



## تحلیل و مقایسه شیار بازکن‌ها در ماشین‌های بذرکار به وسیله روش اجزا محدود

لیلا ندرلو<sup>۱\*</sup>، رضا عباسی نژاد<sup>۲</sup>، حسین جوادی کیا<sup>۳</sup>

۱. استادیار مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه; lnaderloo@gmail.com
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه; abbasinejad.reza@gmail.com
۳. دانشیار مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه; pjavadikia@gmail.com

### چکیده

رشد یک محصول جدید با کاشت بذر شروع می‌شود. نظر به اهمیت بذرکاری در وضعیت کمیت و کیفیت رشد بذر و گیاه، عملیات ماشین‌های کاشت از مهم‌ترین بخش‌های تولید محصولات زراعی به صورت مکانیزه هستند. با توجه به نقش شیار بازکن در کمیت و کیفیت بذرکاری و رشد محصول، برای پرداختن کامل و تحلیل و ارزیابی ماشین‌های بذرکار، شیار بازکن‌ها اهمیت زیادی دارند. در این تحقیق به تحلیل و مقایسه سه نوع شیار بازکن اصلی (کفشکی، بیلچه‌ای، بشقابی) با استفاده از طراحی و مدل این شیار بازکن‌ها در نرم‌افزار کتیا و بررسی تنش‌های اعمالی بر شیار بازکن‌ها در شرایط و خاک‌های مختلف با مقاومت مخصوص‌های پرداخته شده است. نتایج به دست آمده از تحلیل نشان می‌دهد از لحاظ استحکام و دوام دستگاه، شیار بازکن‌های کفشکی در خاک‌های سنگین و خیلی سنگین توان کار ندارند. شیار بازکن‌های بیلچه‌ای اکثر خاک‌های کشاورزی را می‌توانند تحمل کنند و شیار بازکن‌های بشقابی خاک‌های خیلی سنگین را نمی‌توانند تحمل کنند و توان کار در این خاک‌ها را ندارند.

