# بررسی تاثیر زاویه برش و فاصله بین تیغه و ضدتیغه بر نیروی برش ذرت علوفه‌ای

رمضان هادی‌پور رکنی[۱]، رضا طباطبایی کلور[۲*]

۱- کارشناس ارشد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*۲- عضو هئیت علمی گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* ایمیل نویسنده مسئول:omegareza9@gmail.com

## چکیده

برای طراحی و بهینه‌سازی ادوات برداشت و فرآوری محصولات کشاورزی، داشتن اطلاعاتی در خصوص نیروی برش ساقه محصول ضروری می‌باشد. در این تحقیق از طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل برای بررسی تاثیر زاویه تیغه برش (۰، ۲۰، ۴۰ درجه) و فاصله بین تیغه و ضد تیغه (۰/۳، ۰/۸، ۱/۳ میلی‌متر) بر روی نیروی برش ساقه ذرت علوفه‌ای استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نیروی برش بین سطوح مختلف زاویه تیغه در سطح آماری ($p<0.01$) معنی‌دار است. کمترین مقدار نیروی برش ساقه در زاویه تیغه ۴۰ درجه بدست آمد. با افزایش فاصله بین تیغه و ضد تیغه از ۰/۳ به ۱/۳ میلی متر نیروی برش ۳۴ درصد افزایش یافت.

**واژه‌های کلیدی: ذرت علوفه‌ای، نیروی برش، تیغه، ضدتیغه**

**مقدمه**

ذرت گیاهی است ازخانواده *Poaceae*، مخصوص نواحی گرم ومعتدل که مبدا آن آمریکای مرکزی وجنوبی است. متوسط عملکرد این گیاه در دنیا بعد ازگندم وبرنج، مقام سوم را درمیان غلات دارا می باشد. ذرت علوفه‌ای یکی از نباتات علوفه‌ای بسیار مهم برای تغذیه دام در دنیا است. سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای در ایران سالیانه حدود ۲۰۳ هزار هکتار است که از این مساحت حدود ۹ میلیون و هشتصد هزار تن با متوسط عملکرد ۶۷ هزار کیلوگرم در هر هکتار تولید می شود (آمارنامه وزرارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۳). برداشت ذرت علوفه‌ای معمولا با کمباین ذرت یا چاپر انجام می شود و از آنجا که ساقه در نزدیکی سطح زمین برداشت می شود و در این ناحیه نسبتا قطور، خشبی و محکم می باشد بنابراین با بررسی خصوصیات برشی می‌توان به طراحی مناسب و بهینه‌سازی ماشین‌های برداشت کمک کرد. یکی از چالش‌های مهم در استفاده از دستگاه‌های برداشت ذرت علوفه‌ای میزان موثر بودن مکانیزم برش ساقه‌ها در شرایط مختلف است چرا که عملکرد سیستم برشی تابعی از خصوصیات ساقه و عوامل مختلف تیغه است. از آنجاییکه ساقه گیاهان در معرض بارگذاریهای طبیعی دوران رشد و نیز نیروهای مکانیکی مختلف در مرحله برداشت و پس از آن قرار دارند و مشخصات فنی مواد گیاهی به خوبی ویژگیهای مواد معمول مهندسی مانند فولاد، شناخته شده نیست، بنابراین داشتن اطلاعات دقیق و داده‌های مهندسی در مورد خصوصیات فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی در طراحی ماشین‌ها، فرآیندها و کنترل آنها در تحلیل و تعیین بازدهی یک ماشین، توسعه یک محصول جدید و ارزیابی و حفظ کیفیت محصول نهایی نقش بسزایی دارد. این اطلاعات اساسی نه تنها برای مهندسان، بلکه برای محققان و تولیدکنندگان مواد غذایی، متخصصان اصلاح نباتات و دانشمندانی که با محصولات کشاورزی سروکار دارند بسیار ارزشمند است به منظور برآورد انرژی مصرفی برداشت کننده محصول و طراحی آن یا کارهایی از قبیل ساخت و بهینه سازی آنها، داشتن نیروی برش هر محصول لازم و ضروری است.بعضی از عوامل مؤثر در فرآیند برش مربوط به خصوصیات فیزیکی ساقه بوده و برخی دیگر به سینماتیک تیغه بستگی دارد.خصوصیات فیزیکی ساقه بستگی به نوع ماده، مرحله رشد و درصد رطوبت، سطح مقطع عرضی، جرم واحد طول و محل برش ساقه و غیره دارد (Ince and Ozcan, 2005). سینماتیک تیغه از جمله، زاویه لبه، شکل لبه، فاصله تیغه و ضدتیغه، سرعت تیغه و برخی عوامل دیگر نیز برفرآیند برش مؤثر هستند (Womac, 2005) و (Igathinathan and Sokhansanj,2010).

