده است.

واژه‌های کلیدی: انرژی گسیختگی، پنبه، لطیف، کرک‌گیری

مقدمه

مهمترین گیاه لیفی است و برای تولید روغنهای خوراکی، صنعتی وغیره نیز مورد استفاده قرار میگیرد (مای و لگا، ۱۹۹۹). امروزه با وجود تولید روز افزون الیاف مصنوعی و جایگزینی آن به جای الیاف طبیعی، الیاف پنبه همچنان به عنوان مهم‌ترین منبع تامین الیاف نساجی مورد توجه است. (خادی و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین پنبه در بسیاری از نقاط جهان کشت می‌شود، به طوری که یک منشاء غذایی (روغن‌نباتی)، فیبر و تغذیه دام (کنجاله تخم پنبه) است (اسدزاده، ۱۳۹۰). بذر نقشی اساسی و غیرقابل انکار در کشاورزی دارد و آن را میتوان مهمترین نهاده تولید و نقطه آغاز فعالیت کشاورزی بشر قلمداد کرد (گودینگ و همکاران، ۲۰۰۰). مهم‌ترین ترکیب کشاورزی پنبه، الیاف آن بوده و بهترین ارقام پنبه، الیاف نرم، محکم و طویل تولید می‌کنند. حدود ۳۵–۴۵ درصد از کل وش، الیاف بوده و۵۰ درصد نیز، بذر است که به نوبه خود ارزش اقتصادی بالایی دارد. بعد از تصفیه و جداسازی الیاف، بذر باقی‌مانده شامل ۵۰ درصد مغز، ۱۱ درصد الیاف کرک و ۳۸ درصد پوسته می‌باشد (خادی وهمکاران، ۲۰۱۰).

رقم جدید پنبه CRI-NNC (لطیف) به اختصارNNC، حاصل از تلاقی دو ژنوتیپ خارجی از گونه G-hirsutum است. عمل تلاقی بین دورقم NO:200 (ژنوتیپ وارداتی از کشور یونان) و رقم Nazily-80 (ژنوتیپ وارداتی از کشور ترکیه) در سال ۱۳۷۸ انجام شد(عالیشاه، ۱۳۹۳).

پس از عملیات تصفیه وش، الیاف کوتاه یا اصطلاحاً کرک‌هایی که بر روی بذر ارقام پنبه تار متوسط باقی می‌مانند حدود ۱۱–۱۰درصد وزن بذر پنبه می‌باشد، بنابراین سطح بیشتر بذرهای یک توده بذر پنبه پوشیده از الیاف کوتاه یا اصطلاحاً کرک می‌باشد که این کرک‌ها در کاشت مکانیزه بذر پنبه، اختلال ایجاد کرده و باعث حساسیت بیشتر نسبت به بیماری‌های گیاهچه پنبه می گردند و بدین جهت باید قبل از کاشت، کرک‌ها از بین بروند (گرگ و بیلوپس، ۲۰۱۰ الف). به فرآیند از بین بردن کرک‌های روی سطح بذر پنبه، اصطلاحاً کرک‌گیری اطلاق می‌شود و مزایای آن شامل: قابل بوجاری و جداسازی، ثقلی شدن بذر با جداکننده ثقلی و درنتیجه ارتقاء بنیه با حذف بذرهای کوچک، شکسته و با چگالی وزن حجمی پایین، جلوگیری از اختلال در کاشت مکانیزه و درنتیجه کاهش میزان بذر مصرفی، سهولت بسته‌بندی، انبارکردن و حمل و نقل بذر با کاهش حجم بذر، قابل تیمار (ضدعفونی) کردن بذرها و ارتقای سلامت بذرها با از بین بردن کرک‌ها که محل مناسبی برای آفات و بیماری‌ها هستند و تسریع جوانه‌زنی بذر پنبه در اثر سهولت جذب آب و رطوبت اطراف و کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها، در هنگام جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از خاک و در نتیجه بهبود درصد جوانه‌زنی بذر در خاک و ظهور یکنواخت گیاهچه در مزرعه می‌گردد (حمیدی و همکاران، ۲۰۱۲). (موروگسان و وانانگمودی، ۲۰۰۳).

