



شبیه سازی و تحلیل مکانیکی تیغه برشی چابر (خردکن) علوفه ای به روش المان محدود (FEM) جواد سلیمان زاده، کبری حیدریگی^۱

^۱ دانشجوی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام؛ Javadsolimani0098@gmail.com

^۲ استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام؛ k.heidarbeigi@ilam.ac.ir

چکیده

اساس کار یک چابر بر مبنای برش استوار است. ادوات مورد استفاده برای برش، خرد کردن و ریز ریز کردن مانند چاپر ها، از یک طرف بیشترین مصرف انرژی را در بین ادوات کشاورزی به خود اختصاص می دهند و از طرف دیگر، فرآیند ساخت و آزمایش این ادوات هزینه بر می باشد. بنابراین بهینه سازی طراحی آن ها یکی از عوامل مهم در زمینه کاهش هزینه های مربوط به ساخت، آزمایش و استفاده از آن ها در بخش کشاورزی است. در این پژوهش به تحلیل تنش های وارد بر تیغه برشی چابر علوفه ای به روش اجزاء محدود پرداخته شده است. پس از شبیه سازی مدل سه بعدی قطعه در نرم افزار سالیدورکس، قیود و شرایط مرزی اعمال و قطعه تحت بارگذاری قرار گرفت. سپس تحلیل استاتیکی روی مدل انجام گرفت. نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی نشان داد که بیشترین تنش ایستایی بر اساس معیار وان-میسز در محل نصب تیغه در نزدیکی محل تکیه گاه های R_2 ، R_3 و R_4 که برابر با ۱۶۸ مگا پاسکال بدست آمد. مقدار ضریب اطمینان در نزدیکی تکیه گاه های R_1 ، R_2 ، R_3 و R_4 بدست آمد که برای R_1 برابر با ۱/۳۷ و برای R_2 ، R_3 و R_4 برابر با ۱/۱۷ بود. این نتیجه نشان می دهد که به ترتیب R_3 ، R_2 ، R_4 ، R_1 ابتدا در معرض شکست می باشند. لذا پیشنهاد می شود برای جلوگیری از شکست تیغه در محل مورد نظر استحکام این نواحی را افزایش داده و یا با افزایش سطح مقطع در این ناحیه ها ضریب اطمینان را افزایش داد.

واژه های کلیدی: چابر، اجزاء محدود، تیغه برشی، تحلیل استاتیکی

Simulation and Mechanical Analysis of shredder Blade Chopper by finite element method (FEM)

Abstract

The basis of the work is a cut-based chopper. The instruments used for cutting, crushing and shredding, such as choppers, on the one hand, account for the highest energy consumption among agricultural implements, and on the other hand, the process of fabricating and testing these devices is costly. Be Therefore, optimizing their design is one of the important factors in reducing the costs of building, testing and using them in the agricultural sector. In this research, the stresses on the shear blade of forage chopper by finite element method have been analyzed. After simulating the three-dimensional model in the Solid works software, the constraints and boundary conditions were applied and the piece was loaded. Then a static analysis was performed on the model. The results of static analysis showed that the highest static stress was obtained based on the Van-Mises criterion in the middle of the blade near the location of the R_2 ، R_3 and R_4 supports equal to 168 MPa. The value of the confidence coefficient was obtained near the supports R_1 ، R_2 ، R_3 and R_4 ، which was equal to 1.37 for R_1 and for R_2 ، R_3 and R_4 was equal to 1.17. This result shows that R_3 ، R_2 ، R_4 ، R_1 are initially at risk for failure. Therefore, it is recommended to increase the strength of these areas in order to prevent blade failure in the desired location, or increase the cross-sectional area by increasing the confidence coefficient.

Keywords: Chopper, FEM, shredder Blade, Fatigue analysis

مقدمه

اساس کار یک چابر بر مبنای برش استوار است. تعریف برش از نظر علمی عبارت است از فرآیند تقسیم مکانیکی یک جسم جامد در طول یک مسیر از پیش تعیین شده با استفاده از یک ابزار برش که ویژگی های لبه برنده ابزار کاملاً تعریف شده باشد (Koniger, 1953). اگر چه برش در موارد خاص اسامی متفاوتی دارد که به نوع وسیله برش یا روش برش و چگونگی انجام عملیات برش بستگی دارد مانند: Sawing, Splitting, Mowing, Slicing, Dicing, Chipping, hopping, Chopping (Persson, 1987). تلاش پیوسته مهندسان در جهت بهینه سازی ماشین ها و ادوات کشاورزی از جمله چاپر ها و نیز تولید فرآورده های دامی با کیفیت منجر به انجام پژوهش ها و مطالعات زیادی شده است. در این خصوص، از جمله می توان به رفتار مکانیکی و دقت در طراحی ابزار اشاره کرد که توجه در این امر نه تنها باعث دوام و بهبود کیفیت ابزار می شود، بلکه باعث تغییرات بسیاری از عوامل درگیر با کشاورزی در جهت

^۱ Javad soleimanzadeh, Ilam University, E-mail: Javadsolimani0098@gmail.com, Phone: +989180588201