**کلمات کلیدی:** شیار بازکن، مقاومت مخصوص خاک، نرم‌افزار کتیا، تحلیل تنش

نویسنده مسئول: lnaderloo@gmail.com



## تحلیل و مقایسه شیار بازکن‌ها در ماشین‌های بذرکار به وسیله روش اجزا محدود

### مقدمه

رشد یک محصول جدید با کاشت بذر شروع می‌شود. بذرهای پس از کاشت با استفاده از انرژی ذخیره خود تا سبز شدن و سردرآوردن جوانه از خاک به زندگی ادامه می‌دهند. معمولاً همه‌ی بذرهای سبز نشده یا جوانه نمی‌زنند، بنابراین تعداد بذر کاشته شده در واحد سطح باید بیشتر از تراکم مطلوب بوته باشد نظر به اهمیت بذرکاری در وضعیت کمیت و کیفیت رشد بذر و گیاه، عملیات ماشین‌های کاشت از مهم‌ترین بخش‌های تولید محصولات زراعی به صورت مکانیزه هستند [۸]. ماشین‌های بذرکار بر اساس طریقه کاشت، عموماً به دودسته تقسیم می‌شوند، ردیف‌کارها و خطی‌کارها [۲۱]. چنانچه بذر محصولات به صورت ردیفی کاشته شود و فاصله بین ردیف‌های کشت (خطوط کشت) به حدی باشد که کولتیواتورها (ماشین‌های وجین و سله شکنی) و ماشین‌های برداشت بتوانند به آسانی در بین ردیف‌های کشت کار کنند، این طریق کشت را کشت ردیفی و چنانچه فاصله بین ردیف‌های کشت آنقدر به هم نزدیک باشد که عملیات وجین و سله شکنی و سایر عملیات زراعی نتواند بین آن‌ها انجام شود، این طریق کشت را کشت درهم (یکپارچه) می‌نامند [۴ و ۵]. کشت ردیفی را با ردیف‌کارها و کشت درهم از طریق خطی‌کارها و بذرپاش‌ها انجام می‌شود [۳]. ردیف‌کارها معمولاً برای محصولاتی از قبیل ذرت، ذرت خوشه‌ای، سویا، پنبه و چغندر قند و حتی سبزی‌ها استفاده می‌شوند. این محصولات نیاز به فواصل معین بین خطوط کشت و فواصلی یکسان بین بوته‌ها بر روی خطوط کشت دارند. خطی‌کارها معمولاً برای محصولات غلات از قبیل گندم، جو، برنج و چاودار و همچنین علف‌ها و بقولات مانند علف مرتع، یونجه، شبدر، انواع لوبیا و انواع نخود استفاده می‌شود [۶ و ۷]. به منظور جوانه‌زنی کافی، اغلب بذرهای باید در زیر سطح خاک قرار بگیرند، بدین ترتیب دستگاه کارنده باید وسیله‌ای برای باز کردن خاک داشته باشد. چنین وسیله‌ای شیار بازکن است، شیار بازکن‌ها باید شیار بذر را در عمقی مناسب در شرایط مختلف خاک باز کنند [۱۱]. اگر بذر بیش از اندازه سطحی یا عمیق کشت شود، ممکن است اصولاً جوانه نزنند زیرا امکان ضعیف بودن شرایط محیطی وجود دارد. شیار بازکن‌ها در خاک شیار ایجاد کرده تا بذر در آن قرار گیرد و سپس تا حدی روی آن‌ها را با خاک می‌پوشانند. همچنین شیار بازکن به طریقی شیار را شکل می‌دهد که بذر در تماس نزدیک با خاک قرار گیرد [۱۰]. این امر باعث می‌شود که اکثر بذرهای جوانه‌زده و سر از خاک درآورند. شکاف به وجود آمده می‌بایست عریض‌تر از میزان مورد لزوم نبوده و دارای عمقی از پیش تعیین شده باشد. مهم‌ترین انواع شیار بازکن‌ها عبارت‌اند از: شیار بازکن کفشکی شیار بازکن بیلچه‌ای و شیار بازکن بشقابی [۹]. با توجه به اهمیت نقش شیار بازکن در کمیت و کیفیت بذرکاری و رشد محصول و اینکه در بذرکارها اولین کاری که انجام می‌شود همان ایجاد شیار است و برای پرداختن کامل و تحلیل و ارزیابی ماشین‌های بذرکار شیار بازکن‌ها اهمیت زیادی دارند. مقاومت مخصوص خاک به عنوان شاخصی برای معرفی دشواری عملیات خاک‌ورزی و یکی از روش‌های تقسیم‌بندی خاک‌های کشاورزی پذیرفته شده و با ضریب نشان داده می‌شود [۱۰ و ۱۱]. نیروی مقاومت خاک به خواص فیزیکی مکانیکی خاک، عمق شخم، سرعت حرکت، نوع و مشخصات هندسی عامل درگیر با خاک بستگی دارد. موارد ذکر شده همگی به اثرات خاک بر دستگاه خاک ورز مربوط می‌شود، مسئله پیچیده‌تر عبارت است از پیش‌بینی پدیده‌هایی مانند پیدایش شکاف، نحوه انتقال خاک و چگونگی برش خاک که در هنگام اجرای عملیات در خاک ایجاد می‌شود [۱۴].

فرزانه و همکاران، شیار بازکن یک بذرکار ارزان‌قیمت و سبک و یک بذرکار گران‌قیمت و سنگین را به وسیله‌ی نرم‌افزار کتیا طراحی کرده و در محیط تحلیل حرکتی نرم‌افزار آدامز فعال‌سازی و در پارامترهای میزان جابجایی، انرژی جنبشی لازم برای این جابجایی و گشتاور لحظه‌ای وارده به هر شیار بازکن در اثر اعمال سرعتی یکسان را باهم مقایسه کرده‌اند [۱۱].

تانوی شیری، کارایی چهار نوع آرایش شیار بازکن و ضمیمه ردیف کار از جهت مقدار بقایای گیاهی سطحی پس از انجام عملیات کاشت، عمق کاشت، شاخص سرعت جوانه زنی، شاخص های فاصله کاشت بذر به هنگام کاشت ذرت در بقایای گندم مورد بررسی قرار داده است. [۹].

