Archive of SID

مهندسی بیوسیستم ایران، دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۵ (ص ۳۴۳-۳۳۷)

اندازه‌گیری نیروی لازم برای جدا کردن دانه‌های شلتوک به منظور طراحی هد برداشت برنج

هادی عظیمی‌نژادیان[۱]، تیمور توکلی‌هشجین[۲*]، برات قبادیان[۳]، سید سالار حسینی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد،گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس.

۲. استاد،گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس.

۳. دانشیار،گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس.

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد،گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱- تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۱/۱۹)

چکیده

در این تحقیق نیروی کششی لازم برای جدا کردن دانه‌های شلتوک، در سطوح سرعتی ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و نیروی لازم برای گسیخته شدن ساقه، در سطوح سرعتی ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه با استفاده از دستگاه کشش- فشار (آزمون مواد) اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و نتایج تحقیق نشان داد که اثر تغیرات سرعت بر نیروی لازم برای جدایش دانه‌های شلتوک و گسیختگی ساقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. با افزایش سرعت از ۱۰۰ به ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه نیروی کششی لازم برای جدا کردن دانه‌های شلتوک از ۴/۷۷ به ۱/۰۹ نیوتن و مقدار نیروی لازم برای گسیختگی ساقه نیز از ۳۳/۴۳ به ۸/۴۱ نیوتن یا به ترتیب ۷۷/۱۴ و ۷۴/۸۴ درصد کاهش یافت. در نهایت ضریب ایمنی سالم ماندن ساقه بر اثر نیروی کششی اعمال شده به ساقه برای جدا کردن دانه‌ها از ساقه در سرعت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه به ترتیب ۵/۷۴، ۶/۰۳ و ۶/۴۵ بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: سرعت جدایش، ضریب ایمنی، نیروی کششی.

مقدمه

تعیین خواص فیزیکی محصولات کشاورزی جهت طراحی بهینه ماشین‌های کاشت، برداشت و فرآوری به منظور کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصول دارای اهمیت می‌باشد. همچنین در حل مشکلات مربوط به طراحی ماشین‌ها و تحلیل رفتار آن‌ها در هنگام عملیات برداشت و فرآوری از قبیل جابجایی، پوست‌کنی، تمیز کردن، جداسازی، خشک کردن و ذخیره‌سازی به کار می‌رود. یکی از موارد مهم برای محصولات غله‌ای از جمله برنج در طی مراحل برداشت، دانستن مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه از ساقه است.کمباین‌های خوشه‌چین که ساختمان و طرز کار متفاوت با کمباین‌های معمولی دارند برای برداشت غلات وحبوبات عرضه شده‌اند. این کمباین‌ها بصورت‌های مختلفی ساخته شده‌اند ولی اصول کار همه آن‌ها بر اساس کندن غلاف یا دانه محصولات کشاورزی است (Klinner *et al.*, 1987). بر همین اساس، تحقیقات مختلفی در زمینه دانستن مقدار نیروی لازم برای جدا کردن غلاف یا دانه از ساقه انجام شده که در زیر به بعضی از این تحقیقات اشاره می‌شود. در تحقیقی نیروی کندن کپسول‌های کلزا در سه رقم اپرا، آکاپی و زرقام در رطوبت ۹ درصد دانه و در سه سطح سرعتی ۵، ۱۰، و ۱۵ سانتی‌متر بر دقیقه اندازه‌گیری کردند. در این تحقیق مشخص شد که سرعت، تاثیر معنی داری بر روی نیروی کندن غلاف کلزا در سطح ۱ درصد دارد و بیشترین نیرو مربوط به سرعت ۵ سانتی‌متر بر دقیقه گزارش شد (Hosainzadeh *et al.*, 2009).

با بررسی تاثیر سرعت برش ساقه زعفران بر مقاومت برشی و انرژی لازم برای برش به ازای واحد سطح ساقه در رطوبت‌های مختلف مشخص شد که با افزایش سرعت برش از ۲۰ به ۲۰۰ میلی‌متر بر دقیقه، میانگین مقاومت برشی از ۰/۱۷۹ به ۰/۱۵۸ مگاپاسکال و انرژی لازم برای برش به ازای واحد سطح ساقه از ۰/۴۶۷ به ۰/۳۴۰ میلی‌ژول بر میلی‌متر مربع کاهش می‌یابد (Vale Ghozhedi *et al.*, 2010).

