تعیین نیروی برش، کار انجام شده برای برش و مدول الاستیسیته دانه باقلا (Vicia faba L.)

رشید غلامی[1*]، حکمت ربانی[2]، نگین سهرابی[3]

۱. دانشکده کشاورزی سنقر، دانشگاه رازی، کرمانشاه
۲. گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاوزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
۳. دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تبریز

چکیده

آگاهی از خواص و رفتار مکانیکی گیاهان یکی از فاکتورهای مهم در طراحی دستگاه‌های برداشت و پس از برداشت می‌باشد. در این تحقیق محصول باقلا از مقطع عرضی برش داده شده و از طرح کامل تصادفی با آزمایش فاکتوریل برای بررسی تأثیر سرعت برش و زاویه برش بر روی نیروی برش، کار انجام شده برای برش و مدول الاستیسیته استفاده شد. با افزایش زاویه برش از صفر به ۳۰ و ٤٥ درجه مشاهده شد که مقادیر نیروی برش، کار انجام شده برای برش و مدول الاستیسیته کاهش یافت این کاهش برای نیروی برش و مدول الاستیسیته در هر سه زاویه در سطح ۵٪ معنی‌دار ولی برای کار انجام شده برای برش در زوایای صفر و ٤٥ درجه معنی‌دار ولی در زاویه ۳۰ درجه با دو زاویه دیگر از لحاظ آماری بی‌معنی بود. با افزایش سرعت برش، نیروی برش، کار انجام شده برای برش و مدول الاستیسیته کاهش یافت اما این کاهش از لحاظ آماری بی‌معنی بود. تأثیر زاویه برش بر روی مقادیر صفات مورد بررسی بیشتر از تغییر سرعت برش بود. مقدار بیشینه و کمینه نیروی برش به ترتیب برابر با ۱۷/٦ و ٥/٦٦ نیوتن می باشد. مقدار بیشینه و کمینه کار انجام شده برای برش به ترتیب ۱۱٦/٤٥ و ۲۹/۲۷ میلی‌ژول می‌باشد. مقدار بیشینه و کمینه مدول الاستیسیته به ترتیب ١٤٤و ۲٦/۳ مگاپاسکال بود.

کلمات کلیدی:
باقلا، آزمون برش، مدول الاستیسیته، نیروی برش

*رشید غلامی
r.gholami@razi.ac.ir

تعیین نیروی برش، کار انجام شده برای برش و مدول الاستیسیته دانه باقلا (Vicia faba L.)

مقدمه

خانواده بقولات شامل باقلا، عدس، لوبیا، نخود، و... منبع غنی از پروتئین، چربی و کربوهیدرات محسوب می‌شوند و به این دلیل مصرف آنها به عنوان یک وعده غذایی روزانه توصیه می‌گردد [15]. باقلا گیاهی یکساله از تیره نخود (Fabaceae) با نام علمی Vicia faba L. از خانواده بقولات (Leguminosae) است، که به لحاظ بالا بودن پروتئین ذخیره‌ای دانه‌های آن، به طور متوسط ۳۰ تا ۳۵ درصد، در برخی نقاط جهان کشت می‌شود (زارع و همکاران ، ۱۳۸۲) باقلا با سطح زیر کشت ۲/۹ میلیون هکتار از مهترین بقولات دنیا به شمار می‌آید [7]. سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۳۰۰۰۰ هکتار است [14] که عمده-ترین مناطق تولید آن استان‌های گلستان، خوزستان، مازندران و گیلان می‌باشند [3].

گل، شاخه گل‌دار، دانه و تخم باقلا مصارف طبی از جمله درمان اسهال مزمن دارد و به صورت خام، پخته و کنسرو شده استفاده می‌شود. علاوه بر این ارزش بالای پروتئین باقلا به علت تعادل اسیدهای آمینه ضروری خصوصاً تریپتوفان و ایزولوسین در آنها است. باقلا دارای ماده‌ای به نام فیلیتین است که بسیار مغذی و تقویت کننده بدن است. با وجود محتوای فراوان پروتئین عوامل ضد تغذیه‌ای که عبارتند از مهار کننده‌های پروتئاز، مهارکننده آلفا امیلاز، فنلها، لکتین، تانن، اسید فتیک، آلکالوئیدها نیز در دانه‌های این گیاه یافت می‌شود این عوامل در میزان هضم و جذب پروتئین‌ها مشکل ساز بوده و باعث کاهش ارزش تغذیه‌ای پروتئین این گیاه می‌گردد مصرف باقلای خام به علت دارا بودن این عوامل ضد تغذیه‌ای و نیز توصیه نمی‌شود. مصرف باقلای خام به علت دارا بودن این عوامل ضد تغذیه‌ای مضر بوده و برا ی جلوگیری از این عوارض پختن این گیاه پس از برداشت آن توصیه می‌شود [2].