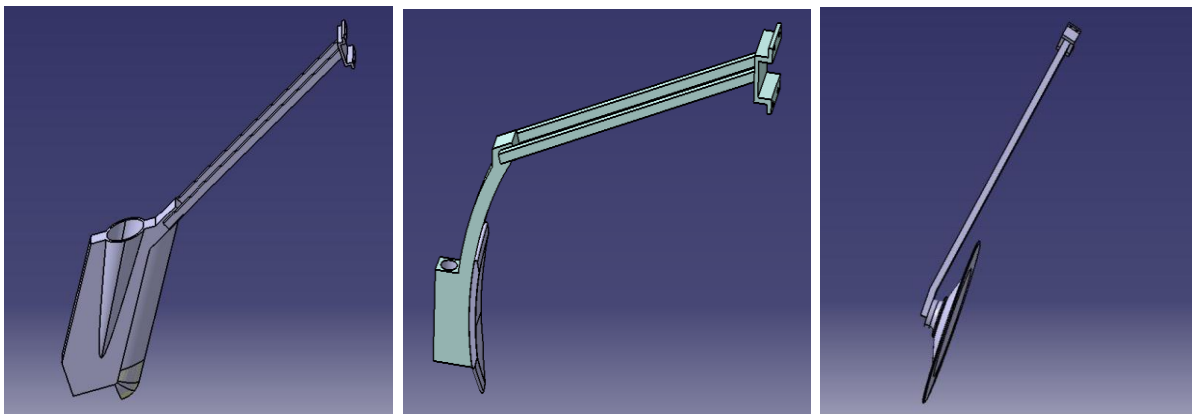
کرمی و همکاران، با بررسی تغییراتی در طراحی شاسی و خیش گاو آهن های برگردان دار معمول، با استفاده از یک سری خیش که روی تیرکی نصب شده اند با استفاده از روش اجزاء محدود به تحلیل آن پرداخته اند. مؤلفه های بار و گشتاور وارد بر گاو آهن از نتایج آزمون های ارائه شده توسط برناکی و همکاران برگرفته شده است و تحلیل هر قسمت با رعایت شرایط مرزی حاکم به صورت جداگانه صورت پذیرفته است. نتایج تحلیل حاکی از آن است که بیشترین تنش ها به تول بار اصلی که محل نصب ساقه ها هست وارد می شود. ضریب اطمینان به دست آمده بالاتر از ۲ هست [۱۲ و ۱۳].

نعیمی و همکاران، به شبیه سازی و تحلیل استاتیکی و بررسی رفتار ماده تشکیل دهنده سه نوع ساقه L شکل، مایل، و انحنادار C شکل زیر شکن با نرم افزار سالیدورکس و اجزاء محدود انسیس پرداخته است. پس از رسم مدل های سه بعدی به روش مهندسی معکوس در نرم افزار سالیدورکس و انتقال به نرم افزار انسیس و اعمال قیود و شرایط مرزی، بارگذاری بر روی مدل ها با توجه به انواع خاک ها اعمال گردیده. نتایج تحلیل استاتیکی برای هر سه نوع ساقه نشان می دهد که بیشترین تنش در محل اتصال ساقه ها به شاسی هست [۱۵]. در این تحقیق به تحلیل و مقایسه سه نوع شیار بازکن اصلی پرداخته شده به این نحو که ابتدا شیار بازکن ها در نرم افزار کتیا طراحی و سپس تنش های اعمالی بر شیار بازکن ها در شرایط و خاک های مختلف با مقاومت مخصوص های مختلف از طریق تحلیل المان محدود مورد بررسی قرار گرفته است.

### مواد و روش

در این تحقیق، سه شیار بازکن کفشکی با طول بال متوسط، بیلچه ای با تیغه نیزه مانند و شیار بازکن یک بشقابی از نوع بدون نیاز به فلانچ، ساخت شرکت گاسپاردو مورد بررسی قرار گرفته که البته به دلیل تنوع در طراحی قسمت های مختلف شیار بازکن به ویژه در اهرم بندی ها رایج ترین شیار بازکن ها و همچنین ساده ترین نوع اهرم بندی ها اختیار شد. همچنین به دلیل استفاده از محصولات این شرکت در داخل کشور و برای انطباق دادن نتیجه گیری ها با شرایط کشاورزی در داخل کشور در این تحقیق از این شیار بازکن ها استفاده شده است.

در ابتدا با استفاده از مشخصات، شیار بازکن ها در نرم افزار کتیا طراحی و سپس با استفاده از قسمت تحلیل تنش نرم افزار کتیا، مقدار تنش های وارده بر عامل در گیر با خاک نظیر تیغه یا بشقاب و اهرم بندی ها به دست آمده و تحلیل های اجزا محدود لازم انجام گرفته است.