نتایج تحقیقات پراساد و گوپتا نشان می‌دهد که با افزایش سرعت برش از ۲۰۰ به ۱۰۰۰ میلی‌متر بر دقیقه، مقاومت برشی ساقه ذرت از ۳/۶۳ به ۲/۱۰ مگاپاسکال کاهش می‌یابد (Prasad & Gupta,1975). در تحقیقی که به منظور تعیین مقاومت

* نویسنده مسئول: ttavakolih@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

برشی مواد علوفه‌ای انجام شد، میانگین مقاومت و انرژی برشی علوفه به ترتیب ۱۶ مگاپاسکال و ۰/۱۲ میلی‌ژول بر میلی‌متر مربع گزارش شد (McRandal & McNulty, 1980). Kushwaha *et al* (1983) نیز میانگین مقاومت برشی ساقه گندم در رطوبت‌های مختلف را، در محدوده ۸/۶ تا ۱۳ مگاپاسکال گزارش کردند. Mesquita & Hana (1995) ضمن تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی سویا، نیروی کندن غلاف را نیز از روش مستقیم اندازه‌گیری کردند، آن‌ها برای این منظور از یک نیروسنج دستی که به انتهای آن یک قلاب پنجه مانند متصل بود استفاده کردند. برای هر آزمایش توسط قلاب مربوطه غلاف را نگه‌داشته و با کشیدن آن به سمت بالا نیروی کندن اندازه‌گیری می‌شد. میانگین نیروی لازم برای کندن دانه و غلاف نخود با رطوبت ۱۲ درصد در مزرعه ۸/۳ و در گلخانه ۶/۲ نیوتن اندازه‌گیری شد (Golpira *et al*., 2009). سینگ و بورخارد نیروی کندن دانه‌های چهار رقم برنج را با استفاده از یک دستگاه آزمون جامع کشش _ فشار (آزمون مواد) اندازه‌گیری کردند و نتیجه گرفتند که اختلاف بین نیروی کندن دانه ارقام مختلف معنی‌دار است (Varnamkhasti *et al*., 2008). در تحقیقی دیگر نیروی لازم برای جدا کردن یک دانه شلتوک از خوشه را در رطوبت‌های مختلف اندازه‌گیری کردند و به این نتیجه رسیدند که میانگین نیروی کندن دانه‌ها در اعمال نیروی موازی با محور دانه برای رقم جاپانیکا ۲ نیوتن و برای رقم ایندیکا ۱ نیوتن بود (Lee & Huh, 1983).

از آنجا که نیرو و انرژی مورد نیاز جهت کندن گل‌ها و دانه‌های گیاهان زراعی از ساقه در طراحی مکانیزم‌های خوشه-چین کاربرد دارد، بنابراین مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه‌های شلتوک از خوشه در پنج سطح سرعتی ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و همچنین مقدار نیروی برشی ساقه در سرعت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه به منظور طراحی هد برداشت برنج اندازه‌گیری شد. تنها تفاوت این روش اندازه‌گیری نیرو با سایر روش‌های انجام شده برای اندازه‌گیری نیروی جدایش دانه از ساقه در این است که از وسیله رابطی استفاده شد که دانه‌ها را با شباهت بیشتری با کمباین‌های خوشه‌چین از ساقه جدا می‌کند. در نهایت ضریب اطمینان سالم ماندن ساقه بر اثر نیروی کششی که برای کندن دانه‌ها به خوشه اعمال می‌شود محاسبه شد. اساس کار این هد برداشت شبیه کار کمباین‌های خوشه‌چین است با این تفاوت که کمباین‌های خوشه‌چین خوشه را برداشت می‌کنند اما در این هد با اعمال تغییراتی در هد کمباین‌های خوشه‌چین به عنوان مثال تغییر در نوع و اندازه شانه‌ها و همچنین متغیر کردن فاصله بین شانه‌ها فقط دانه را برداشت می‌کند و حداقل سرعت خطی شانه‌ها حدود ۳۰۰ میلی‌متر بر دقیقه است. بنابراین در این تحقیق سعی می‌شود با محاسبه بیشینه نیروی لازم برای جدا کردن دانه از یک خوشه، مقدار کل نیروی وارد شده به هر شانه را محاسبه کرده و بر اساس آن، شانه هد برداشت طراحی شود.

