



بررسی فرآیند برش گیاهان علوفه ای فیبری

هادی دهقان حصار^{۱*}، داود کلاتری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

ایمیل مکاتبه کننده: hadi_dehghan_hesar@yahoo.com

چکیده

در فرآیند برداشت علوفه فیبری، برش صحیح یک نیاز اساسی است. مطالعه فرآیند خردکردن گیاهان علوفه‌ای برای پیدا کردن بهترین راه حل برای برش در ماشین آلات خردکن علوفه، به منظور کاهش مصرف انرژی در فرآیند برش، که به طور ضمنی به معنای کاهش مصرف سوخت تجهیزات است، باید صورت گیرد. مشخص شده است که سهم انرژی برای رسیدن به یک برش متفاوت در محدوده بزرگ، بسته به عوامل بسیاری است. برای کاهش مصرف انرژی در طی این تغذیه الیافی به حداقل ممکن، باید مکانیزم فرآیند برش، قابلیت اطمینان تجهیزات برداشت آشنایی کامل داشته باشیم. در این مطالعه فرآیند برش علوفه در برش‌های مختلف (برش عمودی، برش طولی، برش مورب، برش متمایل) بررسی شده است. همچنین تحلیل نیرویی فرآیند برش و تنش‌های وارد شده به ساقه بررسی شده است.

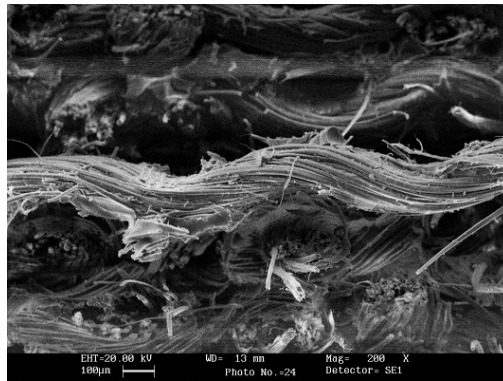
واژه‌های کلیدی: برش، مقاومت، مواد الیافی، انرژی.

مقدمه

علوفه آن دسته از خوراکی‌های مورد استفاده در تغذیه دام است که بیش از ۲۰ درصد فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی داشته باشد. از طرف دیگر وجود حداقل ۱۸ درصد فیبر خام هم می‌تواند نشانگر مناسبی برای علوفه باشد (باجالیه ۲۰۰۴). سلولز، پکتین و پلی‌ساکاریدها نمونه‌هایی از فیبر داخل گیاهان هستند که تأثیرات مفید بر فیزیولوژی دام دارند (جنکینسا ۲۰۰۴). سریواستاوا (۱۹۹۳) سلول‌های فیبری باعث سفتی گیاه می‌شود. این سلول‌ها که با رشته‌های ماریچی مرتب شده‌اند میکرو فیبر نامیده می‌شوند.

در فرآیند کشت علوفه، برداشت از اهمیت زیادی برخوردار است. برداشت علوفه باید در محدوده مطلوب مشخص شده مورد نیاز کشت انجام گیرد، بدون ضرر و زیان کیفی که می‌تواند روی تولیدات دامی تأثیر گذارد.

در شکل ۱ تصویر میکروگراف نمونه ای از شکست سطوح فیبر در معرض تنش های کششی نشان داده شده است (پوزی ۲۰۱۲).



شکل ۱: یک نمونه الیاف تحت کشش

محسنین (۱۹۷۹) و آنوسامی (۲۰۰۰) مطالعاتی در زمینه آناتومی گیاه، فرآیندهای بارگذاری، بهینه سازی برداشت، تغذیه حیوانات، کاربردهای صنعتی انجام داده‌اند.

برای برداشت علوفه در دوره مطلوب چند راه حل وجود دارد:

- وجود تعداد زیادی ماشین آلات کشاورزی برای برداشت علوفه
- افزایش بهره وری برداشت علوفه

به نظر می‌رسد انتخاب راه حل اول با توجه به شرایط مالی به دلیل کوتاه بودن زمان استفاده از دستگاه در طول یک سال سخت باشد، این امر منجر به استهلاک زیاد و طولانی مدت دستگاه می‌شود. راه حل دوم مطلوب تر به نظر می‌رسد، البته افزایش ظرفیت کار، توسط عوامل خاصی محدود شده است.