بطور کلی تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی به عنوان مبنایی برای طراحی و ساخت ماشین ها و تجهیزات انتقال، درجه بندی و فرآوری محصولات کشاورزی همواره مورد توجه بوده است و اصولاً طراحی ماشین های کشاورزی بدون توجه به این پارامترها، ناقص و منجر به نتایج ضعیف می گردد (راسخ و همکاران، ۱۳۹۰). خواص فیزیکی و مکانیکی دانه‌های

روغنی در طراحی و ساخت تجهیزات ویژه برای جابجایی، انتقال، فرآوری، ذخیره کردن و همچنین برای ارزیابی کیفیت محصول اهمیت دارند. (اسدزاده، ۱۳۹۰). برای طراحی واحدهای سیستمهای انتقال، درجه بندی، بسته بندی وفراوری محصول، داشتن اطلاعات دقیق مربوط به خواص بیوفیزیکی و مکانیکی محصول ضروری است (لی و همکاران، ۲۰۱۱). تاکنون تحقیقات بسیار زیادی در زمینه تعیین خواص مکانیکی بسیاری از دانه های روغنی ازجمله گلرنگ (باوملر، ۲۰۰۶)، کنجد (آکین تود، ۲۰۰۴) و سویا (عالمی و همکاران، ۱۳۸۸) تحت اثر نیروهای استاتیک و شبه استاتیکی انجام شده است.

با توجه به اینکه کرک‌گیری پنبه‌دانه موجب تسهیل درکشت مکانیزه پنبه شده و همچنین تحقیقات زیادی با موضوع اثر کرک گیری بر بنیه بذر پنبه انجام شده است و کمتر در زمینه خواص فیزیکی و مکانیکی بذور کرک‌گیری شده ارقام داخلی مطالعه صورت گزفته است، لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر کرک‌گیری با اسید سولفوریک بر برخی از صفات فیزیکی و مکانیکی بذر پنبه رقم لطیف است.

مواد و روش ها

آماده سازی نمونه ها

به منظور انجام این تحقیق ابتدا پنبه دانه کرک‌دار رقم "لطیف" از موسسه تحقیقات پنبه کشور واقع در استان گلستان تهیه گردید. توده پنبه‌دانه به صورت دستی پاک شد (دانه های چروکیده و شکسته و سایر مواد خارجی از توده جدا شدند). نیمی از بذور تمیز شده جهت عملیات کرک‌گیری در نظر گرفته شد. با اضافه کردن اسید سولفوریک به بذور پنبه و بهم زدن مخلوط اسید و پنبه‌دانه، کرک‌ها از بذر جدا شده و بلافاصله محتویات بذر و اسید در داخل آبکش شستشو شد. سپس پنبه دانه‌های کرک‌گیری شده بر روی سطح تمیز و در هوای آزاد پهن، پس از خشک شدن، برای انجام آزمایشات مورد نظر جمع‌آوری و بسته‌بندی شد.

برای تعیین رطوبت پنبه دانه‌ها، سه نمونه بذر کرک‌دار و سه نمونه بذر بدون کرک در دستگاه آون خشک شده و پس از توزین رطوبت اولیه پنبه دانه‌ها طبق روش استاندارد و بر پایه خشک ۷/۸ و ۵/۳ درصد بترتیب برای پنبه دانه کرک‌دار و بی‌کرک بدست آمد.

خواص فیزیکی

در بین خواص فیزیکی که در بذر اندازه گیری می شود صفاتی که می تواند در ارتباط با کرک‌گیری تغییر کند انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد نظر و روش اندازه‌گیری آن‌ها در ادامه آمده است.

اندازه گیری پوست دانه

یکی از پارامترهایی که در مراحل مختلف کرک‌گیری حایز اهمیت می‌باشد اندازه ضخامت پوست بذر است. هرچه پوست بذر ضخیم‌تر باشد هسته بذر در مراحل فرآوری پس از برداشت کمتر آسیب خواهد دید. در این روش برای تعیین ضخامت پوست بذر دانه کرک‌دار و بدون‌کرک از هرکدام تعداد ۲۰ عدد بذر به طور تصادفی انتخاب و توزین گردید و پس از جدا کردن پوست از مغز پنبه‌دانه، وزن پوست به دقت توزین و ثبت گردید. این عمل سه بار تکرار شد (نوروزیه و همکاران، ۱۳۹۳).