بهبود عملکرد نیز خواهد شد (رفیعی، ۱۳۸۳). ادوات مورد استفاده برای برش، خرد کردن و ریز ریز کردن مانند چارپرا، از یک طرف بیشترین مصرف انرژی را در بین ادوات کشاورزی به خود اختصاص می‌دهند و از طرف دیگر، فرآیند ساخت و آزمایش این ادوات هزینه‌بر می‌باشد. بنابراین بهینه‌سازی طراحی آن‌ها یکی از عوامل مهم در زمینه کاهش هزینه‌های مربوط به ساخت، آزمایش و استفاده از آن‌ها در بخش کشاورزی است (ژی‌جون و همکاران، ۲۰۰۹). برای تولید فرآورده‌های دامی با کیفیت و کمیت بالا، باید خوراک دام با کیفیت مناسب و به اندازه کافی در اختیار دام قرار گیرد. علوفه نام گیاهی است که برای تغذیه و چرای حیوانات استفاده می‌شود. مصرف علوفه به دلیل حجیم بودن می‌تواند تغذیه دام را محدود سازد. اندازه ذرت علوفه، به عنوان یک خصوصیت فیزیکی از اهمیت به سزایی در دام‌های دارای شکمبه پویا برخوردار است چرا که اندازه مناسب ذرات علوفه سبب تحریک نشخوار، افزایش ترشح بزاق، خنثی سازی اسیدهای چرب فرار موجود در شکمبه، بهبود چربی شیر و جلوگیری از ناراحتی‌های گوارشی از جمله اسیدوز می‌شود (Teimouri, 2004). یکی از راه‌های کاهش حجم خوراک، کاهش اندازه ذرات منابع حجیم خوراک، به ویژه منابع علوفه ای است (Allen, 1996). نتایج بدست آمده از آزمایش‌ها نشان می‌دهد که کاهش اندازه ذرات جیره، سبب بهبود تولید و کیفیت شیر گاو هلشتاین در اواسط دوره شیر دهی می‌شود (خرمدل و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین خرد کردن علوفه قبل از به مصرف رسیدن توسط دام از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در مزارع وسیع برای تناژهای بالا، علوفه معمولاً با استفاده از چارپرا برداشت و خرد می‌شود و علوفه خرد شده مستقیماً برای تغذیه دام و یا برای ذخیره به سیلوها انتقال داده می‌شود. یکی از قسمت‌های مهم و حساس چارپرا تیغه آن است که در طراحی‌ها معمولاً کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد این تیغه‌ها در واقع صفحات فولادی هستند که از یک طرف تیز شده و با مقطع مستطیلی شکل می‌باشند که در اثر چرخشی که حول محور مرکزی خود دارند و برخوردی که بین لبه تیز آن‌ها و مواد محصول مورد نظر ایجاد می‌گردد سبب برش، و خرد شدن و تکه تکه شدن محصول می‌گردد. امروزه با بکارگیری فنون طراحی به کمک رایانه می‌توان به مطالعه عواملی از قبیل نیروها، تنش‌ها تغییر شکل و بهینه‌سازی شکل قطعات پرداخت و عملکرد سازه تحت بارهای ایستایی را بسیار کارآمدتر و سریع‌تر از گذشته شبیه‌سازی و تحلیل نمود (بشارتی گیوی، ۱۳۸۵). نرم افزار Ansys یکی از روشهایی است که برای ارزیابی یک ساختار زیر بارهای استاتیکی پیش از درست کردن مدل اصلی به کار رفته است. این توانایی طراحان را به سوی بهبودی هدایت می‌کند. انسیس یک بسته نرم‌افزار همه منظوره مبنی بر تحلیل اجزا محدود است. که اجازه ی شبیه سازی سه بعدی را بدون پرداختن به جزئیات کامل را فراهم می‌کند. روش اجزاء محدود (FEM) یک روش عددی است که می‌تواند بسیاری از مسائل مهندسی را پاسخ دهد. مسائل پایدار، گذرا، خطی و غیر خطی زیادی در تحلیل تنش‌ها، انتقال حرارت، جریان سیال و الکترومغناطیس می‌توانند با استفاده از روش اجزاء محدود بررسی شوند (مجدوبی و فرزاد، ۱۳۷۶).