شیار بازکن بشقابی

شیار بازکن بیلچه‌ای

شیار بازکن کفشکی

شکل ۱. انواع شیار بازکن

در تحلیل تنش از مقاومت مخصوص خاک یا همان میزان دشواری عملیات در خاک، استفاده می‌کنیم. یعنی شیار بازکن در ابعاد شیار، تحت فشار یکنواختی که همان مقاومت مخصوص خاک که در خاک‌های مختلف متفاوت است قرار می‌گیرد. مقدار مقاومت مخصوص متناسب با خاک‌های مختلف در جدول آورده شده است. نیروی مقاومت خاک به عوامل مختلفی از جمله عمق شخم، بافت خاک، سرعت عملیات شخم و رطوبت وابسته است.

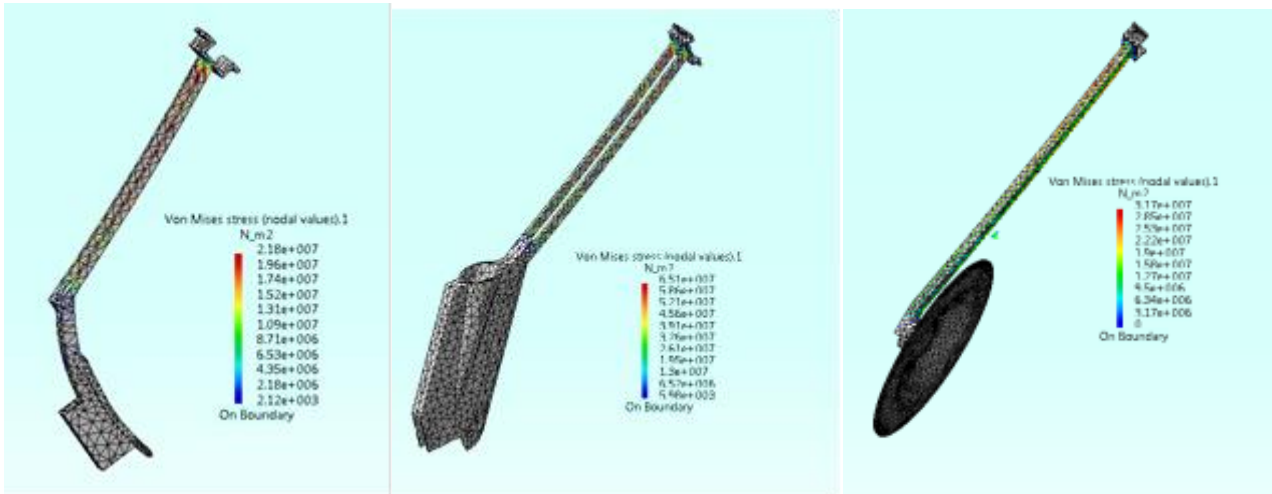
جدول ۱. مقدار مقاومت مخصوص بر اساس سنگینی خاک

نوع خاک	سبک	متوسط	نیمه سنگین	سنگین	خیلی سنگین
مقاومت مخصوص، $kPa$ تا ۳۰	۳۰-۵۰	۵۰-۷۰	۷۰-۱۲۰	بیشتر از ۱۲۰	