مواد و روش‌ها

ساخت وسیله رابط دستگاه کشش _ فشار و خوشه شلتوک

با توجه به نحوه عملکرد کمباین‌های خوشه چین در هنگام جدا کردن دانه‌های شلتوک از خوشه به این نکته باید توجه کرد که یک انگشتی در هنگام برخورد با یک خوشه برنج دانه‌ها را تک تک از خوشه جدا نمی‌کند بلکه ممکن است چندین دانه از یک خوشه به طور هم زمان توسط یک انگشتی از خوشه جدا شود. به همین دلیل، در این تحقیق سعی شد ابزاری ساخته شود که نحوه‌ی کندن دانه‌ها از خوشه توسط آن شبیه انگشتی‌های کمباین‌های خوشه‌چین باشد. بنابراین، ابتدا ابزار ساده‌ای که از دو قسمت شانه و میله رابط تشکیل شده ساخته شد به طوری که خوشه بین دندانه‌های شانه قرار گرفته و فاصله بین دندانه‌ها در شانه به گونه‌ای است که ساقه خوشه از بین دندانه‌ها عبور کرده اما دانه‌ها نمی‌توانند از آن عبور کنند و توسط دندانه‌های شانه از خوشه جدا می‌شوند (شکل ۱).

شکل ۱- اتصال ابزار ساخته شده به دستگاه آزمون مواد آزمون مواد برای انجام آزمایش.

اندازه‌گیری مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه از خوشه

برنج استفاده شده در این تحقیق برنج کامفیروزی بوده که از مزارع برنج منطقه کامفیروز فارس، به صورت خوشه‌های شلتوک تهیه گردید. از آنجا که نیروی کندن دانه‌های شلتوک به عوامل مختلفی از جمله رطوبت دانه‌های بوته بستگی دارد، سعی شد خوشه‌ها با کمترین تلفات رطوبت به آزمایشگاه منتقل شوند. به این منظور، خوشه‌ها داخل نایلون گذاشته شده و سپس نایلون

www.SID.ir

Archive of SID

به همراه خوشه‌ها داخل ظرف حاوی قطعات یخ قرار داده شد تا مقدار تبخیر و تعرق خوشه‌ها به کمترین مقدار ممکن برسد. برای تعیین محتوای رطوبتی دانه‌های شلتوک، ۵۰ گرم از دانه-های شلتوک به مدت ۲۴ ساعت داخل اجاق آزمایشگاهی با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس قرار داده شد و رطوبت اولیه دانه‌ها به روش وزنی و بر اساس استاندارد ASAE تعیین شد (Dayi javad *et al.*, 2009). میانگین محتوای رطوبتی نمونه‌ها ۱۸ درصد بر پایه تر بود.

برای اندازه‌گیری نیرو از دستگاه آزمون مواد در طول آزمایش‌ها استفاده شد (شکل۲). برای اتصال خوشه‌ها به دستگاه آزمون مواد ، ابزار ساده‌ای که در بخش قبلی شرح داده شد، استفاده شد (شکل۱). آزمایش‌های انجام شده در ۵ سطح سرعتی ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و با سه تکرار برای هر سرعت انجام شد. در هنگام انجام آزمایش خوشه‌های مختلف به قطعه شانه مانند وصل شده و شانه توسط میله رابط به دستگاه آزمون مواد متصل شد. ساقه خوشه توسط فک پایینی دستگاه گرفته شده و فک بالایی دستگاه با سرعت ثابت و مشخص شروع به بالا رفتن می‌کند، شانه در هنگام بالا رفتن همراه فک بالایی دستگاه، دانه‌ها را نیز از خوشه جدا می‌کند (شکل۳). داده‌های حاصل از این آزمایش‌ها به صورت نمودارهای نیرو بر حسب جابجایی فک بالایی دستگاه، از دستگاه آزمون مواد گرفته شد.