دانستن اطلاعاتی راجع به خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گیاهان به منظور طراحی تجهیزات مکانیزه و اتوماتیک کشاورزی ضروری است. آگاهی از خواص و رفتار مکانیکی بقولات یکی از فاکتورهای مهم در طراحی دستگاه‌های برداشت و فرآوری پس از برداشت می‌باشد. خواصی که در برش مواد سلولی موثرند عبارتند از :فشردگی، کشش، خمش، برش، چگالی و اصطکاک. این خصوصیات به گونه، واریته، قطر ساقه، مقدار رسیدگی، محتوای رطوبتی و ساختار سلولی وابسته می باشد. بنابراین تعیین خواص فیزیکی – مکانیکی نظیر نیروی برشی، کار انجام شده برای برش و مدول الاستیسیته برای طراحی تیغه مناسب و برای تعیین پارامترهای عملیاتی ضروری است. از جمله عوامل عملیاتی مؤثر در رفتار مکانیکی مواد بیولوژیک سرعت و زاویه برش می باشند. در تحقیاتی به بررسی تأثیر این عوامل بر رفتار مکانیکی گیاهان پرداخته شده است [17].

در بررسی تأثیر سرعت و زاویه برش بر مقدار نیروی برشی بذر یونجه یکساله به این نتیجه دست یافتند که مقدار نیروی برش با جهت برش رابطه معنی داری دارد و مقدار آن در جهت عمود بر محور پیچش غلاف نسبت به جهت موازی کمتر است. افزایش سرعت برش موجب کاهش نیروی برشی می‌شود [1]. در تحقیقی دیگر با انجام آزمون برش دو تیغه‌ای، اثرات زاویه تیزی، زاویه مایل، سرعت برش و نوع تیغه (لبه صاف و لبه مضرس) بر مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه گل پیرتروم مطالعه گردید. نتایج نشان داد که زوایای مایل و تیزی تیغه تأثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر مقاومت برشی و انرژی مصرفی در سطح ساقه دارند ولی اثر متقابل آنها معنی دار نیست. با افزایش سرعت برش مقاومت برشی و انرژی

مصرفی در واحد سطح ساقه روند کاهشی نشان دادند. برای تیغه‌های مضرس مقدار هر دو صفت مقاومت برشی و انرژی مصرفی در واحد سطح ساقه بیشتر از آن برای تیغه‌های صاف بود [4].

در تحقیقی که برای یافتن نیرو و انرژی برشی ساقه ذرت کار شد. نتایج نشان داد که در برش مستقیم با افزایش سرعت، مقاومت و انرژی برشی کاهش می‌یابند [16]. برای بررسی عوامل مؤثر بر نیرو و مقاومت برشی ساقه برنج تحقیقی انجام شد. دراین تحقیق، برخی از مشخصه‌های فیزیکی ساقه برنج از جمله، درصدرطوبت، سطح مقطع عرضی وجرم واحد طول تعیین و تاثیر این عوامل بر روی نیروی برشی ساقه مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه، نیروی برشی ساقه با طراحی و ساخت یک دستگاه برش با مکانیزم رفت و برگشتی اندازه‌گیری شد و تأثیر عوامل مختلف از جمله نوع رقم، سرعت برشی تیغه، زاویه لبه تیغه و نوع تیغه روی مقاومت برشی بررسی شد. نتایج نشان دادکه تأثیرسطح مقطع عرضی ورطوبت ساقه بر نیروی برش در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. اثر متقابل نوع رقم و سطح مقطع عرضی در سطح۱٪ وهمچنین اثرمتقابل نوع رقم و رطوبت درسطح۵٪معنی‌دار بودند. با افزایش سطح مقطع عرضی، نیروی برش افزایش یافته و افزایش درصد رطوبت موجب کاهش نیروی برش می‌شود. تجزیه وتحلیل داده‌ها نشان داد که تأثیر نوع رقم، سرعت برش تیغه و زاویه لبه تیغه در سطح۱٪ به عنوان عوامل اصلی و همچنین اثر متقابل نوع رقم و سرعت برشی تیغه روی مقاومت برشی ساقه برنج معنی‌دار بودند [9].