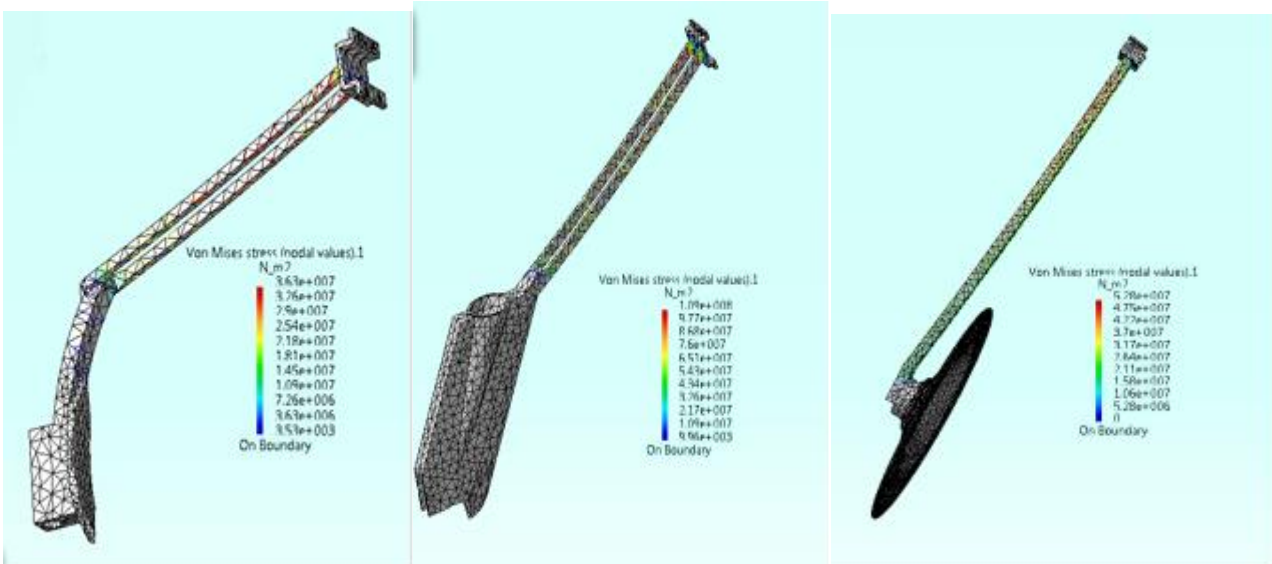
در تحلیل تنش کل دستگاه شیار بازکن‌ها مورد تحلیل تنش قرار می‌گیرد به این نحو که فرض می‌شود شیار بازکن تحت فشار یکنواختی در ابعاد شیار بر اساس جدول مقاومت مخصوص‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۱۲۰ کیلو پاسکال که معرف خاک‌های سبک، متوسط، نیمه سنگین و سنگین است، قرار می‌گیرد. ساقه شیار بازکن‌ها، ساقه‌ها فتری در نظر گرفته شده است. از فنرها یا اجزای ایمنی دیگری که در اهرم‌بندی از آن استفاده می‌شود صرف‌نظر شده. جنس این دستگاه‌ها از نوع چدن با تنش تسلیم  $\sigma_y = 310 \text{ Mpa}$  هست. به دلیل آنکه بتوان به مقایسه دستگاه‌ها پرداخت، جنس تمام دستگاه‌ها یکسان گرفته شده ضریب اطمینان نیز ۲/۵ اختیار شده. به دلیل پیچیده بودن شرایط خاک و عملیات در آن، نتیجه محاسبات تئوری در عمل تغییرات بعضاً قابل توجهی خواهد داشت. به همین دلیل ضریب اطمینان مناسب با شرایط کاری شیار بازکن انتخاب شده است. در شیار بازکن به دلیل ابعاد کوچک شیار ضریب اطمینان از آنچه در ابزارهای خاک‌ورزی مرسوم است کوچک‌تر است.

نتیجه‌گیری

ماکزیمم تنش‌ها در هر سه دستگاه همان گونه که در شکل‌های ۲ تا ۵ مشخص است در نقطه‌ای نزدیک به محل اتصال ساقه به محور اتفاق می‌افتد و همچنین ماکزیمم تنش در روی عامل درگیر با خاک (شامل سینه و تیغه یا بشقاب)، در شیار بازکن کفشکی در محل اتصال سینه به ساقه، در شیار بازکن بیلچه‌ای هم در محل اتصال سینه به ساقه و در شیار بازکن بشقابی در محل اتصال بشقاب به یاتاقان در پشت بشقاب هست.