بررسی و تحلیل تأثیر عوامل مختلف تیغه و محصول بر روی خواص برشی محصولات کشاورزی توسط (Sitkei, 1986) و (Persson,1987) انجام گرفته است. و تنش برشی حداکثر ساقه یونجه را بین ۰/۴ الی ۱۸ مگاپاسکال گزارش شد(Halyk and Hulbut,1968 ).

در تحقیقی تاثیر زاویه قرارگیری ساقه ذرت را بر نیرو و انرژی برش در فواصل بین گره‌ها بررسی شد Igathinathan and (Sokhansanj, 2010). نتایج بدست آمده نشان داد در صورتیکه ساقه با زاویه ۴۵ درجه نسبت به تیغه قرار گیرد نیرو و انرژی برش حدود ۵۰ درصد کمتر است.

در تحقیقی حداکثر نیرو و انرژی برشی کل برای ساقه کنف به ترتیب ۲۴۳ نیوتن و ۲/۱ ژول بدست آمد( Chen and Liu, 2004). نتایج بدست آمده از تنش برشی و انرژی برشی برای علوفه به ترتیب ۱۶Mpa و ۱۲ $Mj.mm^{-2}$ بدست آمد (McRandal and McNulty, 1980). در تحقیقی تنش و انرژی برش را در پنج سطح رطوبتی برای ساقه آفتابگردان اندازه‌گیری شد(Ince and Ozcan, 2005). نتایج نشان داد که تنش و انرژی برشی با افزایش رطوبت افزایش پیدا کرد. مقادیر حداکثر تنش و انرژی برشی ساقه آفتابگردان به ترتیب ۱/۰۷ Mpa و ۱۰/۰۸ $Mj\ mm^{-2}$ بدست آمد. مطالعه بر روی خواص برشی کلش برنج را در نزدیکی گره‌های ساقه انجام شد(Summers et al, 2002). آنها دریافتند که محل برش و تعداد ساقه‌ها بر روی فرایند برش تاثیرگذار است. نتایج مطالعه (Nazari Galedar et al, 2008)بر روی مقاومت کششی، تنش برشی و انرژی برشی ساقه یونجه را در سه ارتفاع مختلف ساقه نشان داد که مقاومت کششی در رطوبت های مختلف در محدوده ۹/۲۴ تا ۲۶/۳۵، ۱۶/۳۱ تا ۳۲/۷۴ و ۲۸/۸ تا ۴۳/۸ مگاپاسکال به ترتیب برای نواحی بالا، وسط و پائین ساقه بدست آمد. بیشترین مقدار تنش برشی و انرژی برشی نیز به ترتیب ۲۸/۱۶ مگاپاسکال و ۳۴۵/۸ میلی ژول بدست آمد.

نتایج تحقیق (Hoseinzadeh *et al*. 2009) بر روی اثر رقم گندم، رطوبت ساقه، زاویه لبه تیغه و سرعت برشی را توسط یک سیستم پاندولی بر انرژی برشی کلش گندم، نشان داد که اثرات رقم، زاویه لبه تیغه، رطوبت و سرعت برشی بر انرژی برشی معنی-دار بود. گزارش تحقیق نشان داد که که تنش برشی ساقه‌های گندم با کاهش رطوبت کاهش پیدا کرد و نیروی برش ساقه‌ها با افزایش ارتفاع برش افزایش یافت (Eshaghbeigi et al, 2009) .

خصوصیات برشی، خمشی و فشاری ساقه سورگم را تحت بارگذاری شبه استاتیکی بررسی شد (Chadtapadhayay and Pandy,1999). باافزایش زاویه لبه تیغه از ۳۰ به۷۰ درجه، مقاومت برشی ساقه از ۳/۷۴ به ۸/۱۸ مگاپاسکال و انرژی برشی مخصوص از ۳۴/۱ به ۱۰۱/۱ مگاژول بر میلیمتر مربع افزایش پیدا کرد. بعلاوه، افزایش زاویه لبه تیغه موجب افزایش مقاومت فشاری ساقه گردید اما بر روی مقاومت خمشی تاثیر معنی داری نداشت.