مواد و روش‌ها

برای ظرفیت کار نظری دستگاه برداشت علوفه از فرمول (۱) استفاده می‌کنیم (منصوری راد):

$$(1) \quad W_t = 0.1 B V_e T \text{ (ha/working shift)}$$

به طوریکه W_t ظرفیت کار نظری دستگاه در هکتار در هر شیفت کاری، B عرض کار دستگاه (متر)، V_e سرعت کار نظری (کیلومتر در ساعت)، T زمان نظری کار در یک شیفت (ساعت).

باتوجه به رابطه (۱)، مشاهده می‌شود که بهره وری نظری کار در مورد برداشت علوفه به سه پارامتر بستگی دارد. اگر بخواهیم یک تلفیق کامل بهره‌وری کار همراه نیروی کار انسانی برای تحقق بخشیدن به بهره‌وری ۱۰۰٪ داشته باشیم، با فرض حداکثر استفاده از زمان در شیفت کاری متوجه شویم که عوامل دیگر نمی‌تواند دخالت داشته باشند.

با توجه به عرض کار، متوجه می‌شویم ادوات برداشت بدون محدودیت‌های بزرگ عرض‌های متفاوتی دارند که حتی تا ۶ متر هم می‌رسد. مشاهده شده است که این پارامتر افزایش ظرفیت کار ماشین برداشت علوفه به ملاحظات ساختاری محدود است، با آگاهی از اینکه به دلیل بی‌نظمی زمین ممکن است تغذیه دستگاه برداشت با خاک مخلوط



شود که روند برداشت را به خطر می‌اندازد. یکی دیگر از محدودیت‌ها، محدودیت راه در جاده‌های عمومی برای تجهیزات با اندازه بزرگتر از حد مجاز است، که منجر به مانع، تاخیر و یا حتی مسدود کردن ترافیک در آن بخش، یا منجر به تصادفات بزرگ با خسارت قابل توجهی و یا در برخی موارد شدید، ضرر و زیان جانی می‌شود. آخرین پارامتر فرمول ظرفیت کار سرعت ماشین برداشت علوفه است. این عامل اصلی در عمل ممکن است باعث افزایش ظرفیت شود. اما افزایش سرعت حرکت باید طبق معیارهای خاصی باشد مانند:

- ارتباط ظرفیت کاری دستگاه با تکنولوژی جریان مواد (بلند کردن و خرد علوفه)
- توان در دسترس برای اطمینان از پیشروی دستگاه برداشت علوفه
- حصول اطمینان از روند کار طبیعی مکانیزم در انطباق با الزامات کیفیت کشت و کاهش اتلاف مواد غذایی و مصرف انرژی

از تحلیل‌هایی که در بالا نشان داده شده است، واضح است که مطالعه عملکرد دستگاه‌های برداشت و خرد کننده علوفه برای پیدا کردن بهترین راه حل‌های فنی برای کاهش از دست دادن مواد غذایی و مصرف انرژی ضروری است. خرد کردن یا به عبارت دیگر بریدن مواد علوفه‌ای یک فرآیند با فن آوری پیچیده است، که متفاوت با روند برش فلزات است، برش الیاف با تنش‌های متعدد برای فشرده سازی، خرد کردن، خم شدن، کشش و غیره همراه است.

بر اساس حرکت لبه تیغه نسبت به جهت الیاف دو دسته برش وجود دارد:

- برش عرضی (عمود بر الیاف)
 - برش طولی در جهت الیاف
- پس با توجه جهت حرکت تیغه نسبت به خط لبه برش، دو نوع برش انجام می‌شود:
- برش عادی، زمانی که بردار سرعت برش عمود بر لبه است
 - برش کشویی، زمانی که بردار سرعت نسبت به لبه زاویه دار است
- چهار نوع برش در شکل ۲ (الف و ب) نشان داده شده که عبارت است از:

۱. برش عمودی (مستقیم) $\delta = 0^\circ$ و $\theta = 0^\circ$
۲. برش اریب $\delta > 0^\circ$ و $\theta = 0^\circ$
۳. برش متمایل $\delta = 0^\circ$ و $90^\circ > \theta > 0^\circ$
۴. برش متمایل-اریب $\delta > 0^\circ$ و $90^\circ > \theta > 0^\circ$