در تحقیقی اثر سرعت بارگذاری و درجه رسیدگی روی خواص خمشی و فشاری ساقه ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که با افزایش سرعت بارگذاری انرژی فشاری و مقاومت لهیدگی هر دو افزایش می‌یابند [11]. در تحقیقی که بر روی ویژگی‌های خمشی و برشی ساقه گندم واریته الوند انجام گرفت به این نتایج دست یافتند، که تنش برشی برای ساقه گندم در نتیجه کاهش رطوبت کاهش می‌یابد. نیروی برشی برای ساقه در نتیجه افزایش ارتفاع برش کاهش می‌یابد. با استفاده از تیغه لبه صاف نسبت به لبه مضرس تنش برشی کمتر است.همچنین برای زاویه ۳۰ درجه نسبت به زوایای صفر و ۱۵ درجه تنش برشی کمتر است. تنش خمشی و مدول الاستیسیته با کاهش رطوبت و با افزایش ارتفاع، افزایش یافته است [13].

تحقیقی برای تعیین تأثیر سرعت تیغه در انرژی و بازده برشی در برش ساقه سورگوم انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان دادند که انرژی برشی مورد نیازهمبستگی خطی منفی با نیروی برشی تیغه و رطوبت ساقه دارد و بازده برشی همبستگی خطی مثبت با این پارامترها دارد. بیشینه بازده برشی ۹۸و ۹۷٪ به ترتیب در ازای سرعت تیغه ۵/۲ و ۷/۳ متر بر ثانیه بوده است [19].

در تحقیقی بر اساس تجزیه و تحلیل مدل‌های رئولوژیکی به توسعه مدلی برای تبیین رابطه بین نیروی برش و سرعت برش در مواد الیافی پرداخته شده است. باتوجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق توان برشی برای مواد الیافی مقداری ثابت بود و با تغییر سرعت برش تغییر معنی‌داری در این پارامتر بوجود نیامده است [12].

در این تحقیق به بررسی تأثیر سرعت و زاویه برش بر مقدار نیروی برش، کار لازم برای برش و مدول الاستیسیته دانه باقلا پرداخته شده است. نتایج حاصل از این تحقیق به عنوان اطلاعات ورودی اولیه برای دستگاه‌های برداشت و فرآوری باقلا محسوب می‌شود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های تهیه شده به آزمایشگاه خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی منتقل شدند. ٥٤ نمونه مربوط به آزمایش با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند، و در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت قرار داده شدند[18]. سپس وزن شده و محتوای رطوبتی آنها بر پایه وزن تر بدست آمد. برای هر آزمایش برش برای باقلا ٦ تکرار انجام شد. اندازه‌گیری‌ها با استفاده از دستگاه آزمون کشش-فشار [1] انجام گردید، که دقت اندازه-گیری آن ۰/۰۰۱ نیوتن بود. فک برش برای آن طراحی و ساخته شد. برای اعمال نیروی برشی صفحه لغزنده در سه سرعت ۱۵۰، ۲۵۰و ۳۵۰ میلی‌متر بر دقیقه بارگذاری شد. برای برش از تیغه تیزبر با زاویه تیزی ۱/۷ درجه و سه زاویه برش مختلف صفر، ۳۰و ٤٥ درجه استفاده شد. مدول الاستیسیته و نیروی برشی اعمالی اندازه‌گیری و تغییرات نیرو-جابجایی تا هنگام برش کامل دانه‌های باقلا ثبت شد (شکل ۱).