در تحقیقی با استفاده از دستگاه آزمون برش پاندولی،انرژی برشی ساقه ذرت در سطوح مختلف رطوبت ۸۳/۲۵، ۷۴/۳ و ۶۳ درصد و سطوح برش ساقه در ارتفاع ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر ارزیابی شد (Azadbakht *et al*, 2014).نتایج تحقیق نشان داد که با کاهش رطوبت از ۸۳/۲۵ به ۶۳ درصد، انرژی برشی افزایش یافت. با افزایش ارتفاع برش ساقه از سطح زمین، انرژی برشی کاهش پیدا کرد.

نتایج بررسی اثر رطوبت و موقعیت گره و سرعت برش بر روی ویژگی‌های برشی کاه جو ازجمله مقاومت برشی و انرژی برشی نشان داد که با افزایش سرعت بارگذاری و افزایش رطوبت در گره سوم، هم مقاومت و هم انرژی برشی افزایش یافت. متوسط مقاومت برشی۵/۰۸ مگاپاسکال درمحدوده ۳/۶۸ تا ۶/۱۸ مگا پاسکال اندازه گیری شد، درحالی‌که متوسط انرژی برشی۱۰۰/۹۳ میلی ژول در محدوده ۶۵/۱۷–۱۳۱/۰۶میلی ژول محاسبه شد. مقاومت برشی کاه جو در گره اول، دوم و سوم با افزایش رطوبت به ترتیب از ۴/۰۹ به ۵/۰۳ مگا پاسکال، ۴/۸۴ به ۵/۲۵ مگا پاسکال و از ۵/۱۵ به ۵/۹۴ مگاپاسکال افزایش یافت. انرژی برشی کاه

نیز برای گره اول، دوم و سوم از ۷۰/۴۴ به ۹۹/۸۲ میلی ژول، ۹۲/۴۶ به ۱۲۱/۲۵ میلی‌ژول و از ۱۰۲/۳۳ به ۱۲۲/۰۹ میلی‌ژول تغییر کرد (Tavakol et al, 2009) . بسیاری از محققان گزارش نمودند که زاویه تیغه برش بر نیروی برش و در نتیجه مقاومت و انرژی برش در گیاهان مختلف از جمله گندم (مینائی و جعفری، ۱۳۷۵) و (O'Dogerty *et al*, 1995 )، برنج (طباطبائی کلور و همکاران ۱۳۸۴) و (Lee and Yan, 1984 )، سورگم (Chadtapadhayay and Pandy,1999) و ذرت (Igathinathan and Sokhansanj, 2010) موثر است.

برای تعیین پارامترهای کاری و بهینه سازی مکانیزم برش چاپرها و کمباین‌های برداشت ذرت، داشتن اطلاعات لازم در خصوص تاثیر زاویه برش و فاصله تیغه و ضد تیغه بر نیروی برش ساقه ذرت بسیار مهم است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر تغییر زاویه برش فاصله بین تیغه و ضد تیغه بر نیروی برش ذرت علوفه‌ای می‌باشد.