شکل۲- دستگاه آزمون مواد

شکل۳- شانه در هنگام جدا کردن دانه از خوشه.

اندازه‌گیری مقدار نیروی کششی لازم برای گسیخته شدن ساقه

برای اندازه‌گیری نیروی گسیختگی ساقه محدوده‌ای از ساقه که دارای کمترین قطر در طول ساقه بوده، بین دو فک دستگاه آزمون مواد قرار داده شد سپس فک بالایی دستگاه با سرعت ثابت شروع به بالا رفتن کرده تا اینکه ساقه بر اثر نیروی کششی گسیخته شود. این آزمایش‌ها در سه سطح سرعتی ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و با سه تکرار انجام شد. لازم به ذکر است که ساقه‌های استفاده شده در این قسمت از آزمایش همان ساقه‌هایی بود که در قسمت قبل برای اندازه‌گیری مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. به عنوان مثال، ساقه‌ای که در قسمت قبل مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه از خوشه آن در تکرار اول سرعت ۱۰۰ مورد استفاده قرار گرفت. در این قسمت از آزمایش‌ها نیز نمودار مقدار نیروی لازم برای گسیخته شدن ساقه آن در تکرار اول سرعت ۱۰۰ قرار گرفت.

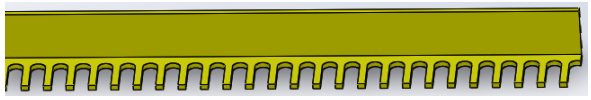
هدف از اندازه‌گیری نیروی جدایش دانه از ساقه، طراحی شانه‌های هد برداشت برنج است (شکل۵). لذا بعد از اندازه‌گیری نیرو و تخمین تعداد خوشه‌های گرفته شده توسط شانه ضخامت شانه با استفاده از معادلات زیر محاسبه می‌شوند (Ferdinand *et al.*,2006).

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

$$\tau = \frac{T}{C_1 ab^2} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

در معادلات (۱) و (۲)، σ تنش خمشی $(\frac{N}{m^2})$، c دورترین فاصله نقطه‌ای از سطح مقطع تا محور خنثی (m)، I گشتاور دوم سطح (m^4)، τ تنش پیچشی $(\frac{N}{m^2})$، b ضخامت شانه، a نسبت سطح مقطع به ضخامت (m).

شکل۴- نمای کلی هد برداشت برنج.



شکل۵- شانه هد بداشت برنج.

www.SID.ir

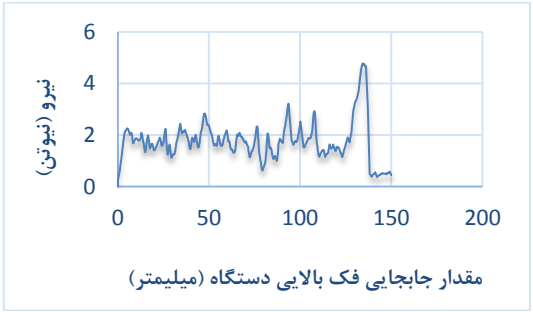
Archive of SID

برای محاسبه ضخامت شانه ابتدا بایستی نیروی وارد شده به شانه از طرف بوته‌های برنج در یک دور چرخیدن شانه محاسبه شود برای این منظور ابتدا بایستی تخمین زد که چه تعداد خوشه در فضای بین شانه‌ها در یک دور چرخیدن شانه‌ها قرار می‌گیرد. مقادیر متفاوتی برای عملکرد برنج با فاصله‌های کاشت و رقم‌های مختلف بیان شده است. چون هدف از بررسی این بخش محاسبه تقریبی تعداد خوشه در واحد سطح به منظور طراحی شانه هد است بنابراین برای محاسبه تعداد خوشه‌ها بیشترین عملکرد گزارش شده را بایستی در نظر گرفت که برابر ۸۰۳۴/۵ کیلوگرم بر هکتار است و وزن هر دانه، تعداد دانه در هر بوته و تعداد خوشه در هر بوته به ترتیب ۰/۰۲، ۱۲۰۲/۷ و ۱۳/۷ است (Kazemayni & ghadiri, 2004). با در نظر گرفتن مقادیر بالا تعداد خوشه‌هایی که در فضای ۲۰×۳۰ بین شانه‌ها قرار می‌گیرد حدود ۳۲ عدد خوشه است.