موذن و نمینی (۱۹۹۹) یک تیغه زیرشکن را در خاک سنی - لومی غیر همگن با استفاده از روش اجزاء محدود مورد تحلیل قرار دادند و نتایج این روش را با نتایج آزمایش‌های میدانی زیرشکن در خاک مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که روش اجزاء محدود روش مناسبی برای مدل کردن و تحلیل ابزار در خاک می‌باشد. رفیعی (۱۳۸۳) به کمک روش اجزاء محدود هرس رفت و برگشتی را تحلیل نموده و مقادیر ضرایب اطمینان را برای دندان در حالت‌های تحلیل خطی و غیر خطی و نیز تحلیل خستگی محاسبه کرد. در تحقیق ایشان مشخص گردید که احتمال شکست دندان در خاک در اثر بارهای ضربه‌ای به علت پایین بودن مقدار ضرایب اطمینان بالا می‌باشد. تحلیل ارتعاش بر روی پولی ماشین خردکن علوفه در سه حالت آزاد، اعمال نیروی گریز از مرکز و اعمال گشتاور نشان داد که بسامدهای طبیعی پولی مستقل از مقدار نیرو یا گشتاور بوده و فقط وابسته به خواص جسم مثل سختی و جرم جسم می‌باشد (چلیک و همکاران، ۲۰۱۰). بایراکیکن (۲۰۰۵) تحقیقاتی بر روی محور پینیون مخروطی شکسته شده اتوبوس انجام داد. در این بررسی مشخص گردید که شکستگی محور ابتدا به صورت ترک در یک نقطه شروع شده و به طرف مقابل گسترش یافته است. نتایج این تحقیق، بالا بودن ضریب تمرکز تنش در برخی از نقاط محور را دلیل اصلی ترک خوردگی آن بیان نمود. این نقاط تحت تاثیر گشتاور خمشی و پیچشی و نیروهای محوری قرار داشتند. پاستا و ماریوتی (۲۰۰۷) به منظور تحلیل استحکام چرخ‌دنده‌های اصلاح شده از روش‌های عددی استفاده نمودند. کرمی و همکاران (۱۳۸۷) استحکام مکانیکی ساقه و شاسی گاوآهن برگردان‌دار دوطرفه مستطیلی را به روش اجزاء محدود مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که بیشترین تنش‌ها به محل نصب ساقه‌ها وارد می‌شود. خلیوند و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی رفتار ساقه چیزل هنگام کار در عمق زیاد در نرم‌افزار انسیس پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که ساقه فنری با توجه به توانایی تحمل جابجایی و تنش زیاد بهترین نوع ساقه برای کار کردن در عمق زیاد می‌باشد. تحلیل تنش و جابجایی خاک توسط تیغه سیکلوتیلر در پنج نوع خاک (سنی، لوم سنی، لوم، رسی لوم و رسی سنگین) نشان داد که بیشترین تنش و جابجایی در تمامی خاک‌ها در لبه تیغه اتفاق می‌افتد (وان و همکاران، ۲۰۱۲). تحلیل عددی و تجربی شکست بوم در یک نوع لودر مورد استفاده در معادن زیرزمینی با استفاده از روش اجزاء محدود انجام شده است. محققین برای ارزیابی جنس ماده مورد استفاده در بوم لودر از روش فراکتوگرافیک و میکروسکوپی، تحلیل شیمیایی و آزمون سختی استفاده کردند. روش اجزاء محدود نشان داد که به علت وجود تمرکز تنش در محل شکست و ساختار نامناسب ماده در محل مژکور، ایجاد شکست اجتناب ناپذیر می‌باشد (راسینسکی



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



و همکاران، ۲۰۰۸).

یکی از مشکلات عمده در کاربرد چاپرها مسئله شکستگی و تغییر شکل تیغه در حین کار می‌باشد با توجه به این که این مسائل موجب بالا بردن هزینه نگهداری این ادوات می‌باشد. تحلیل مکانیکی تیغه چاپرها تحت سخت ترین شرایط کاری به منظور بررسی استحکام و رفتار مکانیکی آن جهت بهینه سازی، امری ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف از این پژوهش تحلیل تیغه چاپر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تیغه چاپر (خردکن) علوفه جهت بررسی مورد نظر قرار گرفت. ابتدا تیغه با ابعاد و اندازه واقعی در نرم‌افزار Solid works 2016 به صورت سه‌بعدی شبیه‌سازی و به صورت فایل (*x_t) Para solid ذخیره گردید. در شکل (۱) قطعه اصلی و نمای ایزومتریک قطعه شبیه سازی شده آن در نرم‌افزار Solid works 2016 در شکل (۲) و (۳) آورده شده است.



Figure 1: A view of the chopper used (crop crushing).

شکل ۱: نمایی از چاپر (خرد کن علوفه) مورد استفاده.

ب

۱

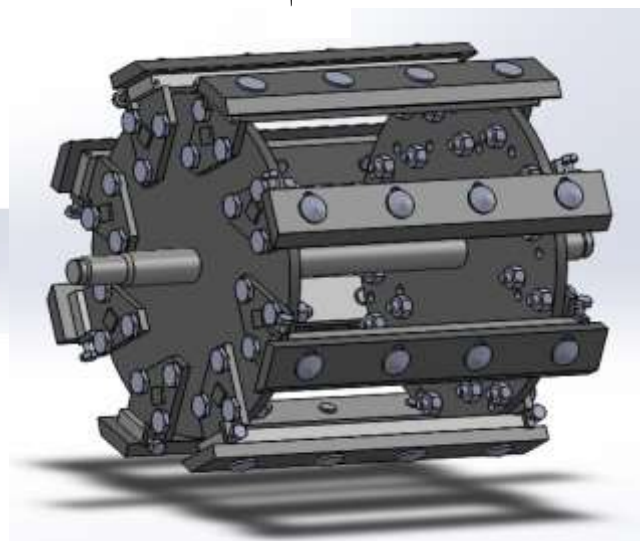


Figure 2: A view of the chopper cylindrical blades (A: total, B: single) in the Solid works software.

شکل ۲: نمایی از تیغه‌های استوانه‌ای چاپر (الف: کلی، ب: تکی) در نرم‌افزار Solid works.