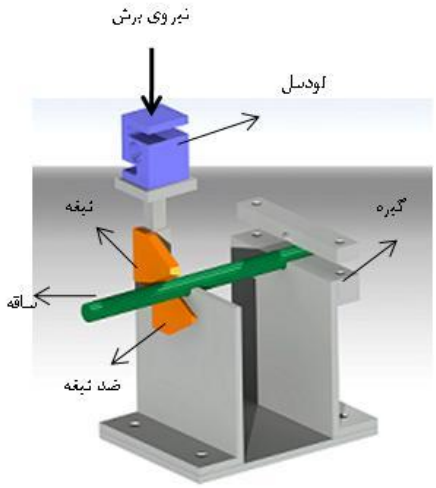
## مواد و روش‌ها

### نمونه‌ها

نمونه‌های ساقه از مزارع ذرت علوفه ای واقع در دشت ناز مازندران در فصل برداشت (تابستان ۹۴) تهیه شد. ساقه‌ها بطور تصادفی توسط یک داس دستی از پائین‌ترین نقطه نسبت به سطح زمین برداشت و بلافاصله جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه های مورد استفاده برای آزمون از انتهای ۳۰ سانتیمتری پائین ساقه تهیه شد. قطر نمونه‌ها در این محدوده از ساقه اندازه‌گیری شد که به طور متوسط بین ۱۹ الی ۲۱/۵ میلیمتر بدست آمد. رطوبت نمونه‌ها (۳ نمونه ۱۵۰ گرمی) بر مبنای وزن تر به میزان ۷۸ درصد با استفاده از روش خشک کردن در آون در دمای $۱۰۲^{o}C$ به مدت ۲۴ ساعت بدست آمد(ASAE, 2000). دمای محیط آزمایشگاه $۲۵\ ^{o}C$ و رطوبت نسبی آن ۷۰ درصد بود. نمونه ساقه‌ها با جدا کردن برگ و ساقه‌های جانبی برای هر یک از تیمارها در سه تکرار آماده شد.

### برش ساقه

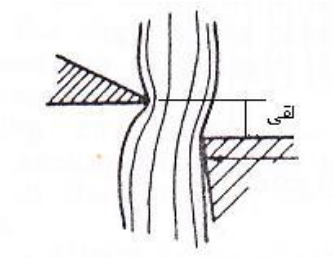
برای انجام عمل برش ساقه و ثبت نیروی برش از یک مکانیزم برشی مطابق شکل ۲-۱ استفاده شد. این مکانیزم از یک تیغه برشی نصب شده بر روی تسمه تشکیل شده که در مقابل یک تیغه ثابت دیگر (ضد تیغه) حرکت می‌کند. ضد تیغه بر روی یک گیره ثابت نصب شد که همزمان برای نگهداری ساقه نیز بکار می‌رفت. فاصله آزاد بین تیغه و ضد تیغه قابل تنظیم بود. نیروی برش ساقه توسط یک لودسل ۵ کیلو نیوتن با دقت یک صدم ثبت می‌شد که به یک دستگاه تست کشش- فشار با قابلیت تنظیم سرعت کششی توسط اینورتور وصل بود. میزان جابجایی تیغه نیز توسط یک خط کش دیجیتالی با دقت یک صدم ثبت شد.

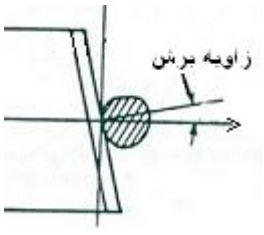



**شکل ۲-۱ مکانیزم برش ساقه پارامترهای تیغه و ساقه**

از جمله پارامترهای تیغه که معرف تیزی تیغه می‌باشد زاویه لبه آن است. در این تحقیق از تیغه با زاویه لبه ثابت ۳۰ درجه استفاده شد. زاویه برش که معرف زاویه تیغه در هنگام برش می‌باشد در سه سطح (۰، ۲۰ و ۴۰ ) درجه در نظر گرفته شد (شکل ۲-۲ الف). در این تحقیق، از تیغه هایی با ضخامت ۲/۵ میلیمتر و از جنس فولاد C60W با سختی لبه ۴۸ راکول که در بازار موجود بود استفاده شد (ولی‌نژاد ۱۳۸۰).

فاصله آزاد (لقی) بین تیغه و ضد تیغه نیز از دیگر عوامل موثر بر نیروی برش است (شکل ۲-۲ ب). معمولا با کم و زیاد شدن این فاصله، فشردگی اولیه و در نتیجه اینرسی مواد و رفتار پلاستیک آنها تغییر می‌کند(Sitkei, 1986). اثر فاصله بین تیغه و ضد تیغه بر مقاومت برشی گیاهان زراعی توسط برخی محققان گزارش شده است (Majumdar and Datta, 1982) و (Visvanathan *et al*, 1996). فاصله بین تیغه و ضد تیغه توسط یک پیچ و صفحه فشاردهنده پشت بند تیغه تنظیم شد تا فواصل ۰/۳، ۰/۸ و ۱/۳ میلیمتر تامین شود.