نتایج و بحث

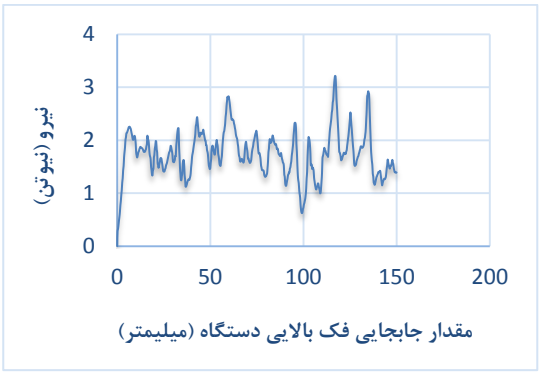
نیروی لازم برای جدا کردن دانه

مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه‌ها از خوشه بر حسب جابجایی فک بالایی دستگاه به صورت نمودارهای نیرو _ مقدار جابجایی فک بالایی دستگاه از سیستم متصل به دستگاه آزمون مواد گرفته شد. سپس در نرم افزار Excel از سه تکرار مربوط به هر سرعت میانگین گرفته شد که نمودارهای مربوط به میانگین‌ها مطابق شکل‌های (۴ الی ۸) می‌باشد.

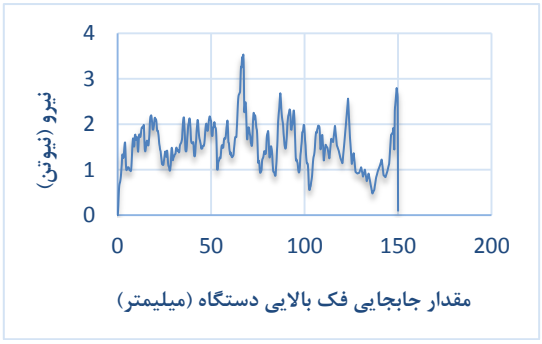


شکل ۴- نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه.

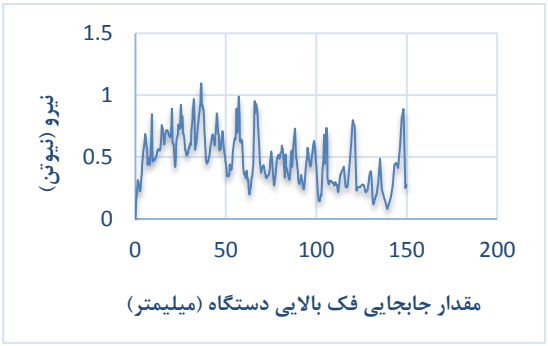
شکل۵ - نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۲۰۰ میلی‌متر بر دقیقه.



شکل۶ - نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۳۰۰ میلی‌متر بر دقیقه.



شکل۷- نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۴۰۰ میلی‌متر بر دقیقه.



شکل۸- نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه.

با توجه به شکل‌های (۴ الی ۸) نقطه‌ای از نمودار که بیشترین نیرو را دارد به عنوان بیشینه نیروی لازم برای جدا کردن دانه‌های شلتوک از خوشه در آن سرعت در نظر گرفته شد که داده‌ها گرفته شده از نمودارها در جدول ۱ تجزیه و تحلیل شده‌اند.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت جدا کردن دانه از خوشه.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار (سرعت)	۲۵/۷۷	۴	۴۴/۶*
اشتباه آزمایش	۱۳/۸۵	۱۰	۱/۳۸
کل	۳۹/۶۲	۱۴	

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشخص است که اختلاف بین ۵ سرعت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین ۵ سرعت ذکر شده با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار انجام شد (جدول۲).

جدول۲- مقایسه میانگین نیروی‌های لازم برای جدا کردن دانه از خوشه.