تعیین وزن دانه

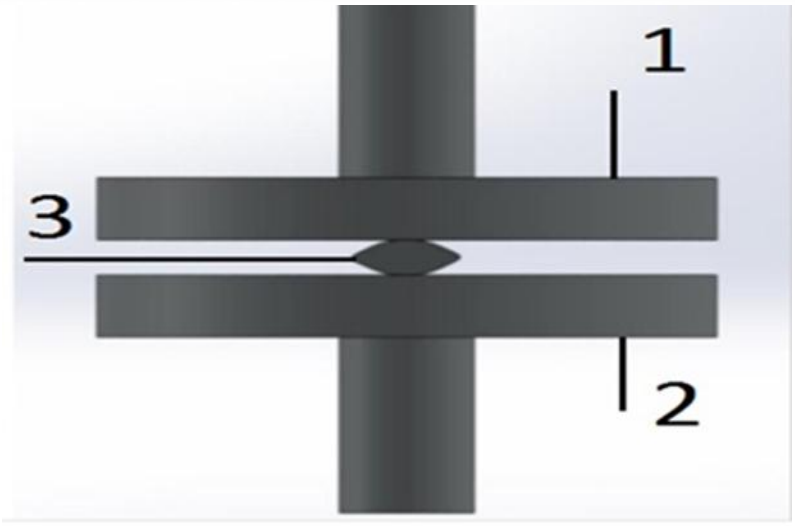
وزن هرکدام از بذور مورد آزمون پس از اندازه گیری طول، عرض و ضخامت آن توسط یک ترازوی دقیق (۰/۰۱ گرم) توزین گردید تا جهت اندازه گیری حجم دانه مورد استفاده قرارگیرد.

تعیین حجم دانه

حجم پنبه دانه‌های کرک‌دار و بدون‌کرک به طور جداگانه از روش جابجایی مایع، با استفاده از مایع تولوئن ($C_6H_5CH_3$) و قرائت حجم روی بورت مدرج بدست آمد. بدین ترتیب که ابتدا مقدار معینی تولوئن را درون بورت مدرج ریخته، حجم اشغال شده بورت ثبت گردید. سپس تعدادی پنبه دانه (یک یا چند دانه با وزن مشخص) در بورت مدرج انداخته شد. با تکان دادن بورت مدرج حباب‌های موجود در اطراف بذر خارج شده، با قرائت سطح تولوئن بالا آمده در بورت، حجم دانه تعیین شد.

خواص مکانیکی

برای اندازه گیری خواص مکانیکی پنبه دانه، از دستگاه اینسترون سنتام Santam-STM5 با لود سل ۵۰ نیوتنی استفاده شد. یک فک فشاری مطابق شکل ۱ به اینسترون متصل شد. پنبه‌دانه ها در ۳ جهت بارگذاری(طول،عرض و ضخامت)، تحت آزمون فشار قرار گرفتند. آزمون فشار با قراردادن بذر پنبه میان دو فک پایینی و بالایی دستگاه آغاز و برای هر پنبه دانه تا زمان گسیختگی کامل به طول انجامید. پس از دریافت اطلاعات از رایانه متصل به دستگاه اینسترون، داده های مورد نیاز جمع آوری و نمودار نیرو– تغییر شکل برای هر آزمون رسم گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS و آزمون LSD انجام شد.



شکل۱- قرار گیری دانه پنبه در زیر فک های اینسترون

۱-فک متحرک ۲- فک ثابت ۳- پنبه دانه

انرژی گسیختگی

حد شکستگی دانه ، نقطه ای درمنحنی نیرو – تغییر شکل است که در آن حتی با کاهش نیرو میزان تغییر شکل افزایش پیدا کرده وجسم شکسته میشود. این نقطه، گسیختگی را در ماده بیان میکند. در مواد نرم و سخت بعد ازگسیختگی تغییر شکل قابل توجهی دیده میشود. بنابراین در آزمایشهای مختلف از روی نمودار نیرو – تغییرشکل و با استفاده ازنقطه شکستگی، حداکثر نیروی شکست دانه قرائت شد (عالمی و همکاران، ۱۳۸۸).

سپس انرژی شکست یا گسیختگی ، با محاسبه مساحت زیر نمودارنیرو–تغییرشکل ازنقطه شروع بارگذاری تا نقطه شکست با استفاده از نرم افزار اکسل بدست آمد (آزادبخت و همکاران، ۲۰۱۵)

چغرمگی

چغرمگی عبارت است از مقدار کار انجام شده بر واحد حجم جسم تا اینکه شکست حاصل شود (کوبلای و فاروک، ۲۰۰۴). با توجه به اینکه سطح زیر منحنی نیرو– تغییر شکل معرف کار انجام شده برای شکست پنبه‌دانه می باشد، با تقسیم آن بر حجم پنبه‌دانه مقدار چغرمگی محاسبه شد. چغرمگی از رابطه ۱ محاسبه شد (هیراک و همکاران، ۲۰۱۲).

$$e = E/V \qquad (۱)$$

که E انرژی شکست بر حسبmJ، Vحجم بذر بر حسب mm^3 و e چغرمگی بر حسب mJ/mm^3 می‌باشد.