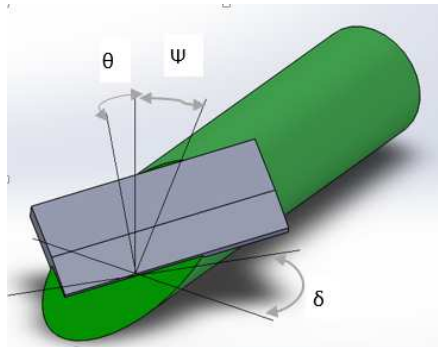
برش‌های طولی سه نوع هستند:

۵. برش کشویی طولی (در طول ساقه) $\delta = 0^\circ$ و $\theta = 90^\circ$

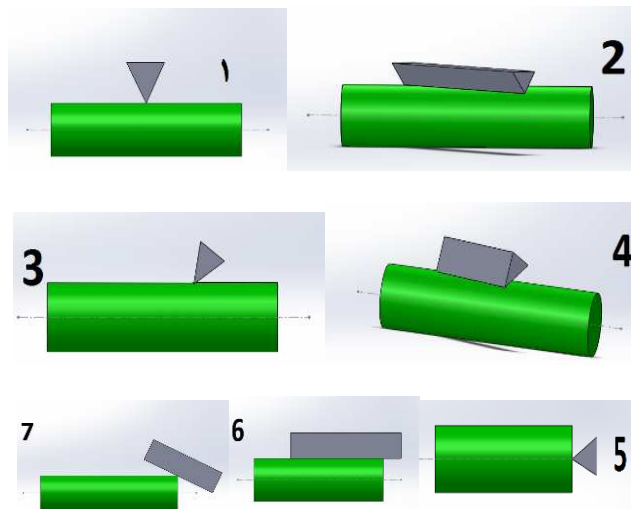


۶. برش عرضی (لبه برش در راستای طول ساقه) $\delta = 90^\circ$ و δ به θ بستگی ندارد

۷. برش عرضی-طولی $0^\circ < \delta < 90^\circ$ و $\theta = 90^\circ$



الف: شماتیکی از زوایای مختلف برش



(ب): انواع مختلف برش

شکل ۲: شماتیکی از انواع مختلف برش

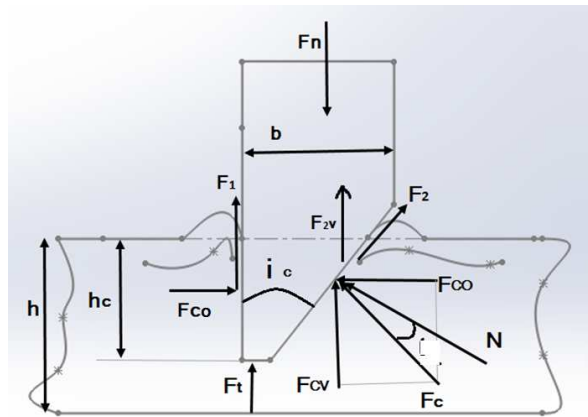
تحقیقات روی ایجاد معادلات مختلف مصرف انرژی که به زاویه δ و θ بستگی دارد، با توجه به اندازه اولیه انرژی لازم برای برش، طولی و عرضی متمرکز شده است. هال و همکاران با مطالعه خواص ویسکو الاستیک از ساقه یونجه مورد نشان دادند که ساقه یونجه رفتار مواد ویسکو الاستیک، به جای مواد ویسکوپلاستیک دارد (هال و همکاران ۱۹۶۷). پراساد و گوپتا (۱۹۷۵). نشان دادند که مساحت ناحیه برش و رطوبت محصول اثر قابل توجهی در انرژی برش و حداکثر نیروی برش داشت. نتایج مشابهی نیز توسط چوی و ارباک (۱۹۸۶) گزارش شده است.