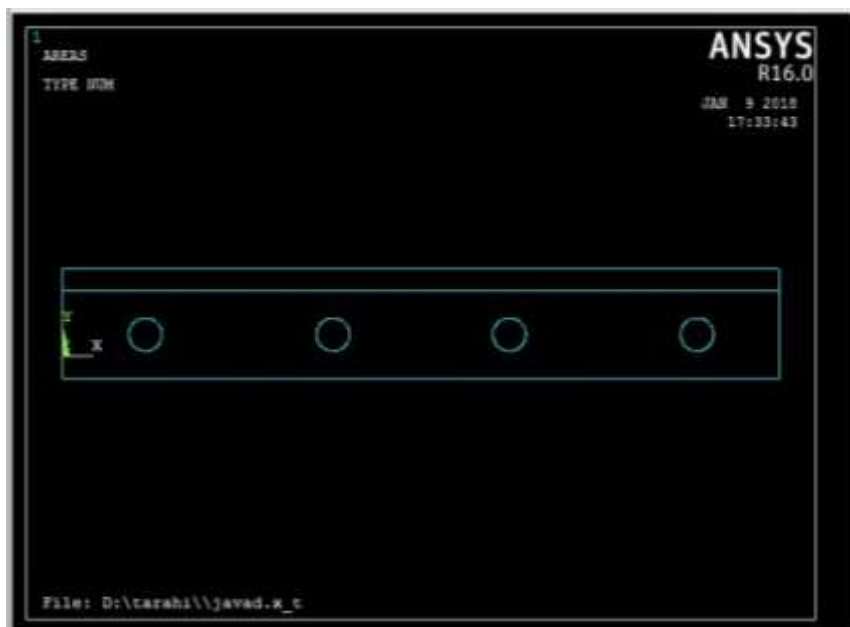


Figure 4: View of simulated blade in ANSYS software.

شکل ۴: نمایی از تیغه شبیه سازی شده در نرم افزار ANSYS.

سپس مدل طراحی شده در نرم افزار ANSYS 16 فراخوانی شد. جنس فولاد ST 37 برای تیغه دستگاه چاپر در نظر گرفته شد. مشخصات کامل این نوع فولاد در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات فولاد بکار رفته در تیغه چاپر (فولاد St 37).

Table 1: Profile of steel used in the chopper blade (St 37).

ϵ	E (Gpa)	σ_y (Mpa)	σ_{ut} (Mpa)	ρ (kg/m ³)
0.3	200	198	235	7860

برای انجام آنالیز استاتیکی از المان Solid >> Brick 10node 187 برای مدل مورد نظر استفاده شد. این المان سه بعدی و هشت گرهی بوده و هر گره دارای سه درجه آزادی می باشد. مدل به صورتی مش بندی شد که تعداد ۴۹۱۴ گره در آن ایجاد گردید (شکل ۲).

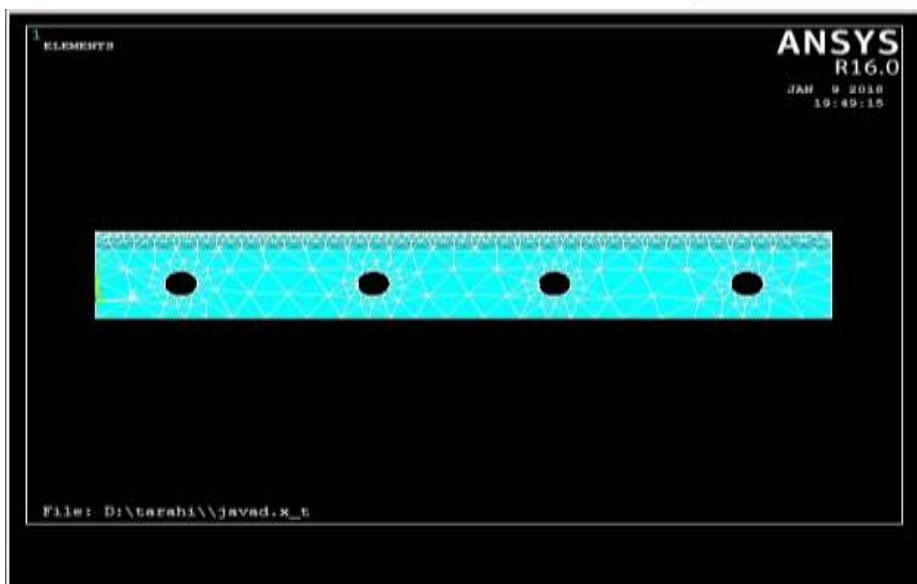


Figure 5: Modeled in ANSYS software.

شکل ۵: مدل مش‌بندی شده در نرم‌افزار ANSYS.

پس از مش‌بندی، شرایط مرزی بر روی گره‌های واقع بر محل تکیه‌گاه‌های مدل اعمال و گره‌های مورد نظر در تمامی جهات مقید گردید. برای در نظر گرفتن نیروی وارد بر تیغه چاپر، که حداکثر نیروی فشاری وارده بر آن مد نظر است. تراکتور ITM800 با حداکثر توان ۸۲ اسب بخار در نظر گرفته شد (جدول ۲).

جدول ۲- مشخصات فنی تراکتور مورد آزمایش

Table 2: Technical specifications of ITM 800 Tractor

Type of engine	Cylinders	Weight	Cutting width (m)	Grain tank capacity (lit)	Power (hp)
Diesel	4	3190	4.25	126	82

از آن جا که تیغه مستطیلی شکل، و از یک طرف تیز شده و نیروی فشاری از همان لبه تیز به تیغه اعمال می‌شود. از طرفی دیگر با در نظر گرفتن نیروهای تکیه‌گاهی که همان محل نصب پین‌ها ست، لذا در این تحقیق میتوان مقدار نیروی فشاری وارد بر لبه تیغه با استفاده از روابط زیر محاسبه کرد. محل اعمال نیروهای عکس‌العمل تکیه‌گاهی و نیروی فشاری وارد لبه تیغه در شکل زیر نشان داده شده است. برای محاسبه گشتاور انتقالی از محور PTO تراکتور به چاپر از فرمول زیر استفاده می‌کنیم

$$P = \frac{2\pi NT}{60} \quad (1)$$

که در آن P توان محور PTO بر حسب kw

N: سرعت چرخش بر حسب rpm

T: گشتاور بر حسب N.m

با توجه به اینکه توان محور PTO تراکتور مورد استفاده بر حسب hp است. بنابراین با تبدیل واحد می‌توان بقیه محاسبات را به راحتی انجام داد. هر اسب بخار معادل 0.735 کیلو وات است.