نتایج و بحث

اثر کرک گیری بر وزن و حجم بذر

شکل۲ نشان می‌دهد که عمل کرک‌گیری بذر باعث کاهش حجم و وزن بذر می‌گردد. همچنین فرایند کرک‌گیری باعث کاهش وزن متوسط پوست دانه از ۰/۰۴ به ۰/۰۳ گرم شده است که این اختلاف ناشی از حذف کرکهای ریز(معروف به لینتر) ازسطح بذر می‌باشد. با توجه به متوسط وزن دانه کرک‌دار پنبه رقم لطیف (۰/۰۹۸ گرم) می‌توان نتیجه گرفت که لینتر این رقم تقریبا ۱۰ درصد وزنی بذر پنبه را به خود اختصاص داده است. نتایج تحقیقات نوروزیه و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان می‌دهد که وزن متوسط پوست بذر رقم گلستان (۰/۰۳۸ گرم) که رقم متداول کشت در استان گلستان است نیز مشابه بذر رقم لطیف می‌باشد.

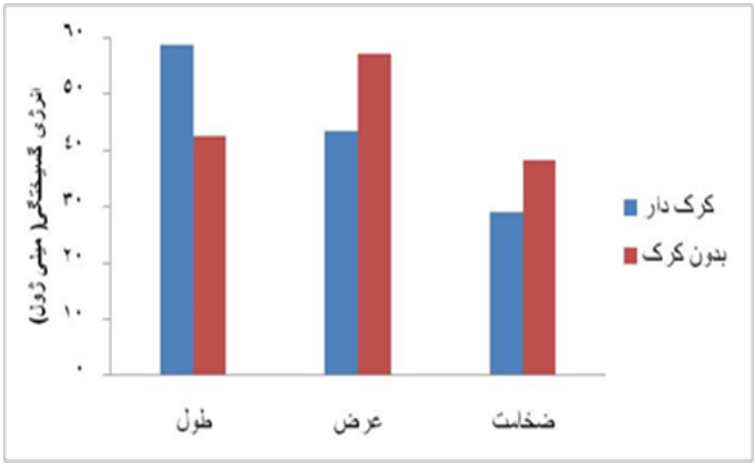
شکل ۲- مقایسه وزن پوست و حجم دانه پنبه کرک‌د ار و بدون‌کرک

اثر کرک‌گیری بر انرژی گسیختگی بذر

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که فرایند کرک‌گیری بر انرژی گسیختگی بذر اثر معنی‌داری نداشته است. شکل ۳ نشان می‌دهد که انرژی گسیختگی در جهت بارگذاری طولی و عرضی تقریبا یکسان است (۵۰ نیوتن)، اما در جهت ضخامت این مقدار شدیدا کاهش یافته است (۳۳ نیوتن). دلیل این کاهش انرژی ارتباط مستقیم با میزان نیروی شکست دارد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده کم‌ترین نیروی شکست در جهت عرضی و با میزان ۶۰ نیوتن بوده است.

شکل ۳- انرژی گسیختگی در جهت های بارگذاری مختلف در بذر پنبه

مقایسه میانگین‌ها (شکل۴) نشان می‌دهد کرک‌گیری پنبه‌دانه موجب افزایش انرژی گسیختگی در جهت بارگذاری عرضی و ضخامت گردیده است که این نتیجه مشابه گزارشات اسدزاده و همکاران(۱۳۹۱) بر روی خواص مکانیکی پنبه‌دانه(رقم ورامین) است، در صورتی که تیمار کرک‌گیری باعث کاهش انرژی گسیختگی در جهت بارگذاری طولی شده است. مقدار زیاد انرژی گسیختگی در جهت بارگذاری عرضی و ضخامت (بدون لحاظ جهت طولی) نشان می دهد که کرک‌گیری با اسید سولفوریک موجب کاهش استحکام مکانیکی بذر نمی‌گردد. همچنین با بررسی داده‌های استخراج شده از آزمون مکانیکی، مشخص شد که میانگین نیروی شکست در بذر بدون کرک ۶۷ نیوتن و در بذر کرک‌دار ۵۸ نیوتن بوده است.