کار مکانیکی ویژه برای برش های مستقیم و عرضی به صورت تجربی تعیین می‌شود، و کار مکانیکی لازم برای برش طولی توسط تعمیم مقادیر به دست آمده در برش مورب محاسبه می‌شود. بنابراین روابط برای تعیین مصرف انرژی در هنگام برش مورب، متمایل، مورب-متمایل، طولی و عرضی ایجاد شده است. شینرست و همکاران (۱۹۸۷) دریافتند که انرژی مورد نیاز برش طولی ساقه کمتر از ۱٫۱ برش عرضی است.

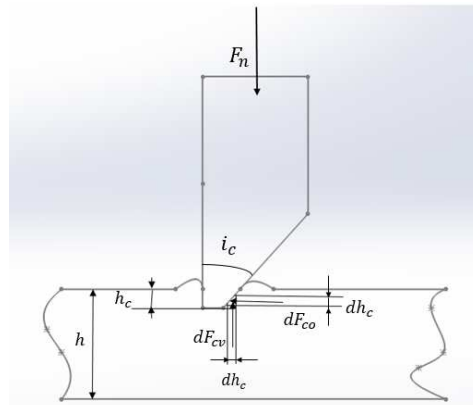


راه دیگر برای تشریح برش، متوسط تغییر مکان با توجه به مصرف انرژی است. در فرآیند برش دو فاز وجود دارد: فشرده سازی مواد به وسیله تیغه و برش خالص. در برش مستقیم (عمودی) با حرکت طبیعی تیغه روند برش با پرس و خرد کردن و ایجاد کرنش عمود بر الیاف شروع می‌شود، و با سخت شدن مواد در ناحیه تماس با لبه برش، سپس با خم شدن الیاف‌های اطراف، و کشش الیاف‌های خم شده و در نهایت شکستن ادامه می‌یابد. در برش مورب تغییر شکل دیگری اضافه می‌شود، شکاف عرضی الیاف و تخریب به تدریج با جداسازی عناصر فیبر ضعیف تر ایجاد می‌شود. نیروی برش در این مورد کمتر از حرکت عمودی است. در حین عبور تیغه از لایه‌های مواد به نظر می‌رسد مقاومت در برابر برش به دلیل نفوذ تیغه به مواد صورت می‌گیرد.

نیروهای مربوط به این مقاومت‌ها در شکل ۳ (الف و ب) ارائه شده است :



الف: شماتیکی از مرحله فشرده‌گی ساقه



ب: شماتیکی از مقاومت اولیه ساقه

شکل ۳: شماتیکی از مقاومت به برش



که در آن F_t نیروی برش، N نیروی عمود به لبه تیغه برش (نیروی عمود بر تکیه گاه)، F_2 نیروی اصطکاکی دیواره لبه تیغه با مواد، F_1 نیروی جانبی اصطکاکی، F_n نیروی وارد بر تیغه برای بریدن مواد، t ضخامت لبه برش، h ضخامت لایه مواد، h_c پیش فشرده سازی مواد قبل از آغاز برش، i_c زاویه تیزی تیغه، b ضخامت تیغه است.

نیروی که به تیغه برای بریدن مواد اعمال می‌شود طبق شکل ۳ را می‌توان به صورت رابطه ۲ نوشت:

$$F_n = F_t + F_{2v} + F_1 + F_{2v} \quad (2)$$

نیروی برش را می‌توان به صورت رابطه ۳ نوشت:

$$F_t = tL \sigma_r \quad (3)$$

به طوری که σ_r تنش شکست و L طول تیغه است. مقدار تحلیلی تنش شکست را می‌توان به صورت رابطه ۴ نوشت:

$$\sigma_r^2 = \sigma_1^2 \cos^2 \delta + \sigma_2^2 \sin^2 \delta \quad (4)$$

که در آن σ_1 تنش شکست در برش مستقیم (شکل ۲ب، برش ۱)، σ_2 تنش شکست در برش عرضی (شکل ۲ب، برش ۲)، δ زاویه صفحه برش است.

تفاوت بین مقادیر کار مکانیکی ویژه توسط این واقعیت که در برش کشویی شکستگی الیاف با جدا کردن و در برش بدون معمولی با تغییر شکل انجام می‌شود، توضیح داده شده است.