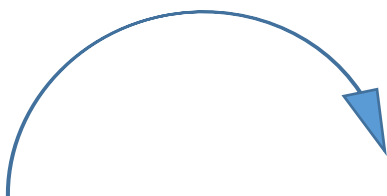
$$1 \text{ horsepower} = 0.735 \text{ kilowatts} \quad (2)$$

بنابراین:

$$82 \text{ hp} \gg 61.1474 \text{ kw} \gg 61147 \text{ w} \quad (3)$$

چاپر با سرعتی حدود ۱۶۰۰ دور در دقیقه چرخش می‌کنند (بهروزی لار، ۱۳۹۱).

$$61147 = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 1600 \cdot T}{60} \Rightarrow T \approx 365 \text{ N.M} \quad (4)$$



T

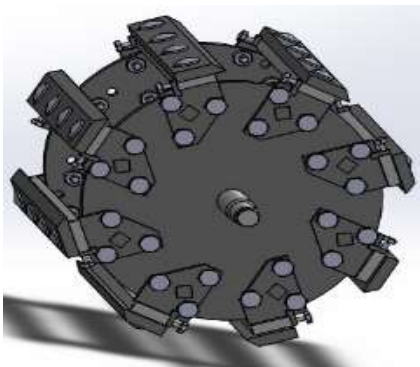


Figure 6: Show how the torque acts
شکل ۶: نمایش نحوه گشتاور اعمالی

گشتاور (Torque) به طور کلی به عامل چرخیدن جسم حول هر محور گشتاور یا ممان یا تورک می‌گویند. گشتاور برابر است با حاصلضرب مقدار عددی نیرو در بازوی گشتاور. بازوی گشتاور فاصله عمودی از نقطه ای که جسم حول آن می‌گردد است.

$$T = F * R \quad (5)$$

که در آن F مقدار نیروی متمرکز وارد بر تیغه است، از آنجایی که نیرو به صورت گسترده به تیغه وارد می‌شود. بنابراین:

$$R=20\text{cm}$$

R: شعاع دیسکی که تیغه‌ها روی آن قرار دارند.

$$T = F * R \gg F = \frac{T}{R} = \frac{365}{0.2} = 1.825\text{kN} \gg \text{نیروی متمرکز} \gg F_c = 1.825\text{KN} \quad (6)$$

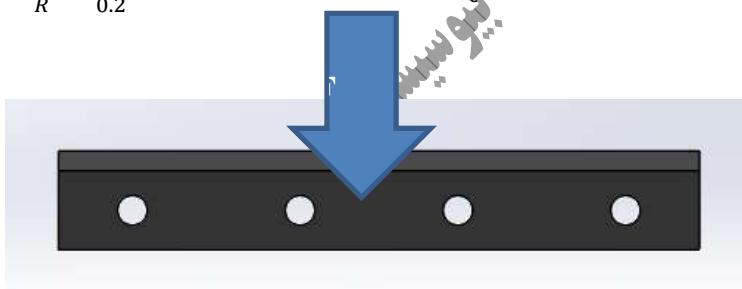


Figure 7: A view of the centralized force F

شکل ۷: نمایی از نیروی متمرکز F

و از طرفی چون نیروی وارده از علوفه‌ها به تیغه به صورت گسترده است بنابراین :

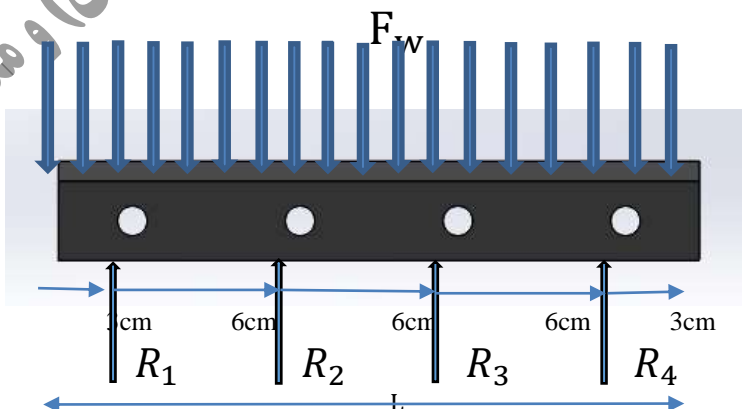


Figure 8: An overview of how to apply a massive force F_w and R_1 , R_2 , R_3 و R_4 respectively is a blade reciprocating photo.

شکل ۸: نمایی از نحوه اعمال نیروی گسترده F_w و R_1 , R_2 , R_3 و R_4 به ترتیب عکس‌العمل تکیه‌گاهی تیغه می‌باشد.