( ب) فاصله آزاد (لقی)　　( الف) زاویه برش تیغه

**شکل ۲-۲**

برای اندازه‌گیری نیروی برش ساقه از یک دستگاه تست کشش- فشار مجهز به لودسل 5KN و گیره‌های مخصوص برای اعمال بار و نگهداشتن ساقه ذرت استفاده شد (دستگاه یونیورسال مدل STM50، شرکت سنتام، ایران). این دستگاه می تواند بار شبه استاتیکی را در سرعت های از ۰/۱ الی ۵ میلیمتر بر ثانیه اعمال کند. برای ساقه محصولات کشاورزی سرعت بارگذاری شبه

استاتیکی در محدوده ۰/۵ الی ۵ میلیمتر بر ثانیه توصیه می شود. نیروی وارده توسط لودسل و ثبات داده و میزان جابجایی فک متحرک نیز توسط یک خط‌کش دیجیتالی با دقت یک صدم قابل ثبت می باشد. برای برش ساقه از دو تیغه ثابت و متحرک استفاده شد که فاصله آزاد بین این دو تیغه‌قابل تنظیم می باشد. زاویه لبه تیغه ۳۰ درجه و شعاع انحنای آن ۰/۱ میلیمتر بود که مشابه با شرایط فیزیکی تیغه های موجود برای برداشت ذرت می باشد. نمونه ساقه مورد نظر به طول ۱۰ سانتیمتر توسط یک گیره مخصوص به فک ثابت محکم شده و نیروی برش با سرعت $mm.s^{-1}$ ۱ اعمال شد. قطر نمونه در محل برش نیز ثبت شد (شکل ۲-۱).

## طرح آزمایشی و تحلیل داده ها

در این مطالعه یکی ازخصوصیات برشی ساقه ذرت علوفه ای که شامل نیروی برشی می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت. تاثیر عواملی مانند زاویه تیغه برش در سه سطح ( ۰، ۲۰ و ۴۰ درجه) و فاصله بین تیغه و ضد تیغه در سه سطح (۰/۳، ۰/۸ و ۱/۳ میلی‌متر) بر این خصوصیات در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. داده ها با استفاده از از نرم افزار spss تجزیه و تحلیل شدند. نتایج بدست آمده برای پارامترهایی که دارای اثرات اصلی و متقابل معنی-داری بودند بصورت جداول و نمودارهایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد و سطح احتمال معنی‌دار بودن $P<0.05$ در نظر گرفته شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مربوط به بررسی اثر پارامترهای زاویه برش و لقی بین تیغه و ضد تیغه بر نیروی برش ذرت علوفه‌ای در جدول ۳-۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر اصلی زاویه برش و لقی بین تیغه و ضد تیغه بر نیروی برش در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

**جدول ۳-۱ نتایج تجزیه واریانس مربوط به نیروی برش ساقه ذرت علوفه‌ای**

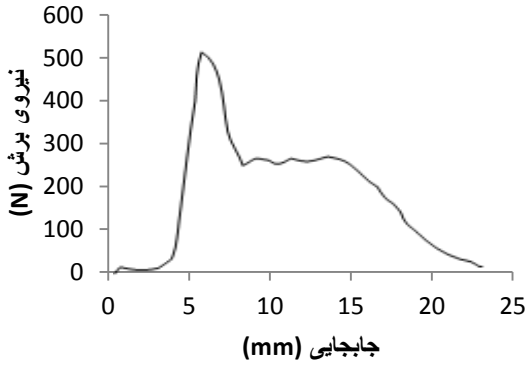
| | | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| منابع تغییرات | df | نیروی برشی |
| زاویه برش(درجه) A | 2 | 94248.11** |
| لقی بین تیغه و ضد تیغه (میلی متر) B | 2 | 312964.48** |
| A*B | 4 | 163.48 |

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱% و ۵%

**جدول ۳-۲ مقایسه میانگین های مربوط به تاثیر پارامترهای نیروی برشی ساقه ذرت**

| مشخصه | | نیروی برشی(N) |
|---|---|---|
| زاویه‌تیغه برش(درجه) | 0 | 598.04[a] |
| | 20 | 527.26[b] |
| | 40 | 480.70[c] |
| لقی بین تیغه وضدتیغه (میلی متر) | 0.3 | 421.85[c] |
| | 0.8 | 548.11[b] |
| | 1.3 | 639.03[a] |