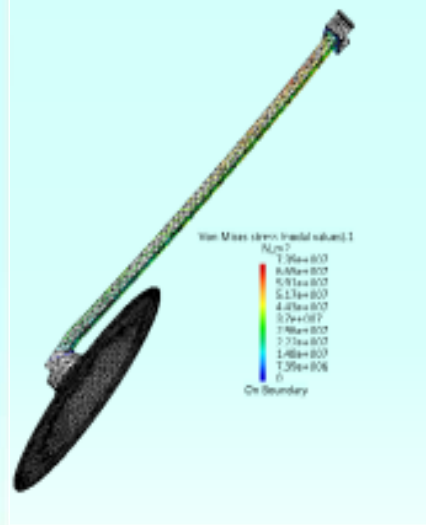
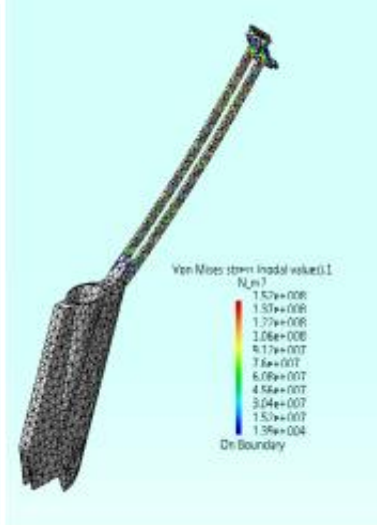
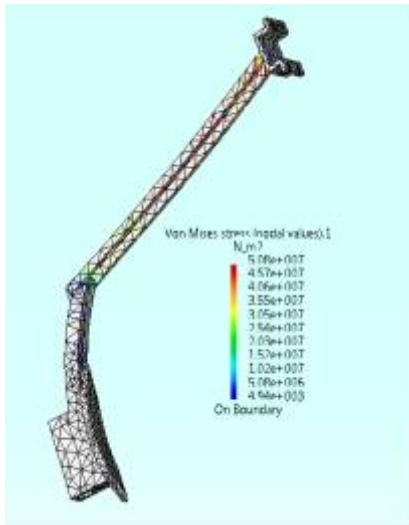


شکل ۲. میزان تنش در سه شیار بازکن بیلچه‌ای (الف)، کفشکی (ب) و بشقابی (ج) در مقاومت مخصوص ۳۰ کیلو پاسکال

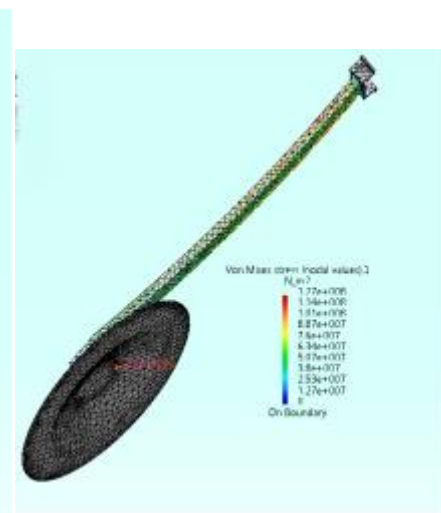
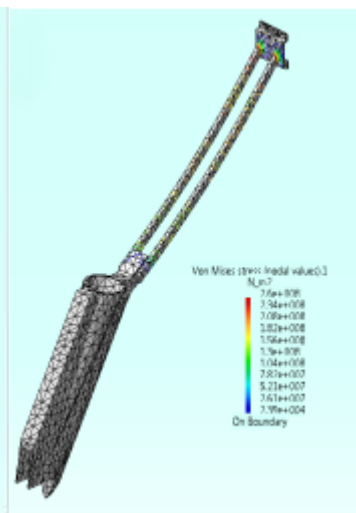
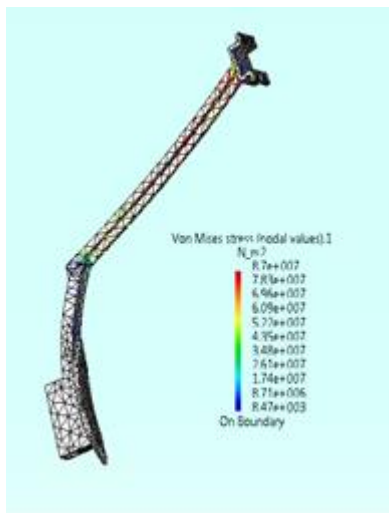


شکل ۳. میزان تنش در سه شیار بازکن بیلچه‌ای (الف)، کفشکی (ب) و بشقابی (ج) در مقاومت مخصوص ۵۰ کیلو پاسکال