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



L : طول تیغه برابر با 24 cm

$$F_W = \frac{F_C}{L} = \frac{1825}{0/24} = 7600 \text{ N}$$

(7)

بنابراین نیروی گسترده کل که به علوفه وارد می شود برابر است با:

$$F_W = 7.6 \text{ KN}$$

و از طرفی چون فاصله بین سوراخ های روی تیغه (جای پیچ ها) با هم برابر است. نیروی گسترده F_W به طور یکنواخت تقسیم می شود. لذا نیروهای عکس العمل تکیه گاهی:

$$R_1 = \frac{F_W}{4} \quad \text{and} \quad R_2 = \frac{F_W}{4} \quad \text{and} \quad R_3 = \frac{F_W}{4} \quad \text{and} \quad R_4 = \frac{F_W}{4} \quad (8)$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 190 \text{ N} \quad (9)$$

بنابراین نیروی گسترده F_W برابر با $7/6$ کیلونیوتن و نیروهای عکس العمل تکیه گاهی برابر است با ۱۹۰ نیوتن بدست آمد. در طراحی قطعات، جهت حصول مقاومت کافی در برابر شکست باید مطمئن شد که مقدار حداکثر تنش های اعمالی از تنش نهایی مواد کمتر باشد. برای بدست آوردن ضریب اطمینان در تحلیل استاتیکی، تنش حد تسلیم بر حداکثر تنش وارد شده تقسیم می شود. لذا با استفاده از رابطه (۱۰) ضریب اطمینان بدست آمد (شیگلی و میسکی، ۱۹۸۹).

$$F_s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{all}} \quad (10)$$

که در آن F_s ضریب اطمینان در حالت اطمینان در حالت بارگذاری استاتیکی، σ_y تنش حد تسلیم، و σ_{all} تنش مجاز یا حداکثر تنش وارد شده بر قطعه می باشد

نتایج و بحث

در شکل (۹) میزان تغییر شکل تیغه بر اثر نیروی گسترده وارده به تیغه مشاهده می شود. مقدار حداکثر تغییر شکل در تیغه مورد مطالعه برابر با $0/908 \times 10^{-5}$ میلی متر بود. این جابجایی در لبه تیغه به صورت فرورفتگی و برآمدگی به شکل موج سینوسی رخ داده است.