شکل ۱. آزمایش برش

از آزمایش فاکتوریل در طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور زاویه برش و سرعت برش استفاده شده است. و نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تحلیل و مدلهای رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 به دست آمده است. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد رطوبت دانه‌ها بر پایه تر برابر با ۸۲/۵٪ بود. در جدول (۱) نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از بررسی تأثیر زاویه برش و سرعت برش بر نیروی برشی، کار انجام شده و مدول الاستیسیته ارائه شده است. نتایج آنالیز داده‌ها نشان می‌دهد که برای هر سه صفت بررسی شده تنها اثر تغییر زاویه برش معنی دار بوده و اثر سرعت برش و تأثیر متقابل سرعت و زاویه برش بر مقادیر صفات مورد بررسی بی‌معنی بوده است. میانگین مدول الاستیسیته ۵۰/۸۵ مگاپاسکال و بیشترین و کمترین مقدار آن نیز به ترتیب ١٤٤ و ٢٦/٣ مگا پاسکال بود. میانگین نیروی برشی دانه‌ها ۱۰/٦۱ نیوتن و بیشترین و کمترین آن به ترتیب ۱۷/٦ و٥/٦٦ نیوتن بوده است. میانگین کار انجام شده برای برش ٦٦/٣١ میلی‌ژول و بیشترین و کمترین مقدار آن نیز به ترتیب ١١٦/٤٥ و ٢٩/٢٧ میلی ژول بود.

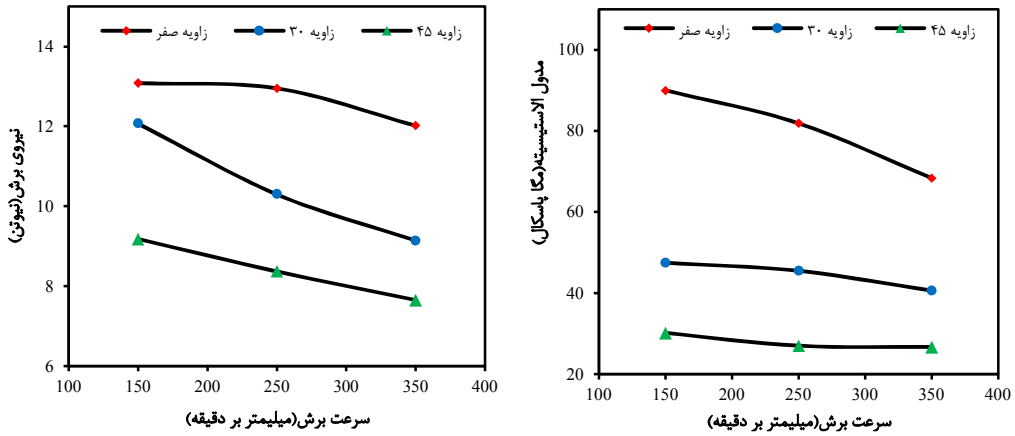
[1]-Zwick/roelluniversal testing machine

جدول۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات مورد مطالعه در برش باقلا

تیمار	درجه آزادی	نیروی برشی	کار انجام شده برای برش	مدول الاستیسیته
تکرار	۵	۳/۹۵۷۷^{ns}	۵۴۹/۵۸۶۲^{ns}	۱۲۱/۷۳۵۸^{ns}
زاویه برش	۲	۸۲/۵۲۷۸**	۲۰۵۶/۲۸۹۸*	۱۲۷۸۶/۳۵۹۱**
سرعت برش	۲	٦/۷۷۹۷^{ns}	۳٦۷/۰۲۳۳^{ns}	۲۸۸/۰۱۱۸^{ns}
زاویه برش×سرعت برش	٤	۹/۸۹۵۵^{ns}	۱۳۷/۸۸۹۸^{ns}	۲٦٤/۱۵٤۰^{ns}
خطا	٤۰	۵/٤٤۳۱	٦۲۳/٤٦٤۷	۲۲۹/۹٦٤۹

*در سطح ۵٪معنی دار ؛ **در سطح ۱٪ معنی دار؛ ^{ns}بی معنی

نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد که برای نیروی برش و مدول الاستیسیته بین هر سه زاویه تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ وجود دارد (جدول ۲) و با افزایش زاویه برش همانطور که از نمودارهای شکل ۲ مشخص است مقدار نیروی برشی و مدول الاستیسیته کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش سرعت برش مقدار نیروی برش و مدول الاستیسیته کاهش می‌یابد (شکل۲) اما از لحاظ آماری این کاهش بی‌معنی می‌باشد (جدول ۱). به علت اینکه در زوایای بیش از صفر درجه تماس تیغه از یک نقطه شروع شده و با پیشروی تیغه برش انجام می‌گیرد که در مقایسه با حالت زاویه صفر درجه که از لحظه تماس تیغه کل لبه با ساقه تماس برقرار می‌کند و نیازمند نیروی بیشتری برای نفوذ می‌باشد چرا که بافتی از ساقه که در برابر نفوذ مقاومت می‌کند دارای حجم بیشتری می‌باشد احتیاج به نیروی بیشتری برای برش دارد.