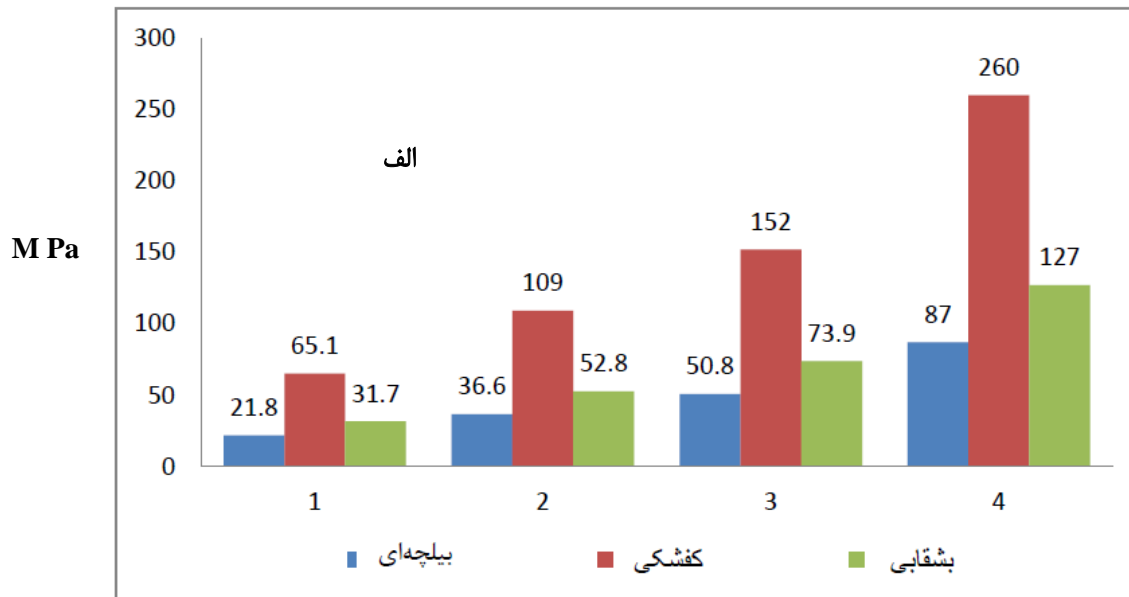




شکل ۴. میزان تنش در سه شیار بازکن بیلچه‌ای (الف)، کفشکی (ب) و بشقابی (ج) در مقاومت مخصوص ۷۰ کیلو پاسکال



شکل ۵. میزان تنش در سه شیار بازکن بیلچه‌ای (الف)، کفشکی (ب) و بشقابی (ج) در مقاومت مخصوص ۱۲۰ کیلو پاسکال



شکل ۶. مقایسه نتایج تحلیل تنش و مقادیر به دست آمده برای تنش‌های ماکزیم بر حسب MPa

از لحاظ استحکام و دوام دستگاه، شیار بازکن کششی خاک‌های سنگین و خیلی سنگین را نمی‌تواند تحمل کند. شیار بازکن بیلچه‌ای تمام خاک‌های ذکر شده در جدول را تحمل می‌کند. شیار بازکن بشقابی خاک‌های خیلی سنگین را نمی‌تواند تحمل کند.

### نتیجه‌گیری کلی

از نتایج به دست آمده در تحلیل‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که از لحاظ نیروی کشش شیار بازکن‌های بشقابی مناسب‌تر هستند ولی به دلیل وزن بیشتر و ابعاد به نسبت بزرگ‌تر و اینکه در خاک‌های خیلی سنگین از لحاظ استحکام توان کار ندارند، دچار محدودیت هستند. شیار بازکن‌های بیلچه‌ای از این لحاظ که توان کار در اکثر خاک‌های کشاورزی را دارا می‌باشند، در اولویت هستند و از لحاظ وزن از شیار بازکن بشقابی وزن کمتری دارند و با شیار بازکن کششی تقریباً یکسان هستند و از جهت نیروی کشش نیز در حد وسط دو شیار بازکن دیگر قرار دارند. شیار بازکن‌های کششی دارای وزن کمتری نسبت به شیار بازکن بشقابی است ولی از لحاظ نیروی کشش و توان کار در خاک‌های سنگین و خیلی سنگین دارای محدودیت است. نکته‌ای که در این شیار بازکن حائز اهمیت است و این شیار بازکن‌ها را در عمل کاربردی کرده، نحوه‌ی ایجاد و حفظ دیواره‌های شیار است که البته در این تحقیق به این موارد (نحوه ایجاد تغییر در خاک) پرداخته نشده است.