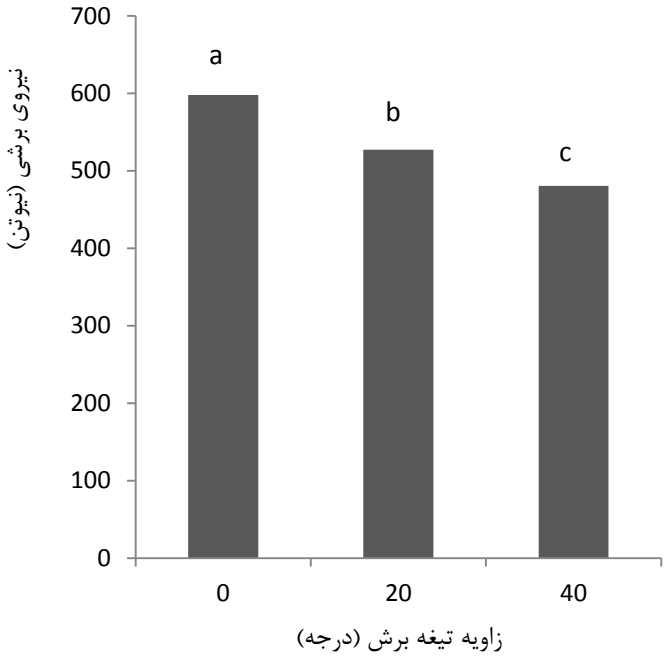
نمونه ای از تغییرات نیروی برش ساقه ذرت علوفه‌ای در مقابل جابجایی تیغه در شکل ۳-۱ نشان داده شده است. مطابق شکل ابتدا نیرو از صفر تا حدود ۵۱۰ نیوتن افزایش یافت و پس از یک افت سریع نیروی برش به آرامی کاهش پیدا کرد. ساقه ذرت علوفه‌ای با بافت فیبری دارای سطح مقطع گرد و توپر بوده که پوسته بیرونی آن نسبت به بخش مرکزی سفت تر می‌باشد. هنگام برخورد تیغه به ساقه ابتدا تیغه اندکی ساقه را فشرده کرده ( قبل از نفوذ به داخل ساقه) و موجب افزایش نیروی برش تا سطح گسیختگی گردید. سپس با نفوذ تیغه به داخل ساقه و شروع برش نیروی برش کاهش پیدا کرد. نمودارهایی که برای برآورد انرژی برش ساقه ها توسط (Igathinathan and Sokhansanj, 2010) برای ساقه ذرت، (Ince and Ozcan, 2005) برای ساقه آفتابگردان و (Ince and Ozcan, 2005) برای ساقه کنف بدست آمده است نشان دهنده روند تغییرات نسبتا مشابهی است. همه این محققان استدلال کردند که فرایند برش در سه مرحله فشار، فشار- برش و برش نهایی صورت می گیرد که در مرحله فشار تیغه نیروی زیادی برای نفوذ به داخل ساقه صرف می‌کند و سپس با نفوذ و برش نیرو به تدریج کاهش می‌یابد و با اتمام برش نیرو به صفر می‌رسد.




**شکل ۳-۱ نمونه ای از منحنی نیروی برش – جابجایی مربوط به ساقه ذرت علوفه‌ای زاویه تیغه برش**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر زاویه تیغه برش بر نیروی برش در سطح احتمال ۱% معنی‌دار است (جدول ۳-۱). با تغییر زاویه برش از صفر درجه به ۴۰ درجه کاهش قابل ملاحظه‌ای در نیروی برش رخ داد (جدول ۳-۲).

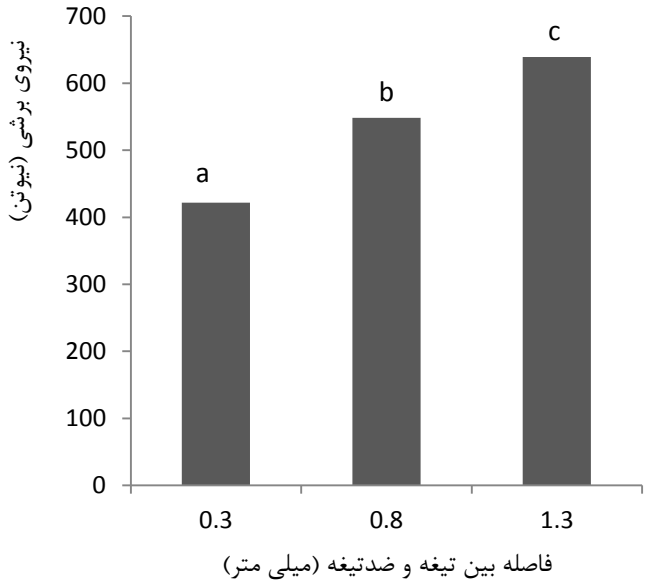
با توجه به شکل۳-۲ نیروی برش ساقه در سطوح مختلف زاویه تیغه برش تفاوت معنی‌داری دارند. بیشترین مقدار نیروی برش در زاویه صفر درجه (عمود برساقه) و کمترین آن در زاویه ۴۰ درجه بدست آمد. چنانچه ساقه نسبت به راستای قائم با زاویه ۴۰ درجه قرار گیرد (شکل ۲-۲ الف) میانگین نیروی برشی آن ۴۸۰ نیوتن بوده که نسبت به زاویه صفر درجه به میزان حدود ۲۰٪ و نسبت به زاویه ۲۰ درجه حدود ۹٪ کمتر می باشد. این امر بدین دلیل است که وقتی تیغه به صورت مستقیم (عمود بر ساقه) به ساقه برخورد می کند در لحظه برخورد سطح بیشتری از لبه با ساقه برخورد کرده و موجب فشرده شدن الیاف بیرونی به داخل شده و سبب می شود که نیروی اولیه زیادی برای قطع این الیاف و نفوذ به داخل ساقه صرف شود. اما با تغییر زاویه تیغه در واقع فرایند برش از یک نقطه آغاز می شود و همانند برش قیچی با ساقه برخورد می کند.