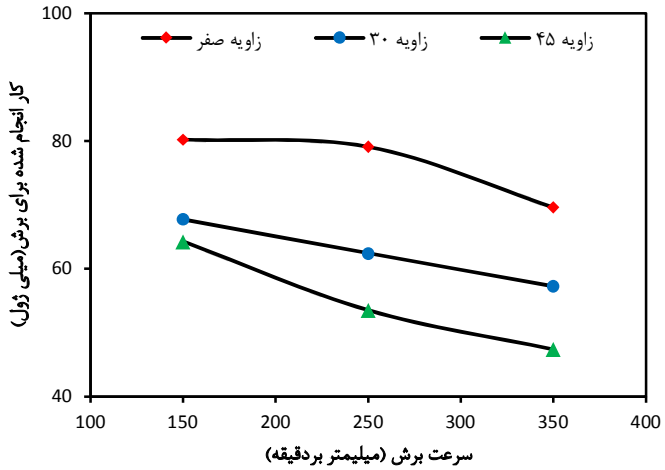
شکل۲. نمودار سرعت برش :الف-نیروی برش؛ ب- مدول الاستیسیته در سه زاویه صفر،۳۰ و ٤۵ درجه

همانطور که از شکل ۳ مشخص است با افزایش زاویه برش مقدار کار انجام شده کاهش می‌یابد که با توجه به نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) این کاهش در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد و نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین مقدار کار انجام شده در زاویه صفر درجه با زاویه ٤۵ درجه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شده است ولی برای زاویه ۳۰ درجه تفاوت معنی‌دار با سایر زوایا مشاهده نمی‌شود. با

افزایش سرعت برش مقدار کار لازم برای برش کاهش می‌یابد اما این کاهش به لحاظ آماری بی‌معنی می‌باشد(شکل۳). در حالتی که زاویه‌ی برش بیش از صفر درجه است، بردار سرعت V تیغه دارای دو مؤلفه عمودی V_n و مؤلفه مماسی V_s می‌باشد. در زاویه برش صفر، $V_s = 0$ و $V_n = V$ است. در این حالت دانه با فشرده شدن در فاصله بین تیغه و ضد تیغه بریده می‌شود. در صورتیکه با افزایش زاویه مایل، مؤلفه مماسی V_s با ایجاد سرش بر روی دانه سبب برش ساده‌تر آن و در نتیجه انرژی مصرفی در واحد سطح دانه کاهش می‌یابد.

جدول ۲- آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه اثرات زاویه برش برمدول الاستیسیته، نیروی برشی و کار انجام شده برای برش

زاویه برش(درجه)	نیروی برشی	کار انجام شده برای برش	مدول الاستیسیته
صفر	۱۲/٦۸۳۳[a]	۷٦/۳٤۹[a]	۸۰/۰۹۹[a]
۳۰	۱۰/۷٤۷۲[b]	٦۷/۵۰۸[ab]	٤٤/۵۲۲[b]
٤۵	۸/٤۰۷۲[c]	۵۵/۰۷٤[b]	۲۷/۹۲۸[c]