طبق قانون هوک برای برخی مواد رابطه تناسب ۵ برقرار است:

$$\sigma_r = \varepsilon E \quad (5)$$

که در آن E مدول الاستیسیته، ε تغییر شکل نسبی (کرنش) در محدوده برش است که از رابطه ۶ به دست می‌آید:

$$\varepsilon = h_c / h \quad (6)$$

فشرده شدن تا شروع برش با افزایش سرعت برش کاهش پیدا می‌کند.

مقدار σ_r برای یونجه ۲۸/۱۶ تا ۱۵/۱۲ مگاپاسکال در رطوبت ۸۰٪ است (نظری گله دار و همکاران ۲۰۰۸).

با توجه به شکل ۲، نتیجه می‌گیریم:

$$N = F_{2v} \sin i_c + F_{2o} \cos i_c \quad (7)$$

نیروی اصطکاک جانبی F_1 برابر است با:

$$F_1 = f F_{2o} \quad (8)$$

که در آن f ضریب اصطکاک بین تیغه و ساقه است.

مولفه قائم F_{2v} نیروی اصطکاک $F_2 = fN$ است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F_{2v} = f N \cos i_c$$



$$F_{2v} = f \left(F_{cv} \frac{\sin 2i_c}{2} + F_{co} \cos^2 i_c \right) \quad (9)$$

نیروی اولیه که موجب پیش فشردگی مواد در جهت عرضی می‌شود (شکل b.۲)، در واحد طول تیغه برابر است با:

$$dF_{cv} = \varepsilon E dx = \varepsilon E dh_c \operatorname{tg} i_c = E \frac{h_c}{h} dh_c \operatorname{tg} i_c \quad (10)$$

مولفه قائم برابر است با:

$$F_{cv} = \frac{E}{h} \operatorname{tg} i_c \int_0^{h_c} h_c dh_c = \frac{E}{2h} h_c^2 \operatorname{tg} i_c \quad (11)$$

بخش افقی FCO موجب تغییر شکل مواد در جهت طولی می‌شود.

کرنش طولی نسبی به صورت $\varepsilon_1 = \varepsilon \mu$ در نظر گرفته شده است که ν ضریب پواسون که برای لایه‌های فیبری مختلف ۰/۰۷۹۸ تا ۰/۳۲۸۴ است (چاند و فهیم ۲۰۰۸).

برخی خواص فیبرهای طبیعی در جدول نشان داده شده‌اند (چاند و فهیم ۲۰۰۸).

جدول ۱: خواص فیبرهای طبیعی

مدول یانگ (GPa)	تنش کششی (MPa)	چگالی (gr/cm ³)	کرنش %	فیبر (الیاف)
۱۲/۶-۵/۵	۵۹۷-۲۸۷	۱/۶-۱/۵	۸-۷	پنبه
۲۶/۵	۷۷۳-۳۹۳	۱/۳	۱/۸-۱/۵	هندی
۲۷/۶	۱۱۰۰-۳۴۵	۱/۵	۳/۳-۲/۷	کتان
-	۶۹۰	۱/۴۸	۱/۶	شاهدانه
۶-۴	۱۹۱	۱/۲	۳۰	نارگیل

نیروی افقی اولیه برابر است با:

$$dF_{co} = \varepsilon_1 E dh_c = \nu \frac{h_c}{h} E dh_c \quad (12)$$

که:

$$F_{co} = \nu \frac{E}{h} \operatorname{tg} i_c \int_0^{h_c} h_c dh_c = \nu \frac{h_c^2 E}{2h} \quad (13)$$

با دانستن همه این‌ها، می‌توان نیروی کل در واحد طول تیغه را به صورت رابطه ۱۴ تعیین کرد:

$$F_n = \tau_r + \frac{h_c^2 E}{2h} \left[\operatorname{tg} i_c + f \sin^2 i_c + \nu (f + \cos^2 i_c) \right] \quad (14)$$