**شکل۳-۲مقایسه میانگین نیروی برشی ساقه در زاویه مختلف تیغه**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر فاصله بین تیغه و ضد تیغه بر نیرو، مقاومت و انرژی برش معنی دار است(جدول ۳-۱). مطابق شکل ۴-۳ نیروی برش ساقه ذرت علوفه‌ای با کمتر شدن فاصله بین تیغه و ضد تیغه کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد. کمترین مقدار نیروی برشی حدود ۴۲۱ نیوتن بود که در فاصله تیغه و ضد تیغه ۰/۳ میلی متر و بیشترین آن ۶۳۹ نیوتن بود که در فاصله تیغه و ضد تیغه ۱/۳ میلیمتر بدست آمد. دلیل افزایش نیروی برش این است که وقتی فاصله بین تیغه و ضد تیغه زیاد باشد، هنگام برخورد تیغه به ساقه، یک گشتاور خمشی نسبتا کم ایجاد شده و موجب می شود که ساقه به جای بریده شدن تمایل به پاره

شدن دارد که در نتیجه لبه تیغه به جای برش و نفوذ تمایل به سر خوردن از روی الیاف را دارد. در حالیکه در فاصله کم تیغه و ضد تیغه دو نیروی برشی متقابل فرایند برشی را همانند لبه قیچی انجام می دهند.




**شکل ٤-٣ مقایسه میانگین انرژی برشی در فاصله بین تیغه و ضدتیغه**

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پارامترهای تیغه از جمله زاویه تیغه برش و فاصله بین تیغه و ضد تیغه بر نیروی برش ساقه ذرت علوفه‌ای تاثیر معنی‌داری دارند. بطور کلی نتایج ذیل بدست آمد:

الف- با تغییر زاویه برش از صفر درجه به ۴۰ درجه، کاهش قابل ملاحظه‌ای در نیروی برش رخ داد. بیشترین مقدار نیروی برش در زاویه صفر درجه (عمود برساقه) و کمترین آن در زاویه ۴۰ درجه بدست آمد.

ب- نیروی برش ساقه ذرت علوفه‌ای با کمتر شدن فاصله بین تیغه و ضد تیغه کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد. کمترین مقدار نیروی برشی حدود ۴۲۱ نیوتن بود که در فاصله تیغه و ضد تیغه ۰/۳ میلی متر و بیشترین آن ۶۳۹ نیوتن بود که در فاصله تیغه و ضد تیغه ۱/۳ میلی‌متر بدست آمد.

## سپاسگزاری

از آقایان سعید خداترس و میلاد تیموری که برای انجام آزمایش‌ها یاری نمودند قدردانی می‌شود.

## منابع

فیشر، اولریچ، جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی، ولی‌نژاد، عبدالله، ترجمه، چاپ دهم، انتشارات طراح، تهران، ۱۳۸۰.

وزارت جهاد کشاورزی، آمارنامه کشاورزی: محصولات زراعی سال زراعی ۹۳- ۱۳۹۲، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ویراسته علی رادمهر، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

طباطبائی کلور، رضا، برقعی، علیمحمد، علیمردانی، رضا، مبلی، حسین، رجبی پور، علی. ۱۳۸۴ ."بررسی عوامل موثر بر نیرو و مقاومت برشی ساقه برنج"، مجله علوم کشاورزی، سال ۱۱، شماره ۲.