شکل۳. نمودار سرعت برش- کار انجام شده برای برش در سه زاویه صفر،۳۰ و ٤۵ درجه

مدل‌های رگرسیونی ارائه شده برای باقلا (روابط ۱، ۲ و ۳):

$$R^2=0.97 \quad w = -47.1 \times 10^{-2} A - 6.3 \times 10^{-2} V + 92.25 \qquad (۱)$$

$$R^2=0.94 \quad F = -9.2 \times 10^{-2} A - 0.9 \times 10^{-2} V + 15.128 \qquad (۲)$$

$$R^2=0.98 \quad E = -1.16 A - 5.3 \times 10^{-2} V + 93.26 \qquad (۳)$$

W: کار انجام شده برای برش بر حسب ژول

F: نیروی برش بر حسب نیوتن

E: مدول الاستیسیته بر حسب مگاپاسکال

A: زاویه برش بر حسب درجه

V: سرعت برش بر حسب میلی‌متر بر دقیقه

در گیاهان به علت ساختار فیبری مقدار کار انجام شده بستگی به جهت برش تیغه و محصول داشته و اینجا نیز همانطور که از ضرایب معادلات مشخص است تأثیر زاویه برش بر مقادیر صفات مورد بررسی برای باقلا بیش از تأثیر سرعت برش می‌باشد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشینه کار انجام شده برای برش و نیروی برش در سرعت کمتر و زاویه کوچک‌تر می‌باشد و کمینه مقادیر آنها مربوط به بیشترین مقادیر این پارامترها است. این نتیجه در سایر مطالعات صورت گرفته برای برش گیاه شیرین بیان، محصول لوبیا سبز، آلوئه‌ورا و گل محمدی نیز مشاهده گردیده است [5،6 و 8]. علاوه بر این نتایج مشاهده شده برای مدول الاستیسیته نیز مشابه با سایر مطالعات ذکر شده می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان کرد که استفاده از زوایایی برش ٤٥ درجه و یا نزدیک به آن سبب برش راحت‌تر طیف وسیعی از محصولات کشاورزی می‌شود. از این‌رو در طراحی و ساخت دستگاه‌هایی که به‌منظور برش محصولات کشاورزی استفاده می‌شود در صورت نداشتن محدودیت استفاده از زاویه ٤٥ درجه یا زوایای نزدیک به آن می‌توان نقش بسیار مفیدی در کاهش هزینه‌های ساخت و عملکرد داشته باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۱. با افزایش زاویه برش مقدار نیروی برش، مدول الاستیسیته و کار انجام شده کاهش می‌یابد البته برای نیروی برش و مدول الاستیسیته این کاهش در بین هر سه زاویه در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد ولی برای کار انجام شده برای برش زاویه ۳۰ درجه با دو زاویه دیگر تأثیر معنی‌داری نداشته است.

۲. تأثیر زاویه برش بر مقادیر صفات مورد بررسی بیشتر از تأثیر سرعت می‌باشد بنابراین پیشنهاد می‌شود در ساخت تجهیزات مربوط به برداشت و فرآوری این گیاه از زاوایای بیش از صفر درجه استفاده شود تا بتوان به تبع آن از سرعت‌های پایین ویا به عبارتی از موتورهای با توان و سرعت پایین‌تر استفاده کرد.

منابع

۱. آق خانی،م.و مینایی،س.(۱۳۸٦) تعیین نیروی برشی بذر یونجه یکساله .مجله علمی –پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۳: ۱۷۷-۱٦۹.

۲. بقایی،ه. و حبیبی نجفی،م.ب.(۱۳۸٤) ترکیبات ضد تغذیه‌ای حبوبات و مقایسه روشهای حرارت دهی در حذف آنها . اولین همایش ملی حبوبات، پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. حسینی،م.(۱۳۷۲) حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. ۳۸-۲۵