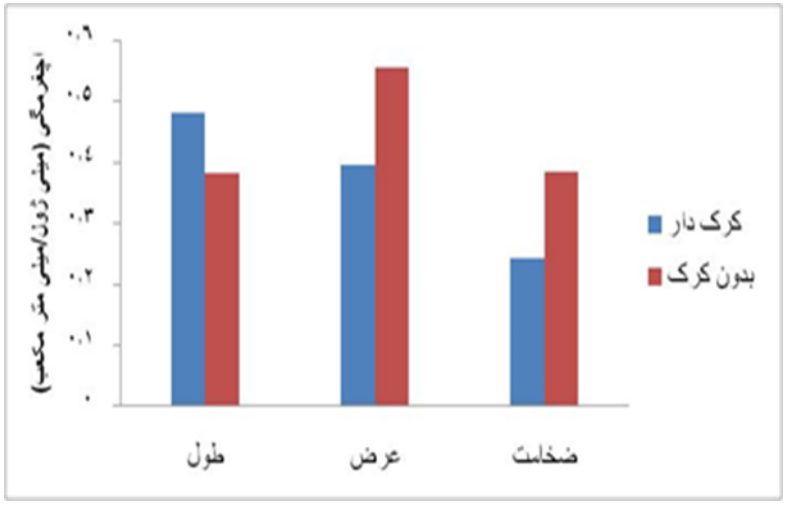


شکل ٤- میانگین انرژی گسیختگی در جهت‌های بارگذاری مختلف در بذر کرک‌دار و بدون‌کرک پنبه

اثر کرک‌گیری بر چقرمگی بذر

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که فرایند کرک‌گیری بر صفت چقرمگی در سطح ۱٪ خطا معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین اثر مستقل تیمار کرک‌گیری بر چقرمگی نشان می‌دهد که چقرمگی بذر بدون‌کرک و بذر کرک‌دار به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۳۷ میلی ژول به میلی‌متر مکعب می‌باشد. در نتیجه این فرایند باعث افزایش کیفیت مکانیکی بذر شده است.

مقایسه میانگین‌ها (شکل ۵) نشان می‌دهد کرک‌گیری باعث افزایش چقرمگی در جهت بارگذاری عرضی و ضخامت شده است در حالی‌که تیمار کرک‌گیری باعث کاهش چقرمگی در جهت بارگذاری طولی شده است.



شکل ۵- میانگین چقرمگی در جهت های مختلف در بذر کرک‌دار و بدون‌کرک پنبه

مقایسه شکل ۴ و ۵ نشان می‌دهد که چقرمگی و انرژی گسیختگی رابطه مستقیمی با هم‌دیگر دارند. مقدار چقرمگی در بذور کرک دار در جهت طول و در بذور بدون کرک در جهت عرض بیش‌ترین مقدار می‌باشد. متوسط چقرمگی بذر لطیف بر اساس داده‌های بدست آمده در بذور کرک‌دار ۰/۴۴ و در بذور بدون‌کرک ۰/۳۷ میلی‌ژول بر میلی‌متر مکعب می‌باشد. نتایج تحقیقات اسدزاده و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که چقرمگی این رقم از رقم بدون‌کرک ورامین (۰/۲۱ میلی‌ژول بر میلی‌متر مکعب) بیش‌تر است. بنابر این بذر رقم لطیف بدون‌کرک از بذر رقم ورامین بدون‌کرک مستحکم‌تر می‌باشد. لذا انتظار می‌رود که در تماس‌های مکانیکی مانند موزع های مکانیکی کارنده‌ها، این رقم کمتر دچار شگستگی و صدمه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

کرک‌گیری بذور علاوه بر افزایش مقاومت بذر موجب کاهش وزن و حجم اشغالی توسط بذر شده و این مسئله از نقطه نظر اقتصادی در ذخیره‌سازی حجم‌های زیاد پنبه‌دانه وحمل و نقل آن بسیار اهمیت دارد.

با توجه به بالاتر بودن انرژی گسیختکی و چقرمگی بذور بدون‌کرک پنبه ، توصیه می‌گردد برای کاهش صدمه به بذر در ماشینهای کارنده از بذور بدون کرک استفاده گردد.