مینائی، سعید و جعفری نمین، کاظم. ۱۳۷۵. "اندازه گیری نیروی برش و طراحی سیستم برش ماشین برداشت آتریپلکس" ، اولین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، کرج.

ASAE,2000 *S358.3, Moisture measurement-Forages*, ASAE StANDARS, St Joseph, MI, USA, 2000.

Azadbakht, M; A, Rezaei- Asl; and K. Tamaskani Zahedi.2014. Energy Requirement for Cutting Corn Stalks (Single Cross 704 Var).

Chadtapadhayay, P. K; and K.P, Pandy.1999. Mechanical properties of sorgum stalk in relation to quasi-static deformation, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 73, pp. 199-206.

Chen,Y; J, Luis; and J. Liu.2004. Power requirements of hemp cutting and conditioning. Biosystems Engineering, Vol. 87, No. 4, pp. 417-424.

Eshaghbeigi,A; B. Hoseinzadeh; M. Khazaei; and A. Masoomi. 2009. Bending and shearing properties of alvand variety of wheat stem, World Applied Sciences Journal, Vol. 6, No. 8, pp. 1028-1032.

Halyk, R. M; and L.W. Hulbut.1968. Tensil and shear strength characteristics of alfalfa stems. Transactions of the ASAE, Vol. 11, No. 2, pp. 256-261.

Hoseinzadeh,B; A.Eshaghbeigi; and N.Raghami. 2009. Effects of moisture content, bevel angle and cutting speed on shearing energy of three wheat varieties. World Applied Sciences Journal, Vol. 7, No. 9, pp. 1120-1123.

Ince,A.S; E.G,Ugurluay; andM. T, Ozcan. 2005. Bending and shearing characteristics of sunflower stalk residu, Biosystems Engineering,Vol. 92, No. 2, pp. 175-181.

Igathinathan,C; R.Womac; and S. Sokhansanj.2010. Corn stalk orientation effect on mechanical cutting, Biosystems Engineering, Vol. 107, pp. 97-106,

Lee, S. W; and H.Yan.1984. Threshing and cutting forces for Korean rice, Transactions of the ASAE, Vol. 17, No. 5, pp. 1654-1658.

McRandal, D. M; and B.P. McNulty.1980. Mechanical and physical properties of grasses, Transactions of the ASAE, Vol. 23, No. 4, pp. 816-821,

Majumdar, M; and K.R.Datta.1982. Impact cutting energy of paddy and wheat by a pendulum type dynamic test. Journal of Agricultural Engineering(India). Vol. 19, No. 4, pp. 45-49,

Nazari Galedar,M; and A.S. Jafari.2008. Mohtasebi,S; Tabatabaefar, A; Sharifi,A M; O'Dogherti,J; Rafiee,S and Richard,G. Effects of moisture content and level in the crop on the engineering properties of alfalfa stems. Biosystems Engineering, Vol. 101, No. 2, pp. 199-208.

O'Dogerty, M. J; J.A.Huber; J, Dyson; and C.J,Marshal.1995. study of physical and mechanical properties of wheat straw, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 62, pp. 133-142.

Persson,S.1987. Mechanics of cutting plant material, ASAE Monograph, No. 7, St. Joseph, Michigan.

Summers,M.D; B.M,Jenkins; and M.W,Yore.2002. Cutting properties of rice straw, Paper No. 026154, An ASAE meeting presentation

Sitkei,G.1986. Mechanics of Agricultural Materials, Elsevier Sciences, New York.

Tavakoli,H; Mohtasebi, S.S; Jafari, A. 2009. Effect of Moisture Content and Loading Rate on the Shearing Characteristics of Barley Straw by Internode Position. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal.Manuscript 1176 XI.

Visvanathan, R. V; Srnnnarayan, V and Swaninathan, K. R. 1996. Effects of knife angle and velocity on the energy required to cut cassava tuber, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 64, pp. 99-102.

Womac,A.R; Yu,M; Igathinathane,C; Hayes,P; Narayan,D; Sokhansanj,S and Wright,L. 2005. Shearing characteristics of biomass for maize reduction, ASAE Paper No. 056058, St. Joseph,