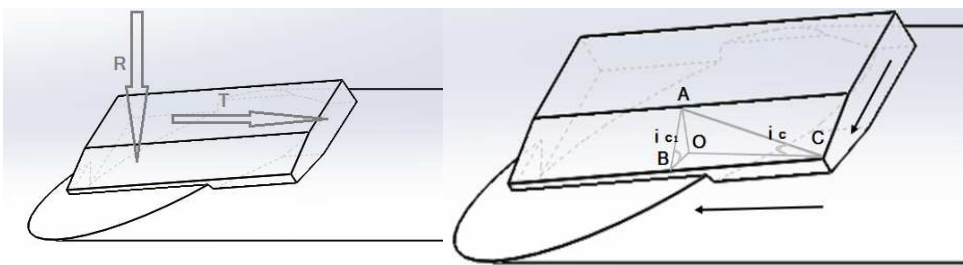


در رابطه (۱۳) قسمت اول نشان دهنده مقاومت در برابر برش، و قسمت دوم نشان دهنده مقاومت ناشی از نفوذ تیغه در مواد است. تیغه های دنداندار نیروی برش بیشتر و همچنین مصرف انرژی بیشتری نسبت به لبه صاف نیاز دارد (پرسون، ۱۹۸۷).

بخش بزرگی از فرآیند برش، ۵۰-۷۰٪ از کل انرژی برش به علت مقاومت است، و به طور قابل توجهی تحت تاثیر زاویه I_c است. چاتوپادیای و پاندی با استفاده از دستگاه تست یونیورسال با بررسی نمونه‌های ساقه در فرآیند شبه‌استاتیکی و استفاده از تیغه تخت با زاویه تمایل ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰ و سرعت بارگذاری ۱۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه نشان دادند که ماکزیمم تنش برشی با روند افزایشی زاویه تمایل افزایش و با افزایش سرعت بارگذاری تیغه کاهش یافت (پاندی ۱۹۹۹).

کاهش زاویه تیزی منجر به نفوذ راحت تر تیغه در لایه گیاهان، کاهش اصطکاک با مواد و کاهش مصرف انرژی می‌شود. اشکال این حالت، کاهش مقدار زاویه تیزی I_c این است که کاهش مقاومت تیغه در برابر تنش‌های مکانیکی کاهش و سایش لبه تیغه افزایش می‌یابد. مقادیر رایج زاویه تیزی I_c بین ۲۰ تا ۲۴ درجه است.

در مورد برش کشویی شکل ۴ (الف و ب)، تیغه در هر دو جهت عمود بر الیاف وهم در جهت طولی حرکت می‌کند.



ب: نمایش زوایا برش کشویی

الف: نمایش جهت نیروها

شکل ۵: شماتیکی از برش کشویی

از OAB و OAC مثلث، رابطه ۱۵ نتیجه می‌شود:

$$tgi_c = \frac{OA}{OB} \text{ و } tgi_{c1} = \frac{OA}{OC} \quad (15)$$

با تقسیم روابط بر هم طبق رابطه ۱۶ داریم:

$$\frac{tgi_{c1}}{tgi_c} = \frac{OB}{OC} = \cos\gamma \quad (16)$$

از رابطه ۱۶ رابطه ۱۷ نتیجه می‌شود:

$$tgi_{c1} = tgi_c \cos\gamma \quad (17)$$

نتیجه گیری



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

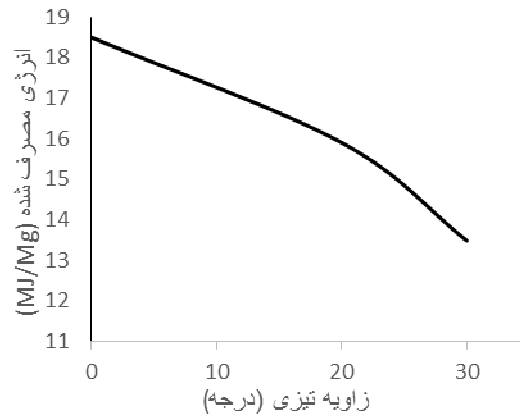
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



از روابط ۱۵ تا ۱۷ نتیجه می‌گیریم که iC_1 کوچکتر iC است، و در نتیجه زاویه برش موثر کوچکتر از زاویه تیزی تیغه است. کاهش زاویه برش موثر در نتیجه کاهش مقاومت در برابر برش مواد است.