۴. خزائی،ج. و ربانی،ح. و گلبابایی،ف.(۱۳۸۱) تعیین مقاومت برشی و نیروی کندن گل پیرتروم. مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۳(۳۳).
۵. ربانی، ح.، سهرابی، ن.، رنجبرنژاد، ف. ح. ربانی, ن. سهرابی, ف. رنجبرنژاد, تعیین خواص مکانیکی گیاه دارویی شیرین بیان (Glycyrrhizaglabra L), علوم مکانیک در ماشین های کشاورزی ۱(۲) (۲۰۱٤) ٤٨-۳۹.
۶. ربانی، ح.، سهرابی، نگین و غلامی، ر. (۱۳۹۸). تعیین نیرو، کار و مدول الاستیسیته برشی گیاه آلوئه ورا, دوازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران
۷. زارع،ص.و حیدری،ر. و عبادی،ع.(۱۳۸۲) اثر حرارت مرطوب بر روی فعالیت مهار کننده-های تریپسین در نخود معمولی، لوبیای سفید و باقلا.۵۹: ۹۳-۸۷
۸. سهرابی، ن.، ربانی، ح.، و غلامی ، ر. ن. سهرابی, ح. ربانی, ر. غلامی, تعیین مقاومت برشی، مقاومت کششی، انرژی برش و کندن گلبرگ و کاسبرگ گل محمدی, مهندسی زراعی ۳٦(۲) (۲۰۱٤) ۹۳-۱۰٤.
۹. طباطبایی کلور،ر.و برقعی،ع.و علیمردانی،ر.و رجبی پور،ع.و مبلی،ح.(۱۳۸۳) بررسی عوامل مؤثر بر نیرو و مقاومت برشی ساقه برنج.مجله علمی پژوهشی کشاورزی، ۲۷۷-۲٦۱.
۱۰. عجم نوروزی،ح. و سلطانی،ا. و مجیدی،ا. و همایی،م.(۱۳۸٦) مدل سازی واکنش سبز شدن باقلابه دما در شرایط مزرعه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ٤:٤.

11. Chattopadhyay, P.S., and Pandey, K.P.1998. Mechanical Properties of Sorghum Stalk in relation to Quasi-Static Deformation. Journal of Agricultural Engineering Research, 73:199-206
12. Dowgiallo, A.2005. Cutting force of fibrous materials. Journal of Food Engineering 66 (1) .57–61
13. Esehaghbeygi, A., Hoseinzadeh, B., Khazaei, M., andMasoumi, A. 2009. Bending and Shearing Properties of WheatStem of AlvandVarity.World Applied sciences Journal6(8):2028-1032.
14. FAO. 2005. Production Year Book, 2004. Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO), Rome, Italy. http://apps. Fao. Org.
15. Hossain, M. A. Becker. K. (2001). nutritive value and antinutritional factors in different varieties of sesbania seeds and their morphological fractions. Food chemistry, 73,421-431
16. Prasada, J. and Gupta. C. P.1975. Mechanical properties of maize stem as related toharvesting. Journal of agriculture Engineer Research. 20: 79-87.
17. Rabbani, H., Sohraby, N., Gholami, R., Jaliliantabar, F., Waismorady, A., Determination of mass density module, crush resistance coefficient and cutting efficiency of rose (Rosa Damascene Mill), Scientia Horticulturae 190 (2015) 144-148.
18. Suthar, S.H. Das. S.K. 1996. Some physical properties of karingda [Citrus lanatus (thumb) mansf] grains. J. Agric. Eng. Res. 65 (1): 15–22

19. Yiljep, Y.D., and Mohammed, U.S. 2005.Effect of Knife Velocity on Cutting Energy and Efficiency duringImpact Cutting of Sorghum Stalk. Agricultural Engineering International: the CIGR EJournal. 7

Determining the cutting force, done work and elastic module of Faba Bean (Vicia faba L.)

Rashid Gholami*[1], Hekmat Rabbani [2], Negin Sohrabi [3]

1. Agricultural Faculty of Songhor, Razi University, Kermanshah
2. Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah
3. Ph.D. of Mechanical Engineering of Biosystems, Tabriz University

Abstract

Knowledge of the properties and mechanical behavior of plants is one of the important factors to design of harvesting and post-harvesting machines. In this research, the Faba bean was cut from the cross section. The complete random design with factorial experiment was used to investigate the effect of cutting speed and cutting angle on the cutting force, done work for cutting and the modulus of elasticity. The results showed that by increasing the cutting angle from zero to 30° and 45° the values of cutting force, done work for cutting and modulus of elasticity were decreased. This reduction was significant for the cutting force and modulus of elasticity at all three angles at the 5% level. Done work at 0 and 45 ° was significantly different but there was no significant difference between 30° and two other angles. The results showed that all three parameters were decreased by increasing of cutting force speed but it was insignificant as statistical aspect. The maximum and minimum of cutting force were 17.6 and 5.66 N, respectively. The maximum and minimum amount of work performed for cutting were 116.45 and 29.27 mJ, respectively. The maximum and minimum modulus of elasticity were 144 and 26.3 MPa, respectively.

Key words: Faba bean, cutting test, Cutting force, Elastic module

* Rashid Gholami
E-mail: r.gholami@razi.ac.ir