سرعت بالا رفتن فک بالایی دستگاه (mm/min)	میانگین بیشینه نیرو در سه تکرار (نیوتن)
۱۰۰	۴/۷۷^{a}
۲۰۰	۴/۵۵^{ab}
۳۰۰	۳/۵۳^{abc}
۴۰۰	۳/۲۱^{abc}
۵۰۰	۱/۰۹^{ce}

میانگین‌ها در هر ستون با حروف انگلیسی متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار با هم هستند ($P < ۰/۰۵$).

با توجه به جدول (۲) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف بین میانگین بیشینه مقدار نیرو در سرعت ۱۰۰ با ۵۰۰ و ۲۰۰ با ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه معنی‌دار است اما اختلاف بین سایر سرعت‌ها معنی دار نیست.

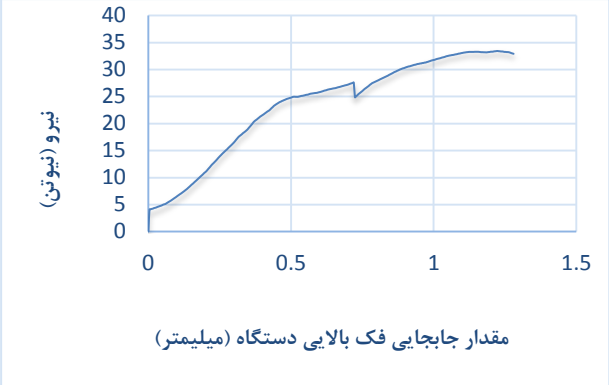
در تعیین نیروی کندن غلاف کلزا سرعت کندن غلاف عامل مهمی در نیروی کندن غلاف بشمار می‌رود که با افزایش سرعت نیروی کندن غلاف روند کاهشی دارد (Hosainzadeh *et al.*, 2009).

برای تعیین نیرو و انرژی لازم برای کندن دانه‌های زیره آزمایشی در سه سطح سرعتی ۵۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و رطوبتی ۵/۹، ۱۳/۵ و ۲۲ درصد انجام شد و نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در دو سرعت ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متر بر دقیقه در سطح رطوبتی ۲۲ و ۵/۹ درصد در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نیست اما در سایر سطوح سرعتی و رطوبتی در سطح احتمال ۹۵ درصد با هم تفاوت دارند و با افزایش سرعت نیروی مورد نظر کاهش پیدا می‌کند (Saiedirad *et al.*, 2010).

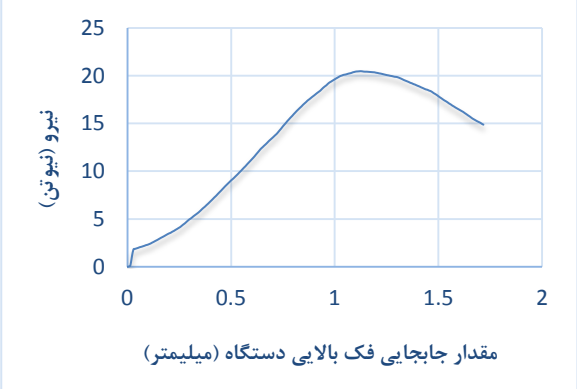
با توجه به جدول (۲) مشخص است که با افزایش سرعت بالا رفتن فک بالایی دستگاه مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه از خوشه کاهش می‌یابد. این نتیجه، با نتیجه‌هایی که از تحقیقات مشابه بدست آمده مطابقت دارد. ممکن است یکی از دلایل این کاهش نیرو افزایش اینرسی شانه بر اثر افزایش سرعت باشد.