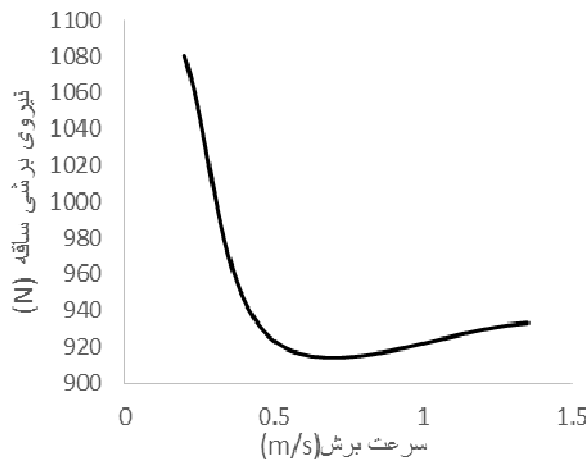


نمودار ۱: میران انرژی مصرف شده برای علوفه با توجه به زاویه تیغه نشان داده شده است (مابوگان ۲۰۱۴).



نمودار ۱: رابطه زاویه تیزی و مصرف انرژی

با تجزیه و تحلیل رابطه (۱۳)، متوجه می‌شویم که قسمت اول، در مورد مقاومت در برابر برش است که بستگی به ضخامت لبه برش دارد. همزمان با افزایش ضخامت لبه برش مصرف انرژی افزایش می‌یابد. کاهش مصرف انرژی با افزایش سرعت برش توسط این واقعیت که تنش در محل تماس بین تیغه و کرنش ساقه با سرعت خاصی در طول ساقه منتقل می‌شود، تغییر شکل الیاف نه تنها در زیر تیغه بلکه در اطراف شکاف نیز اتفاق می‌افتد. اگر سرعت برش افزایش یابد، تنها بخش کوچکی از تنش در طول ساقه انتشار پیدا می‌کند، و عمدتاً در اطراف لبه برش برای ایجاد پارگی الیاف متمرکز می‌شود. تخمین زده می‌شود که بهینه سرعت برش از $32 - 35 \text{ m/s}$ است. نمودار ۲: مقدار نیروی برش ساقه و مقاومت برشی برای ساقه نیشکر را نشان می‌دهد (جعفری و همکاران ۱۳۸۹).



نمودار ۲: رابطه بین نیرو و مقاومت برشی با سرعت تیغه

علم مقاومت در برابر برش و خرد کردن ساقه گیاهان علوفه برای انجام محاسبات و طراحی ماشین آلات جدید کشاورزی و شناخت عملکرد صحیح آن ضروری است. مقاومت در برابر برش ساقه علوفه بسته به نوع کشت گیاه، مراحل رشد آن، شرایط آب و هوایی و خاک، آثار فنی کاربردی کشاورزی، رطوبت محیط، و غیره بسیار متغیر است.



ساقه گیاهان علوفه‌ای یک ظرفیت بالا تغییر شکل ناهمگنی و ناهمسانگردی توصیف می‌شود و در نتیجه اعمال برش با سرعت به اندازه کافی بالا ضروری است.

تا کنون تنها بخشی از مطالعات انجام شده موفق به تجزیه و تحلیل فرآیند برش ساقه گیاهان علوفه‌ای مرتبط با همه عوامل که در این پدیده پیچیده دخالت دارد، به دلیل کثرت آنها مانند: هندسه تیغه، سرعت برش، نیروهای اصطکاک، مسیر تیغه، آرایش تیغه به ضد تیغه، و غیره شده‌اند.

مصرف انرژی مورد نیاز برای برش تا حد زیادی توسط پارامترهای حرکتی و ساختاری برش‌های دارای ضد تیغه را تحت تاثیر قرار دارد. چاتوپادیای و پاندی با مطالعه خواص مکانیکی ساقه سورگم در تغییر شکل‌های شبه استاتیکی، گزارش دادند که با افزایش سرعت بارگذاری (برش) در زاویه ثابت لبه تیغه، مقاومت برشی کاهش می‌یابد (پرسون ۱۹۸۷).

همانطور که نشان داده شده است مشهود است چرا مطالعه فرآیند خرد کردن گیاهان علوفه‌ای، در جهت پیدا کردن بهترین راه حل برای برش در ماشین آلات خرد کن یونجه، به منظور کاهش مصرف انرژی در فرآیند برش، که به طور ضمنی به معنای کاهش مصرف سوخت تجهیزات است، باید صورت گیرد.