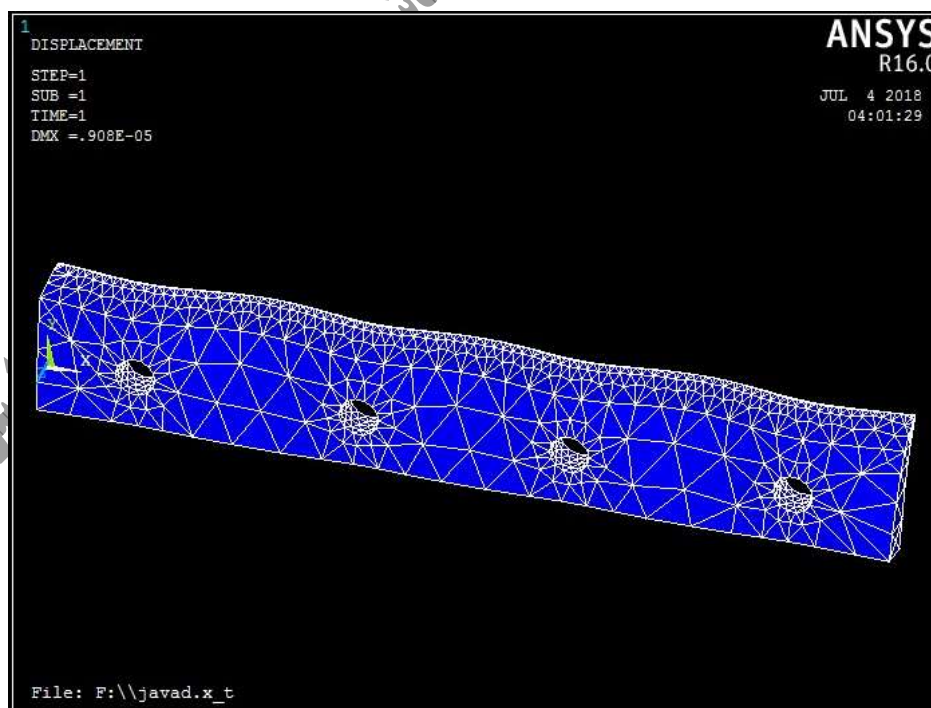


Figure 9: The greatest amount of deformation of the blade blade

شکل ۹: بیشترین مقدار تغییر شکل تیغه خردکن

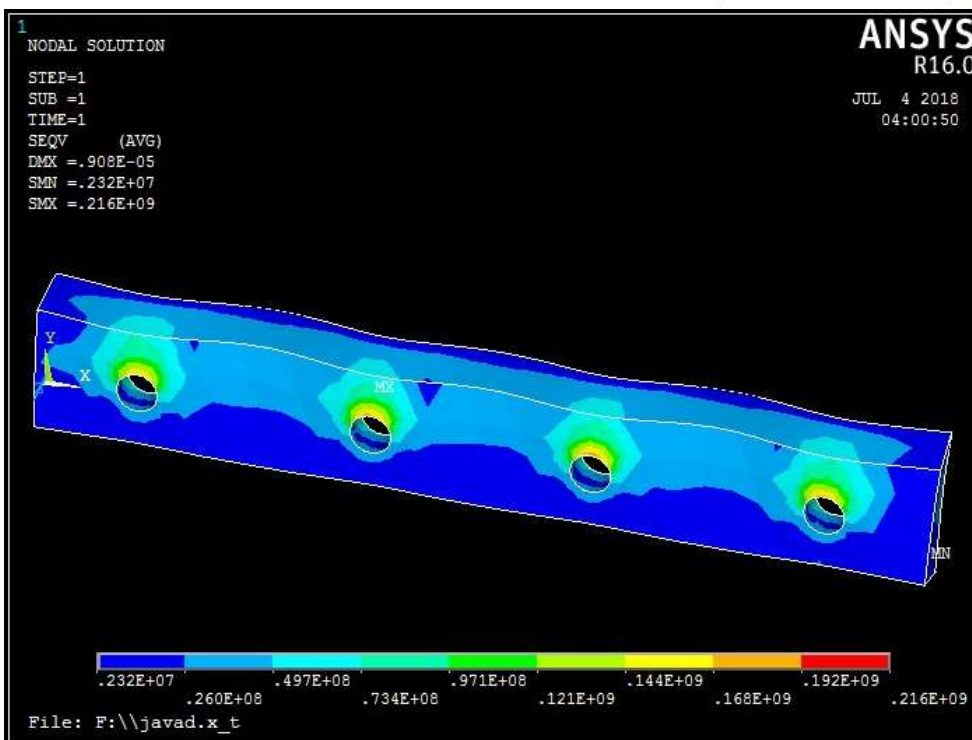


Figure 10: Tension on the basis of Van-Mises criterion at R_1 , R_2 , R_3 و R_4
شکل ۱۰: تنش بر اساس معیار وان - مسیز در محل تکیه گاه های R_1 , R_2 , R_3 و R_4

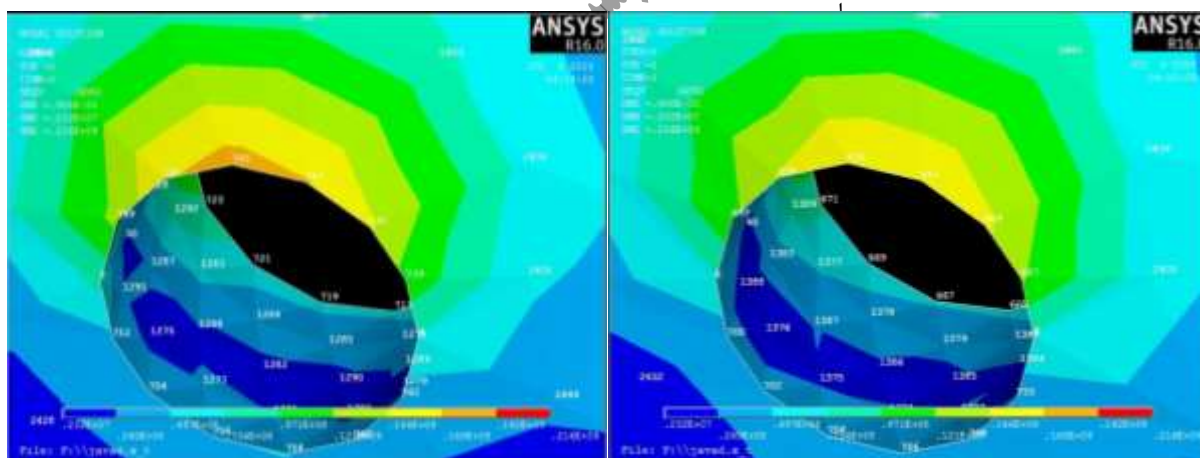


Figure 11: Tension at the supports: A (R_1), B (R_2)
شکل ۱۱: تنش در محل تکیه گاه ها: الف (R_1) ، ب (R_2)

مکانیزاسیون ایران

یازدهمین

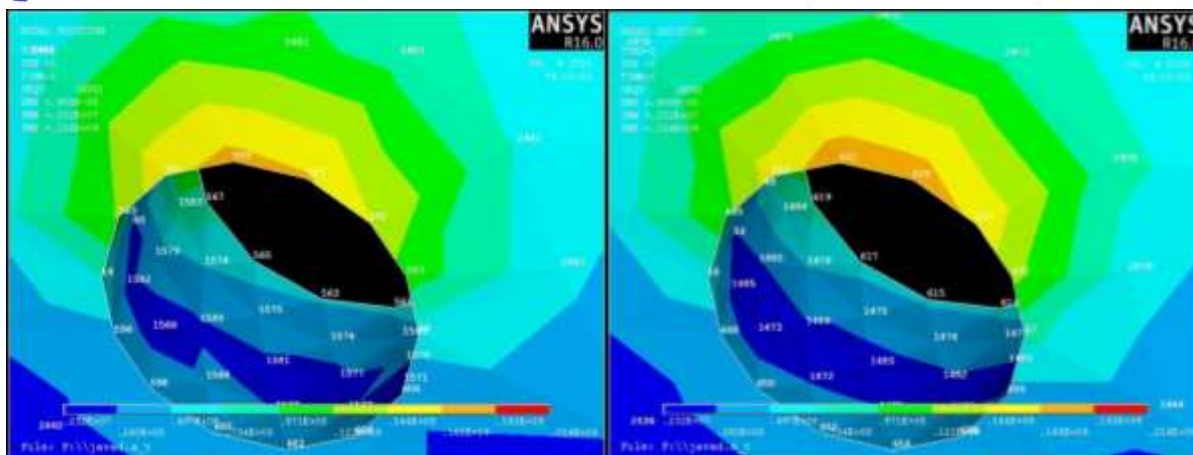


Figure 12: Tension at the supports: A (R_3), B (R_4)

شکل ۱۲: تنش در محل تکیه گاه‌ها: الف (R_3) ، ب (R_4)

توزیع تنش بر اساس معیار وان - مسیز در تیغه چپر در شکل (۱۰) نشان داده شده است. همانطور که در این شکل‌های (۱۱) و (۱۲) مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار تنش در محل نصب تیغه بر روی استوانه که به ترتیب در نزدیکی تکیه گاه‌های R_3 ، R_2 ، R_4 و R_1 اتفاق افتاده است.