نیروی گسیختگی ساقه

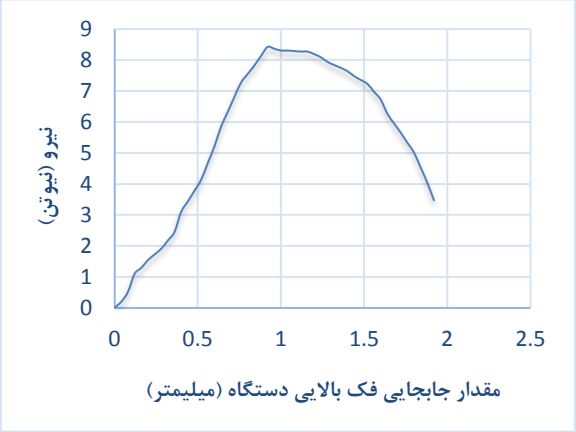
نیروی گسیختگی اندازه گیری شده توسط دستگاه آزمون مواد (کشش _ فشار) در شکل‌های (۹ الی ۱۱) نمایش داده شده است.



شکل ۹- نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه.



شکل ۱۰- نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۳۰۰ دور بر دقیقه.



شکل ۱۱- نمودار مربوط به میانگین سه تکرار سرعت ۵۰۰ دور بر دقیقه.

با توجه به شکل‌های (۹ الی۱۱) مشخص است که ساقه در محل بیشینه نیرو روی نمودار شکسته می‌شود که این مقدار در سرعت‌های مختلف، متفاوت است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت گسیخته شدن ساقه.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار (سرعت)	۹۳۹/۳۸	۲	۶۹/۴۶۹*
اشتباه آزمایش	۴۸۷/۴۷	۶	۸۱/۲۴
کل	۱۴۲۶/۸۶	۸	

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

با توجه به جدول تجزیه واریانس، سرعت عامل موثر بر بیشینه نیروی لازم جهت گسیختگی ساقه است (جدول۳). برای مقایسه میانگین مربوط به سه سرعت ذکر شده در بالا از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار استفاده شد که نتایج آن در جدول۴ آورده شده است.

جدول۴- مقایسه میانگین نیروی‌های لازم برای گسیختگی ساقه.

سرعت بالا رفتن فک بالایی دستگاه(mm/min)	میانگین بیشینه نیروی لازم برای گسیختگی ساقه (نیوتن)
۱۰۰	۳۳/۴۳[a]
۳۰۰	۲۰/۴۸[ab]
۵۰۰	۸/۴۱[b]

میانگین‌ها در هر ستون با حروف انگلیسی متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار با هم هستند ($P < ۰/۰۵$).

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول‌های (۲ و ۴) می‌توان نتیجه گرفت که نیروی لازم برای گسیخته شدن ساقه بیشتر از نیروی لازم برای کندن دانه است. بنابراین دانه‌ها بدون اینکه مشکلی برای ساقه پیش آید از خوشه جدا می‌شوند. اگر ضریب ایمنی سالم ماندن ساقه با سطح مقطع‌های یکسان در هنگام جدا کردن دانه‌ها را نسبت نیروی لازم برای گسیخته کردن ساقه به نیروی لازم برای جدا کردن دانه‌ها در نظر بگیریم، میانگین ضرایب ایمنی در سه تکرار سرعت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه محاسبه شد (جدول۵). سپس میانگین ضرایب ایمنی، تجزیه و تحلیل شدند (جدول۶).

با توجه به جدول تجزیه واریانس مقادیر ضریب ایمنی سالم ماندن ساقه‌ها در سرعت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه با سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول۵- میانگین ضرایب ایمنی.

سرعت (mm/min)	ضریب ایمنی
۱۰۰	۵/۷۴
۳۰۰	۶/۰۳
۵۰۰	۶/۴۵

جدول۶- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ضریب ایمنی سالم ماندن ساقه.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار (سرعت)	۰/۷۶۵	۲	۰/۳۸۲ns
اشتباه آزمایش	۱/۷۴	۶	۰/۲۹۱
کل	۲/۵۰	۸	

ns در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده در این تحقیق به صورت زیر می‌باشد:

۱- با بررسی اثر تغیرات سرعت جدایش دانه‌های شلتوک بر مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دانه‌های شلتوک از خوشه، در سرعت‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه با افزایش سرعت از ۱۰۰ به ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه، مقدار نیرو از ۴/۷۷ به ۱/۰۹ نیوتن یا ۷۷/۱۴ درصد کاهش پیدا کرد.