منابع و مآخذ

۱. منصوری راد، د. تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی. جلد اول. چاپ پانزدهم. صفحه ۵۰۵.
۲. جعفری، م. رجبی پور، ع. مبلی، ح. بررسی تاثیر سرعت و نوع تیغه بر نیروی مورد نیاز برش ساقه دو رقم نیشکر جنوب خوزستان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۱۱. شماره ۳. سال ۱۳۸۹. صفحه ۱۵-۲۶.
3. Annoussamy, M. Richard, G. Recous, S. Guerif. J. 2000. Change in mechanical properties of wheat straw due to decomposition and moisture. Applied Engineering in Agriculture. Vol 16(6), 657-664.
4. Bajjalieh, N. 2004. Proteins for Oilseeds, FAO animal Production and Health, Protein Sources for the animal feed industry. Italy. Rome. ISBN: 92-5-105012-0.
5. Chand N. and Fahim, M. 2008. Tribology of natural fiber polymer composites. Woodhead publications in materials. Cambridge. England.
6. Chattapadhyay P. K. and Pandey, K. P. 1999. Mechanical properties of sorghum stalk in relation to quasi-static deformation. J. Agric. Eng. Res. Vol 73, 199-206.
7. Choi, C. H. Erbach, D. C. 1986. Corn stalk residue shearing by rolling coulters. Transactions of the ASAE. Vol 29(6), 1530-1535.
8. Hall, G. E. Brazee, R. D. Hall, C. W. 1967. Relaxation Characteristics of Alfalfa Stem Sections. ASAE Paper No. 670-671. ASAE. St. Joseph. Michigan.
9. Jenkinsa, J. A. Marchiea, A. Augustina, S.A. Ros, E. Kendalla, W.C. 2004. Viscous Dietary fibre and Metabolic Effects”, Clinical Nutrition Supplements. Vol 1, 39-49.
10. Maughan, J. D. Mathanker, S. K. Grift, T. E. Hansen, A. C. Ting, K. C. 2014. Impact of blade angle on miscanthus harvesting energy requirement. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2014. Vol. 57(4), 999-1006. ISSN 2151-0032.
11. McNulty, P. B. Moshenin N. N. 1979. Compaction of bulk corn carnal to failure. Transaction of the ASAE. 22(2). 264-269.



12. Nazari Galedar, M. Jafari, A. Mohtasebi, S.S. Tabatabaeefar, A. Sharifi, A. O'Dogherty, M.J. Rafiee, S. Richard, G. 2008. Effects of moisture content and level in the crop on the engineering properties of alfalfa stems. Journal of biosystems engineering. 199–208.
13. Persson S, 1987. Mechanics of Cutting Plant Material. ASAE. St Joseph. MI. USA.
14. Pozzi, A. Sepe, R. 2012. Mechanical Propertice of Woven Natural Fibr Reinforced Composit. 15TH EUROPEAN CONFERENCE ON COMPOSITE MATERIALS. Venice. Italy. 24-28 June.
15. Prasad, J. Gupta, C. B. 1975. Mechanical properties of maize stalks as related to harvesting. Journal of Agricultural Engineering Research. 20(1), 79–87.
16. Srivastava, A. K. . Goering, C. E and Rohrbach, R.P. 1993. Engineering Principles of agricultural Machines. ASAE. St. Joseph. Michigan. U.S.A.
17. Shinnors. 1987. Evaluating longitudinal shear as a forage maceration technique. Transactions of the ASAE. 30(1), 18–22.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Investigation the cutting process fibrous forage plants

Abstract

In the process of cutting a fiber, a basic requirement is accurate cutting. This process of crushing the forage plants to find the best solution for cutting fodder crushing machines, in order to reduce energy consumption in the cutting process, which implicitly means lower fuel consumption and equipment, it must be done. It has been found that the proportion of energy to a large range of different sections, depending on many factors. To reduce energy consumption during the fiber feed to a minimum, should mechanism cutting process, be familiar harvesting equipment reliability. The process of cutting at cutting (frontal cut, oblique cut, transversely - longitudinal cut, inclined cut) has been investigated. The force of the cutting process and the stresses exerted on the stem was examined.

Keywords: cutting, resistance, fibrous materials, energy.