برای طراحی دستگاه‌های کارنده پنبه دانه بهتر است جهت بارگذاری ضخامت بذر پنبه را مد نظر قرار دهیم زیرا کمترین نیروی شکست و انرژی شکست دراین جهت بوده است.

بر اساس بررسی‌های انجام شده و داده‌های این تحقیق، رقم جدید لطیف از رقم ورامین که یک رقم قدیمی است، نسبت به تنش های مکانیکی مقاوم‌تر می‌باشد.

منابع

اسدزاده، ع. ۱۳۹۰. تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی پنبه دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی.

اسد زاده، ع. راسخ، م. و افکاری سیاح. ۱۳۹۱. اثر رطوبت، جهت و سرعت بارگذاری بر خواص مکانیکی پنبه دانه (رقم ورامین).هفتمین کنگره ملی مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون.

راسخ، م. افکاری سیاح، ا. ح. و بداغی، و. ۱۳۹۰. تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی مغز دو رقم بادام درختی تحت بارگذاری برشی

عالمی، ه. خوش تقاضا، م. ه. و مینایی ، س. ۱۳۸۸. تعیین خواص مکانیکی دانه سویا در بارگذاری شبه استاتیک. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره۶، شماره ۲.

عالیشاه، ع. ۱۳۹۳. گزارش انتخاب، نامگذاری و آزادسازی پنبه رقم تیپ صفرCRI-NNC (لطیف) برای کشت در تراکم های بالا، گزارش نهایی موسسه تحقیقات پنبه کشور؛ سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی.

نوروزیه، ش.، رضایی اصل، ع. و میارکیانی، س. ۱۳۹۰. تعیین و بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکی بذر پنبه. تحقیقات بذر (علوم و تکنولوژی بذر). دوره ۱ شماره ۱.

Akintude,T. Y. T. and Akintude, B. O. 2004. Some physical properties of sesame seed. Biosystems Engineering, 88(1):127-129.

Azadbakht, M., Ghajarjazi, E. Abdi-Gaol, F. and Amiri, E. 2015. Determination of some physical and mechanical properties of Barkat variety of broad bean . Agric Eng Int: CIGR Journal Open access at http://www.cigrjournal.org. Vol. 17, No. 3.

Baümler, E. Cuniberti, A. Nolasco, S & Riccobene, I. 2006. Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. Journal of Food Engineering. Vol 72(2), 134-140.

Gregg, B.R., and Billups, G.L. 2010a. Cottonseed delinting, In: Seed conditioning, Vol. 2, Technology, Part A, Advanced-level information for managers, technical specialists and professionals, pp: 292-320. CRC Press Taylor & Francis Group.

Gooding, M.J., Murdoch, A.J., and Elis, R.H. 2000. The value of seeds. In: Seed technology and biological basis, By: Black, M. and Bewely, J.D.(Eds.), pp: 3-41. CRC Press.

Hamidi, A., Arefi-Naderi, A., Forghani, S.H., Vafaei-Tabar, M., Arabsalmani, M., and Hakimi, M. 2012. Cotton seed production and technology. Ministry of Jihadie-Agriculture Agricultural Research Education and Extensions Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), (In Persian).

D. Herák1, A. Kabutey1, A. Sedláček1, G. GŰrdil2. 2012. Mechanical behaviour of several layers of selected plant seeds under compression loading. Res. Agr. Eng. 58(1): 24–29.

Khadi, B.M., Santhy, V., and Yadav, M.S. 2010. Cotton: an introduction, In: Cotton, biotechnological advances, By: Brawale Zehr, U. (Ed.), pp: 1-14. Springer.

Kubilay, V. and Faruk, O. 2004. Mechanical behavior of apricot pit under compression loading. Journal of Food Engineering. 65: 255-261.

Li, Z., Li, P. and Liu, J. 2011. Physical and mechanical properties of tomato fruits as related to robot's harvesting. J. Food Eng., 103, 170-178.

May, O.L., and Lega, K.E. 1999. Development of world cotton industry. In: Cotton, origin, technology and production, pp: 65-98, By: Wayne Smith, C., and Cothran, J.T. (eds.), John Wiley and Sons, Inc.

Murugesan, P., and Vanangmudi, K. 2003. Upgrading marginal seed lots of cotton cultivars by specific gravity separation. Madras Agric. J. 90(1-3): 91-96. 45. Pettigrew, W.T., and Meredith, W.R. 2009. Seed quality and planting date effects on cotton lint yield, yield components, and fiber quality. The J. Cotton Sci. 13: 37-47.