۲- با مقایسه میانگین نیروها در ۵ سطح سرعتی بالا اختلاف بین مقادیر این نیروها در سرعت‌های ۱۰۰ با ۵۰۰ و ۲۰۰ با ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه با سطح احتمال ۵ درصد معنی-دار اما اختلاف سایر سرعت‌ها معنی‌دار نیست.

۳- با مقایسه تیمارهای سرعتی و تاثیر آنها بر مقدار نیروی لازم برای گسیختگی ساقه، مشخص شد که فقط اختلاف بین میانگین بیشینه مقدار نیروی لازم برای گسیختگی ساقه در سرعت ۱۰۰ با ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه با سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است و اختلاف نیرو در سایر سرعت‌ها معنی دار نیست.

۴- میانگین ضریب ایمنی گسیخته نشدن ساقه‌های آزمایش شده بر اثر نیروی لازم برای جدایش دانه‌های شلتوک از ساقه‌ها در سرعت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بر دقیقه به ترتیب برابر ۵/۷۴، ۶/۰۳ و ۶/۴۵ شد.

REFERENCES

Dayi javad, M., Eshagh bagi, A., Afkari ciah, A. H. 2009. Determination of failure rice under impact loading. Fifth National Conference on Agricultural of farm Machinery and Mechanization.

Ferdinand P.Beer., E. Russell Johnston., John T. Dewolf., 2006. Instructors and solution manual to accompany mechanic materials, 4^{nd}edition.Mc Graw-Hill Higher education.

Golpira, H., Tavakoli Hashjin, T., Khoshtaghaza, M.H., Minaei, S. (2009). Determining Some Mechanical Properties of Chickpea to Use in the Design of its Harvesting Machines. *Journal of* Agricultural Knowledge. */Vol.19 / No 2/ P: 24-31*.

Hosainzadeh, B., eshaghbigi, E., Raghami, n. (2009).

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of rape picking Force under different treatments. Fifth National Conference on Agricultural of farm Machinery and Mechanization.

Kazemayni, S. A., Ghadiri, H. (2004). Interaction effect of plant spacing and nitrogen on growth and yield of rice under different Barnyardgrass densities. *Journal of* Iranian Crop Sciences. */Vol.6 / No 4/ P: 415-425*.

Klinner, W.E.,M.A. Neal., R.E.Arnold., A.A. Geikie, & R.N.Hobson. 1987. A new concept in combine harvester headers.J.Agric.Engng Res.38:37-45.

Kushwaha, R. L., Vaishnav, A. S., & Zoerb, G. C. (1983). Shear strength of wheat straw. *Canadian Agricultural Engineering*, *25*(2), 163-166.

Lee, S. W., & Huh, Y. K. (1983). Threshing and cutting forces for Korean rice [Includes Japonica and Indica-Japonica Hybrid varieties, harvesters; Korea, Republic of]. *Transactions of the ASAE [American Society of Agricultural Engineers]*.

McRandal, D. M., & McNulty, P. B. (1980). Mechanical and physical properties of grasses. *Transactions of the ASAE*, *23*(4), 816-821.

Mesquita, C. M. and M.A. Hanna. 1995. Physical and mechanical properties of soylbean crops.Trans of the ASAE. 38(6):816-821.

Prasad, J., & Gupta, C. P. (1975). Mechanical properties of maize stalk as related to harvesting. *Journal of Agricultural Engineering Research*, *20*(1), 79-87.

Saiedirad, M., Tabatabaeefar, A,. Badiee, F. (2010). Effective Factors on Force and Energy Requirement for Picking cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research* / Vol. 11/ NO 2/ P: 49-58.

Vale Ghozhedi, H., Hassan Beygi Bidgoli, S. R., Saeidirad, M. H., & Kianmehr, M. H. (2010). Shear Strength of Stem and Picking Force for Saffron Flowers. *Journal of Agricultural Engineering Research /Vol.11 / No 3/ P: 41-54.*

Varnamkhasti, M. G., Mobli, H., Jafari, A., Keyhani, A. R., Soltanabadi, M. H., Rafiee, S., & Kheiralipour, K. (2008). Some physical properties of rough rice grain. *Journal of Cereal Science*, *47*(3), 496-50.

www.SID.ir