### منابع:

- ۱- بهروزی لار، م. ۱۳۷۸. اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی، انتشارات دانشگاه آزاد
- ۲- جوادی، ا. ۱۳۸۹. اصول و کاربرد ادوات کاشت حفاظتی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی



- ۳- دفترچه راهنمای ماشین‌های کاشت حفاظتی شرکت گاسپاردو
- ۴- صناعی، ا. ۱۳۷۱. اصول ماشین‌های بذرکار، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی
- ۵- علیمردانی، ع. ۱۳۸۹. اصول مهندسی خاک‌ورزی و کشت، نشر علم کشاورزی ایران
- ۶- قنبریان، د. ۱۳۸۹. مبانی مهندسی ماشین‌های خاک‌ورزی، انتشارات دانشگاه شهرکرد
- ۷- منصوری راد، د. ۱۳۷۸. تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان
- ۸- یوسفی، ر. ۱۳۸۶. ماشین‌های کاشت، انتشارات دانش بهبد
- ۹- ثانوی شیری، ن. ۱۳۸۵. مقایسه کارایی چهار نوع آرایش شیار بازکن و ضمیمه ردیف‌کار. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس
- ۱۰- جلیل نژاد، ح. و عباسپور گیلانده، ی. و شاهقلی، غ. ۱۳۸۹. مطالعه‌ای جامع در خصوص مدل‌های پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی ادوات خاک‌ورزی. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۲۴ و ۲۵ شهریور، تهران (کرج)
- ۱۱- فرزانه، ب. و رنجبر مکشاهی، م. و صادقی، م. و قربانی، ع. ۱۳۸۹. تحلیل حرکتی آزاد شیار بازکنهای به کار رفته در دو نوع بذرکار بیخاک‌ورزی موجود در ایران ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۲۴ و ۲۵ شهریور، تهران (کرج)
- ۱۲- کرمی، م. حسن بیگی، ر. جعفری، ع. کیانمهر، م. ۱۳۸۷. بررسی استحکام مکانیکی ساقه و شاسی گاواهن برگردان دار دو طرفه مستطیلی به روش شبیه‌سازی اجزاء محدود. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۶ و ۷ شهریور، مشهد
- ۱۳- ملازاده، ک. ریاحی، ر. ۱۳۸۷. شبیه‌سازی و تحلیل مکانیکی سه نوع تیغه‌ی گاواهن دوار به کمک نرم‌افزار اجزاء محدود (انسیس). پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۶ و ۷ شهریور مشهد
- ۱۴- ندرلو، ل. علیمردانی، ر. اکرم، الف. جوادی کیا، پ. زینالی خانقاه، ح. ۱۳۸۷. بررسی اثر عمق و سرعت بر مقاومت کششی سه نوع خاک‌ورز اولیه. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۶ و ۷ شهریور، مشهد
- ۱۵- نعیمی، م. حسین پور، ع. عمادی، ب. ۱۳۸۹. شبیه‌سازی و تحلیل استاتیکی سه نوع ساقه زیرشکن در خاک‌های مختلف به روش اجزاء محدود. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۲۴ و ۲۵ شهریور، تهران (کرج)





## Analysis and Comparison of Grinders in Seed Machines by Finite Element Method

Leila Naderloo<sup>1\*</sup>, Reza Abbasi Nejad<sup>2</sup>, Hossein Javadikia<sup>1</sup>

1. Assistant professor of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran. lnaderloo@gmail.com
2. M.Sc. Graduate of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran. abbasinejad.reza@gmail.com
3. Associate professor of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran. pjavadikia@gmail.com

### Abstract

Growth of a new crop begins with seed planting. Given the importance of seed seeding in terms of quantity and quality of seed and plant growth, Operations of planting machines are one of the most important parts of mechanized crop production. Given the role of the poplar groove in the quantity and quality of seed and crop growth, to fully address and analyze and evaluate seeding machines, Slots are very important. In this study, we analyze and compare three main opener grooves (shoemaker, shaft, plate) using the design and model of these grooves in the Katya software and study the stresses applied to the grooves in different conditions and soils with special resistance. Different approaches and finite element analysis are discussed using Practical Software. The results show that in terms of firmness and durability of the machine, shoelaces do not work in heavy and very heavy soils. Shovel grooves can withstand most agricultural soils and plate grooves cannot withstand very heavy soils and are unable to work in these soils.

**Key words:** Groove breaker, Soil specific resistance, Katia software, Stress analysis

\*Corresponding author

E-mail: lnaderloo@gmail.com