نتیجه گیری

اجزاء محدود یک روش مفید برای تجزیه و تحلیل استاتیکی و دینامیکی سازه‌ها می‌باشد. با بررسی نیروی استاتیکی وارده بر تیغه برشی خردکن علوفه، بیشترین تنش بر اساس معیار وان - مسیز در محل نصب تیغه در نزدیکی محل تکیه گاه R_3 ، R_2 که برابر با ۱۶۸ مگا پاسکال بوده و در گره‌های ۶۴۱ و ۶۳۹ و ۷۴۳ و ۷۴۵ و ۷۴۵ رخ داده است، که علت آن را می‌توان تمرکز نیروهای فشاری بر وسط تیغه عنوان کرد، که نتیجه آن فشار بر محل نصب تیغه می‌باشد. تنش در تیغه به صورت یکنواخت بین تکیه گاه‌ها پخش شده، این امر به این دلیل می‌باشد که فاصله بین تکیه گاه‌ها به یک میزان است. اما R_4 و R_1 کمترین میزان تنش را دارند به این علت که چون در انتهای تیغه هستند و سطح مقطع کمتری نسبت به R_3 ، R_2 دارند. با استفاده از رابطه (۱۰) ضریب اطمینان در نزدیکی تکیه گاه‌های R_1 ، R_2 ، R_3 ، R_4 بدست آمد که برای R_1 برابر با ۱/۳۷ و برای R_2 ، R_3 و R_4 برابر با ۱/۱۷ بود. این نتیجه نشان می‌دهد که به ترتیب R_3 ، R_2 ، R_4 ، R_1 ابتدا در معرض شکست می‌باشند. لذا پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از شکست تیغه در محل مورد نظر استحکام این نواحی را افزایش داده و یا با افزایش سطح مقطع در این ناحیه‌ها ضریب اطمینان را افزایش داد.

مراجع

1. **Ja'had Motlagh, H.R., Noban, M.R., Ashraqi, M.A.**, 2000. Ansys, Tehran University Press, First Edition. (Persian).
2. **Karami, M.R., Hasan Beigi, S.R., Jafari, A., Kianmehr, M.H.** 2008. Determination of mechanical strength of two-way rectangular moldboard stem and chassis by finite element simulation. Proceedings of the 5th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Mashhad Ferdowsi University. (Persian).
3. **Khalilundi Behrooz Yar, S., Navid, H.** 2013. Investigating the behavior of the chisel stem when working in depth with a finite element method. Proceedings of the 6th Agricultural Researches Conference, Kurdistan University. (Persian).
4. **Majzoubi, G.h.** 1999. Finite Element Method in Engineering, Translation. First Edition. University of Bu-Ali Sina University of Hamedan. (Persian).
5. **Rafieei, J.** 2004. Simulation and mechanical analysis of reciprocating pruning teeth with the help of finite element software. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Urmia University. (Persian).



6. **Besharati Givi, M.K.** 2011 Engineering and Technology. Translation. first volume. First Edition. Tehran University Press. (Persian).
7. **Khorrاملde: Pirmohammadi, R: Farhumand, P:** Fields of Bloody, M. 1393. Effect of Alfalfa Particle Size on Feed Usage, Husbandry Behavior and Performance of Holstein Cows at Mid-Breastfeeding, Journal of Animal Sciences, No 102, pp. 122-129.
8. **Bayrakceken, H.** 2005. Failure analysis of an automobile differential pinion shaft. Engineering Failure Analysis. 13: 1422-1428.
9. **Celik, H., M. Topakci, M. Canakci, A. E. W. Rennie, and I. Akinci.** 2010. Modal analysis of agricultural machineries using finite element method: Acase study for a vbelt pulley of a fodder crushing machine. Journal of Food Agriculture & Environment 8(3&4): 439-446.
10. **Mouazen, A.M.** and Nemenyi, M. 1999. Finite element analysis of subsoil cutting in non-homogeneous sandy Ioam soli. Journal of Soil and Tillage Research. 151: 1-15.
11. **Pasta, A. and Mariotti, G.** 2007. Finite element method analysis of a spur gear with a corrected profile, 42: 281- 292.
12. **Rusinski, E., P. Moczko, and J. Czmochowski.** 2008. Numerical and experimental analysis of a mine's loader boom crack. Automation in Construction, 17: 271-277.
13. **Shigley, J.H, and Mischke, C.R.** 1989. Mechanical Engineering Design. Mcgrew-Hill Publisher.
14. **Wan, J., L. Young, J. Kim, S. Kang, S. B. Shim, and J. Y. Kim.** 2010. Stress analysis of blade of Power harrow depending on types of soil. CIGR AGENG. Jul 8-12 Spain.
15. **G, Y. and Zhongli,** 2009. Bionic optimization research of soli cultivating component design. Sci china sar E- Tech Sci Apr 52: 955-965.
16. **Allen, M.S.** 1996. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. Journal of Animal Science. 74:3063-3075.
17. **Teimouri Yansari, A., Valizadeh, R., Naserian, A., Christensen, D.A., Yu, P. and Eftekhari Shahroodi, F.** (2004). Effect of Alfalfa partical Size and Specifc Gravity on James M. Gere, Stephen P. Timoshenko. 1997. Mechanical of Material
18. **ASAE,** 2002. ASAE standards, D251.1 DECO1. Fraiction coefficieonts of chopped forages, St. Joseph, MI.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک
بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران