

تحلیل تنش صفحه برش ایمنی در دروگرهای بشقابی

سلمان واشقانی فراهانی^{۱*}، داوود محمدزمانی^۲ و مجید رشیدی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۳۰

چکیده

در این طرح به منظور محاسبه میزان تنش برشی در صفحه برش ایمنی یک نمونه دروگر بشقابی، ابتدا به وسیله مهندسی معکوس و طراحی مفهومی، قطعات مورد نیاز برای تحلیل در نرم افزار SolidWorks طراحی و به کمک نرم افزار HyperMesh المان بندی شده و در نرم افزار ANSYS تحلیل شد. در نتایج حاصل از تحلیل نرم افزاری بر اساس ضخامت چهار میلی متر برای صفحه برش و برای فولاد ST37، بیشینه مقدار تنش کششی در محل آسیب برابر ۹۰ مگاپاسگال، بیشینه تنش فشاری برابر ۸۰ مگاپاسگال و بیشینه تنش برشی برابر ۷۰ مگاپاسگال به عنوان مولفه های اصلی تنش به دست آمد. همچنین برای همین ماده با ضخامت بهینه شده ۲ میلی متر، بیشینه تنش کششی محاسبه شده در محل آسیب برابر ۱۸۵ مگاپاسگال به دست آمد و مشخص شد که قطعه با این ضخامت به حد گسیختگی خود می رسد. با در نظر گرفتن بیشینه نیروی به دست آمده برابر ۳۱۰۰ نیوتن و فاصله تکیه گاه تا مرکز صفحه برش ایمنی برابر ۰/۱۵۷ متر، بیشینه گشتاور برابر ۴۸۰ نیوتن متر حاصل شد. در آزمایشگاه با انجام آزمون پیچش برای قطعه مذکور گشتاور مورد نظر برای برش به میزان ۶۷۰ نیوتن متر حاصل شد. با توجه به نتایج حاصل شده مشخص گردید المان بندی و تحلیل صفحه برش ایمنی در دروگرهای بشقابی به درستی انجام گرفته است.

واژگان کلیدی: دروگر بشقابی، صفحه برش ایمنی، تنش برشی، ANSYS

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

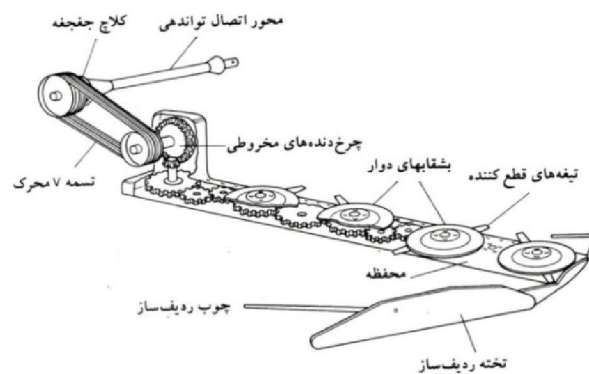
^۲ استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

(* نویسنده مسئول: Salman.fvasheghani@gmail.com)

۱-مقدمه

نیز محسوب می‌گردد سوار می‌شوند و به روی زمین حرکت می‌کنند. دروگر بشقابی بر خلاف دروگر شانه‌ای، محدودیت سرعت پیش‌روی ندارد و به ویژه برای گیاهان ورس کرده (خوابیده) به خوبی عمل می‌کند. سرپوش یا حفاظی که روی دستگاه کشیده می‌شود، راننده را از برخورد موادی که به اطراف پراکنده می‌شود، محافظت می‌نماید. تیغه‌ها به صورت لولایی در پیرامون هر بشقاب مستقر می‌شوند.

دروگرهای بشقابی دوار به اتصال سه نقطه تراکتور متصل می‌شوند و به وسیله محور توان‌دهی کار می‌کنند. انتقال حرکت از محور توان‌دهی تراکتور به بشقاب‌ها معمولاً به وسیله چند تسمه "V" شکل انجام می‌گیرد (منصوری‌راد، ۱۳۸۴). چرخ‌دنده‌ها که در یک محفظه کاملاً بسته پر از روغن قرار دارند، حرکت خود را از تسمه‌های "V" شکل می‌گیرند و به هر یک از بشقاب‌ها منتقل می‌کنند (شکل ۱). بشقاب‌ها بر روی محفظه چرخ‌دنده‌ها، که شانه برش



شکل ۱: انتقال حرکت در یک دروگر بشقابی

هر بشقاب توسط یک رانش چرخ‌دنده‌ای حرکت را از محور توان‌دهی می‌گیرد. بشقاب‌ها معمولاً به شکل بیضی بوده و به صورت افقی بر روی محفظه چرخ‌دنده‌های کم قطر قرار می‌گیرند و سرعتی در حدود ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور بر دقیقه را دارند (منصوری‌راد، ۱۳۸۴). با توجه به شرایط موجود، زمانی که بشقاب با مانعی برخورد می‌کند و متوقف می‌شود، این امر باعث توقف چرخ‌دنده‌های انتقال نیرو به بشقاب‌ها شده، که در این زمان بر کارکرد دیگر بشقاب‌ها تاثیر خواهد گذاشت و کار مجموعه بشقاب‌ها را مختل می‌کند و آسیب زیادی به چرخ‌دنده‌ها وارد می‌شود. برای جلوگیری از صدمه دیدن چرخ‌دنده‌ها انواع سیستم ایمنی توسط شرکت‌های سازنده تعبیه شده است، یکی از ساده‌ترین و کاربردی‌ترین آن‌ها صفحه برش ایمنی می‌باشد (کاتالوگ‌های دروگرهای بشقابی شرکت FELLA).

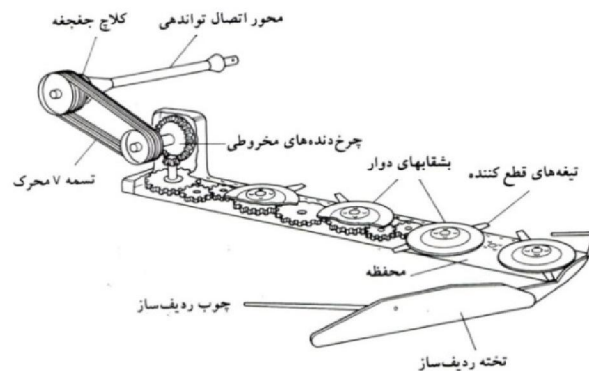
۱-مقدمه

کار می‌کنند. انتقال حرکت از محور توان‌دهی تراکتور به بشقاب‌ها معمولاً به وسیله چند تسمه "V" شکل انجام می‌گیرد (منصوری‌راد، ۱۳۸۴). چرخ‌دنده‌ها که

دروگرهای بشقابی دوار به اتصال سه نقطه تراکتور متصل می‌شوند و به وسیله محور توان‌دهی

برای گیاهان ورس کرده (خوابیده) به خوبی عمل می‌کند. سرپوش یا حفاظی که روی دستگاه کشیده می‌شود، راننده را از برخورد موادی که به اطراف پراکنده می‌شود، محافظت می‌نماید. تیغه‌ها به صورت لولایی در پیرامون هر بشقاب مستقر می‌شوند.

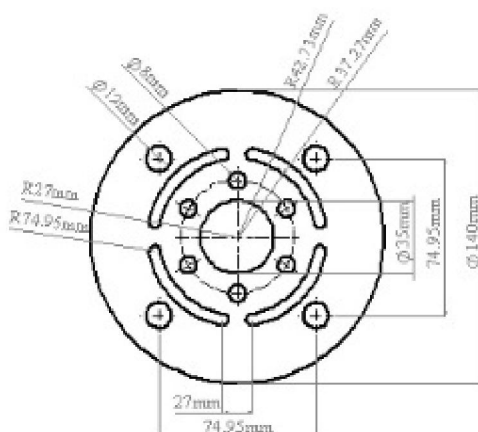
در یک محفظه کاملاً بسته پر از روغن قرار دارند، حرکت خود را از تسمه‌های "V" شکل می‌گیرند و به هر یک از بشقاب‌ها منتقل می‌کنند (شکل ۱). بشقاب‌ها بر روی محفظه چرخ‌دنده‌ها، که شانه برش نیز محسوب می‌گردد سوار می‌شوند و به روی زمین حرکت می‌کنند. دروگر بشقابی بر خلاف دروگر شانه‌ای، محدودیت سرعت پیش‌روی ندارد و به ویژه



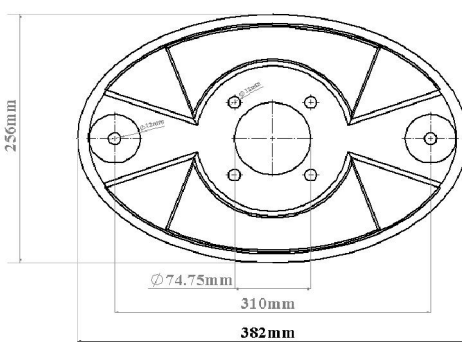
شکل ۲: انتقال حرکت در یک دروگر بشقابی

انتقال نیرو به بشقاب‌ها شده، که در این زمان بر کارکرد دیگر بشقاب‌ها تاثیر خواهد گذاشت و کار مجموعه بشقاب‌ها را مختل می‌کند و آسیب زیادی به چرخ‌دنده‌ها وارد می‌شود. برای جلوگیری از صدمه دیدن چرخ‌دنده‌ها انواع سیستم ایمنی توسط شرکت‌های سازنده تعبیه شده است، یکی از ساده‌ترین و کاربردی‌ترین آن‌ها صفحه برش ایمنی می‌باشد (کاتالوگ‌های دروگرهای بشقابی شرکت FELLA).

هر بشقاب توسط یک رانش چرخ‌دنده‌ای حرکت را از محور توان‌دهی می‌گیرد. بشقاب‌ها معمولاً به شکل بیضی بوده و به صورت افقی بر روی محفظه چرخ‌دنده‌های کم قطر قرار می‌گیرند و سرعتی در حدود ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور بر دقیقه را دارند (منصوری‌راد، ۱۳۸۴). با توجه به شرایط موجود، زمانی که بشقاب با مانعی برخورد می‌کند و متوقف می‌شود، این امر باعث توقف چرخ‌دنده‌های



شکل ۳: ابعاد هندسی صفحه برشی در دروگر بشقابی دوار



شکل ۴: ابعاد و اندازه بشقاب

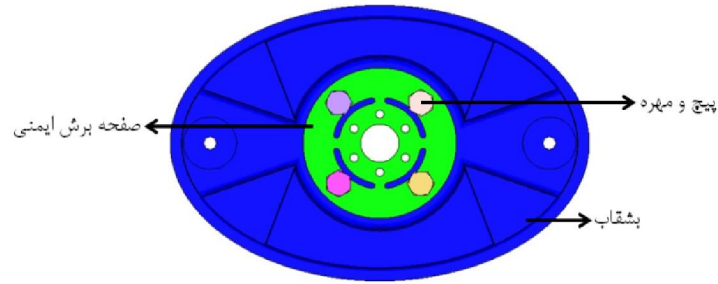
در نرم افزار مقصد تهیه می شود. نهایتاً مدل تهیه شده با توجه به رابط نرم افزاری، با انتخاب فرمت مناسب برای نرم افزار مقصد فرستاده می شود (جاهد مطلق، ۱۳۷۹).

مدل هندسی برای حل مسئله به روش اجزاء محدود شامل اجزاء زیر می باشد:

- ۱- صفحه برش ایمنی
- ۲- بشقاب
- ۳- پیچ و مهره (جهت اتصال صفحه برش ایمنی به بشقاب)

۲-۱-تهیه مدل توسط نرم افزار HyperMesh

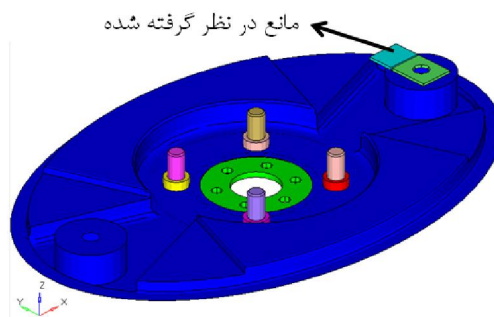
نرم افزار HyperMesh که یکی از زیر شاخه های نرم افزار HyperWorks است، ابزاری توانمند برای تهیه هر نوع مدل المان محدود می باشد. روش کار در این نرم افزار عموماً به این صورت می باشد که مدل هندسی تهیه شده توسط یکی از نرم افزارهای خانواده CAD با فرمت استاندارد فراخوانی شده که پس از ویرایش اولیه مدل هندسی (از بین بردن پارامترهای هندسی زائد) مدل المان محدود به صورت مناسب با در نظر گرفتن شرایط حل مساله



شکل ۴: اجزاء مدل هندسی برای حل به روش اجزای محدود

نوع مدل حجمی توسط این نوع المان قابل شبکه بندی می باشد. برای شبکه بندی مدل بشقاب نیز از المان 63 Shell استفاده شده است. با توجه به این که ضخامت مدل بشقاب در مقایسه با دیگر قطعات کمتر بود برای تهیه مدل المان محدود بشقاب از المان 63 Shell استفاده شده است. از این نوع المان ها در شبکه بندی انواع ورق ها استفاده می شود و دارای دو شکل هندسی مثلثی و مربعی می باشد (جاهد مطلق، ۱۳۷۹).

با توجه به این که حل مسئله شامل برخورد میان صفحه بشقاب و یک مانع همانند سنگ می باشد، دو جزء سبک و در عین حال صلب با مدول الاستیسیته برابر ۱۰۰۰ گیگاپاسکال و دانسیته برابر $0/000001$ به مجموعه فوق اضافه شد که در نهایت مدل هندسی به صورت شکل ۵ درآمد. برای شبکه بندی صفحه برش ایمنی و پیچ و مهره با توجه به هندسه قطعات از المان حجمی Solid 285 استفاده شده است. این المان به شکل هرمی مثلثی بوده و برای تحلیل های مکانیکی قابل استفاده می باشد. هر



شکل ۵: اجزای مدل هندسی با در نظر گرفتن یک مانع مانند سنگ

حل مسئله به روش المان محدود شامل سه مرحله پیش پردازش، پردازش و پس پردازش است (جاهد مطلق، ۱۳۷۹).

۲-۲- مراحل انجام کار در نرم افزار ANSYS

۲-۲-۱- مرحله پیش‌پردازش

در این مرحله المان‌های تماسی بین قطعات مجموعه توسط ابزار ویژه در نرم‌افزار HyperMesh تعریف می‌شود. مشخصات تماس پس از وارد کردن مدل در نرم‌افزار ANSYS تکمیل شده و رفتار تماسی از نوع استاندارد با توجه به راهنمای نرم‌افزار مقدار ضریب

اصطکاک برابر ۰/۲ بین تمام قطعات تعریف شد. مراحل تکمیلی پیش‌پردازش شامل مشخصات ماده می‌باشد، بدین منظور لازم است رفتار غیرخطی و مشخصات پلاستیسیته ماده برای محاسبه تنش‌های واقعی گذار از نقطه تسلیم آن تعریف شود (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات مکانیکی فولاد

نوع فولاد	کرنش	تنش (مگاپاسگال)
ST37	۰/۰۰۱۲	۲۴۰
	۰/۲	۳۷۰
ST52	۰/۰۰۱۸	۳۶۰
	۰/۱۵	۵۲۰
STE 460	۰/۰۰۲۳	۴۶۰
	۰/۱۲	۶۳۰
STE 690	۰/۰۰۳۱۵	۶۹۰
	۰/۰۶	۸۶۰

این روش برای تعریف مشخصه پلاستیسیته مواد فولادی قابل استفاده است و این نوع مواد رفتار کششی و فشاری مشابهی دارند و تنش تسلیم آن‌ها در حالت کششی و فشاری معادل هم بوده و مقدار تنش تسلیم آن‌ها در حالت برشی برابر ۰/۷۵ کششی و فشاری می‌باشد (افتخاری، ۱۳۸۶). از این روی با توجه به حل مدل براساس فولاد ST37 باید در نظر داشت که مطابق جدول ۱ مقدار تنش تسلیم آن در کشش و فشار با احتساب ضریب ایمنی برابر یک، معادل ۲۴۰ مگاپاسگال و مقدار تنش تسلیم برشی آن برابر ۱۸۰ مگاپاسگال خواهد بود. حساسیت قطعه و شرایط محیطی و نوع بارهای وارده به آن ایجاب

می‌کند برای مقادیر مذکور (تنش تسلیم کششی، فشاری و برشی) یک ضریب اطمینان در نظر گرفته شود که مقدار این ضریب برای قطعه مورد تحقیق برابر ۱/۴ فرض می‌شود. بنابراین در نهایت معیار شکست قطعه در مولفه تنش‌های اصلی ماده برابر ۱۷۰ مگاپاسگال در وضعیت کششی و فشاری و ۱۳۰ مگاپاسگال در وضعیت برشی خواهد بود.

۲-۲-۲- مرحله پردازش

پس از آماده کردن مدل المان محدود (شکل ۶) قسمت اصلی حل مسئله (پردازش) شامل مراحل تعریف شرایط مرزی تکیه‌گاهی، انتخاب نوع تحلیل،

بارگذاری و حل مسئله باید انجام شود (جاهد مطلق،

۱۳۷۹).

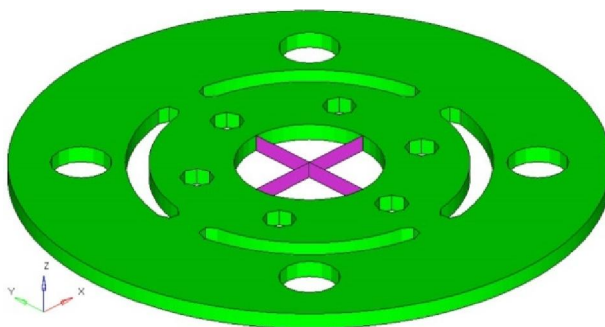
۲-۲-۱- شرایط مرزی

مجموعه آماده شده شامل یک صفحه برش ایمنی و یک بشقاب است که توسط پیچ و مهره به هم متصل شده و حول محور محرک با سرعت ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور بر دقیقه حرکت دورانی دارند (کاتالوگ- های دروگرهای بشقابی شرکت FELLA). برای شبیه- سازی حرکت دورانی، گره‌های قرار گرفته در مرکز دوران که توسط المان‌های سبک و صلب از چهار طرف دیسک متصل شده است، در سه راستای اصلی

سیستم مختصات مقید شده و صرفاً حول محور دوران آزادی چرخشی خواهند داشت و دو جهت دورانی دیگر نیز مقید خواهد بود (شکل ۷).

۲-۲-۲- انتخاب نوع تحلیل

مدل مورد تحقیق به دو روش قابل حل می- باشد. روش اول، محاسبه بارهای وارد به سیستم و حل مساله به صورت استاتیکی و در روش دوم، در نظر گرفتن شرایط دینامیکی و حل مساله به صورت غیر استاتیکی است.



شکل ۷: گره‌های قرار گرفته در مرکز دوران که توسط المان‌های سبک و صلب از چهار طرف به دیسک متصل شده است.

در روش دوم سرعت دورانی بیشینه سیستم اعمال شده و سپس مجموعه با یک جسم صلب به عنوان مانع برخورد می‌کند. انرژی جنبشی ناشی از لحظه برخورد به عنوان نیروی اصلی باعث به وجود آمدن تنش در کل سیستم خواهد شد. در این تحقیق حل مسئله براساس نوع تحلیل گذار (روش دوم) انتخاب می‌شود (جاهد مطلق، ۱۳۷۹).

۲-۳- گام‌های حل مساله

برای حل مساله دو گام در نظر گرفته شد. در گام اول مساله، گره‌های میانی صفحه برش ایمنی مقید شده و سرعت دورانی در جهت بردار نرمال

سطح صفحه برش ایمنی به گره‌های میانی که قید دورانی این گره‌ها در این راستا آزاد می‌باشد، اعمال گردید. سرعت دورانی در این مرحله برابر بیشترین سرعت دورانی مجاز دستگاه (معادل ۳۵۰۰ دور بر دقیقه) در نظر گرفته شد. با توجه به این که در نرم- افزار ANSYS حل مسئله در محیط APDL این نرم- افزار انجام می‌گیرد و در این محیط سیستم آحاد براساس مقیاس ابعاد مدل و مشخصات مواد تعیین می‌گردد، تحقیق حاضر بر اساس سیستم واحدهای SI با ابعاد میلی‌متری در نظر گرفته شد (جاهد مطلق، ۱۳۷۹). بنابراین سرعت دورانی براساس واحد رادیان

برای بررسی نتایج به دست آمده از نرم افزار ANSYS و صحنه گذاشتن بر این نتایج، یک ورق به آزمایشگاه آورده و به وسیله دستگاه سختی سنج راکول مورد تست سختی قرار گرفته شد که حدوداً عدد RB40 به دست آمد، این مقدار سختی معادل فولاد ST37 می باشد (اولریش، ۱۳۸۷).

با توجه به بررسی نوع شکست صفحه برش ایمنی در دروگرهای بشقابی تست پیچش برای این قطعه انتخاب شد. برای قرار دادن قطعه در دستگاه تست پیچش نیاز به فیکسچر بود، بنابراین مطابق (شکل ۸) فیکسچری برای این منظور ساخته شد. با توجه به بررسی نوع شکست صفحه برش ایمنی در دروگرهای بشقابی تست پیچش برای این قطعه انتخاب شد. برای قرار دادن قطعه در دستگاه تست پیچش نیاز به فیکسچر بود، بنابراین مطابق (شکل ۸) فیکسچری برای این منظور ساخته شد.

بر ثانیه محاسبه شده و معادل ۳۶۶ رادیان بر ثانیه اعمال شده است. زمان در نظر گرفته شده برای این گام بسیار کوچک و برابر ۰/۰۰۱ ثانیه می باشد. این زمان کوتاه صرفاً برای تحریک سیستم با سرعت دورانی اولیه می باشد و به این دلیل که هیچ مکانیزمی برای کاهش سرعت دورانی وجود ندارد تا زمانی که برخورد با مانع انجام نشود کل سیستم با این سرعت دورانی در راستای بردار نرمال سطح صفحه برش ایمنی خواهد چرخید.

در گام دوم مسئله شرایط مرزی تکیه گاهی مطابق شرایط در نظر گرفته شده در گام اول می باشد. در این گام سرعت دورانی اعمال شده بر روی گره های میانی صفحه برش ایمنی حذف شده و زمان کافی برای برخورد صفحه برش ایمنی با مانع و حل مسئله در نظر گرفته می شود. با توجه به فاصله در نظر گرفته شده میان مانع و پیشانی صفحه برش ایمنی، زمان مسئله در این گام برابر ۰/۱ ثانیه فرض می شود.

۲-۴- آزمون صفحه برش ایمنی در محیط آزمایشگاه:



شکل ۸: فیکسچر ساخته شده برای تست پیچش صفحه برش ایمنی در دروگرهای بشقابی

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی نتایج صفحه برش ایمنی (براساس

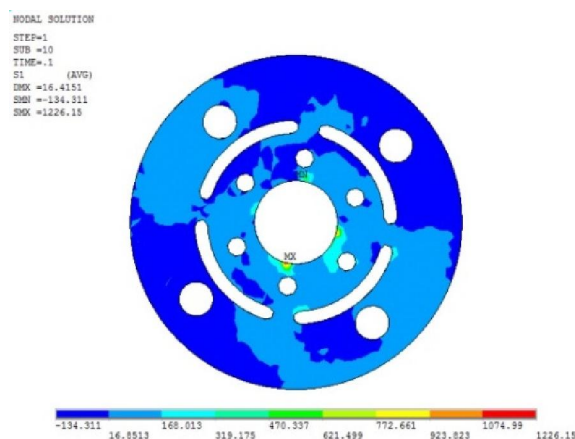
ضخامت ورق ۴ میلی متر)

با توجه به نوع اتصال المان های میانی به گره های داخلی صفحه برش ایمنی، انتظار می رود در

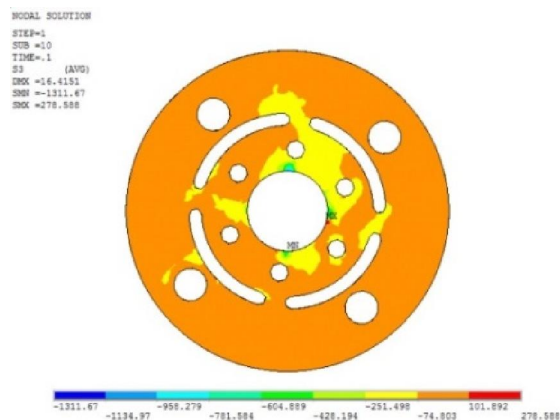
صفحه برش ایمنی برای آزمایش در وسط فیکسچر به وسیله پیچ و مهره های مربوطه نصب شد، سپس بین دو فک دستگاه تست پیچش پلاستیک شرکت AVERY ساخت کشور انگلستان قرار گرفت.

داشته باشد. در شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب تنش‌های کششی، فشاری، برشی و تنش فون مایسز محاسبه شده در صفحه برش ایمنی مورد مطالعه قابل مشاهده است.

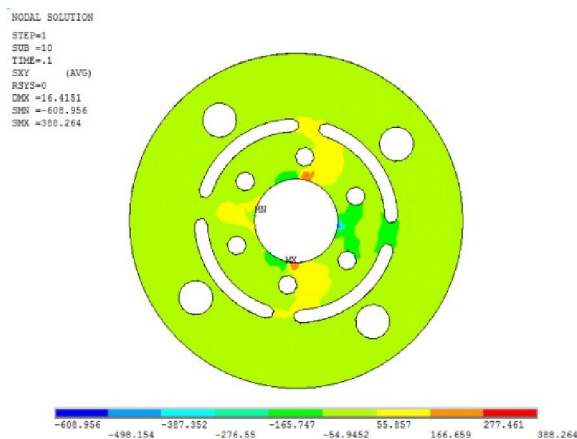
محل اتصال این المان‌ها صفحه برش ایمنی تمرکز تنش وجود داشته باشد. از آن جایی که این المان‌ها تنها نقش انتقال شرایط مرزی به مدل را ایفا می‌کنند، بنابراین در ناحیه مذکور نتایج مستند نخواهد بود. اما در نواحی دیگر مدل انتظار می‌رود نتایج دقت مناسبی



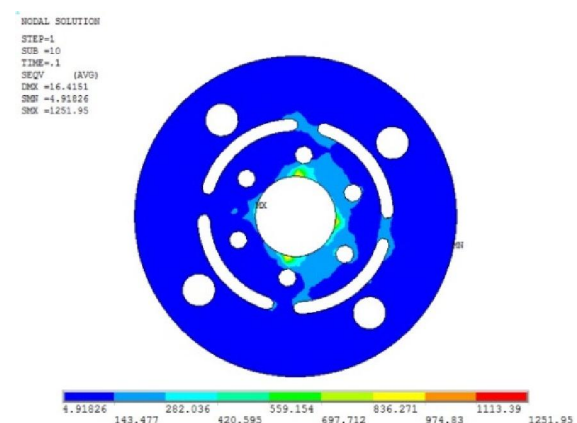
شکل ۹: مشاهده تنش کششی در صفحه برش ایمنی بر اساس ضخامت ۴ میلی‌متر



شکل ۱۰: مشاهده تنش فشاری در صفحه برش ایمنی بر اساس ضخامت ۴ میلی‌متر



شکل ۱۱: مشاهده تنش برشی در صفحه برش ایمنی براساس ضخامت ۴ میلی متر



شکل ۱۲: مشاهده تنش فون مایسز در صفحه برش ایمنی براساس ضخامت ۴ میلی متر

مولفه‌های اصلی تنش خواهیم داشت. توجه به اختلاف زیاد میان نتایج محاسبه شده و تنش‌های حد تسلیم ماده، مقدار تنش ناحیه پلاستیک رفتار ماده کلاً برابر صفر بوده است.

۳-۲- بررسی نتایج صفحه برش ایمنی (براساس ضخامت ورق ۲ میلی متر)

برای بهینه‌سازی صفحه برش ایمنی، تحلیل مرحله دوم براساس روش سعی و خطا ضخامت ورق برابر ۲ میلی متر انجام شده است. شرایط مرزی

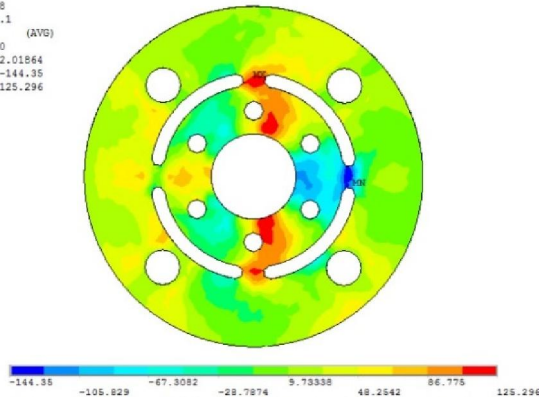
با توجه به نتایج مشاهده شده از شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ مولفه‌های اصلی تنش بیشینه مقدار تنش کششی در محل آسیب برابر ۹۰ مگاپاسگال، بیشینه تنش فشاری برابر ۸۰ مگاپاسگال و بیشینه تنش برشی برابر ۷۰ مگاپاسگال می‌باشد. در دو حالت کششی و فشاری کمینه ضریب اطمینان قطعه در ناحیه آسیب برابر ۱/۹ و در حالت برشی برابر ۱/۸ می‌باشد. براساس مقاومت ماده در برابر مولفه‌های اصلی تنش اختلاف کاملاً ایمنی نسبت به مقدار مقاومت ماده و معیار گسیختگی آن در هر کدام از

معیار گسیختگی ماده براساس مولفه‌های اصلی تنش به ترتیب برابر ۱۳۰ مگاپاسگال در برش و ۱۸۰ مگاپاسگال در کشش و فشار می‌باشد..

مطابق (شکل ۱۵)، (توزیع تنش برشی در صفحه) بیشینه تنش برشی در محل آسیب برابر ۱۲۰ مگاپاسگال می‌باشد. بدین ترتیب فاصله خیلی کمی تا رسیدن به حد گسیختگی ماده در برش وجود دارد و ظرفیت ماده برای مقاومت در برابر برش کامل شده است

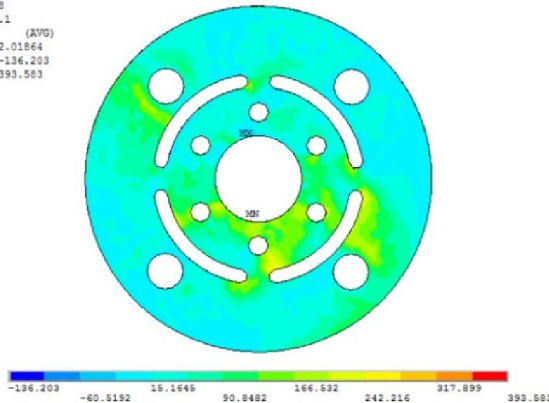
اعمال شده برای این حالت، دقیقاً مشابه شرایط مرزی حالت اول در نظر گرفته شده است. مدل بهینه سازی شده نیز با همان فولاد مورد استفاده برای مدل تحلیل شده است (ST37). بنابراین در این حالت نیز مقاومت ماده دقیقاً برابر مقاومت ماده مورد اشاره در مدل اول می‌باشد. نتایج به دست آمده از حل المان محدود مدل بهینه‌سازی در تصاویر (شکل ۱۳)، (شکل ۱۴)، (شکل ۱۵) و (شکل ۱۶) قابل مشاهده می‌باشد. همان‌طور که در قسمت‌های قبل در بحث مقاومت ماده مورد استفاده (ST37) به آن اشاره شد،

NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =8
TIME=.1
SKY (AVG)
RSYS=0
DMX =2.01864
SMN =-144.35
SMX =125.296



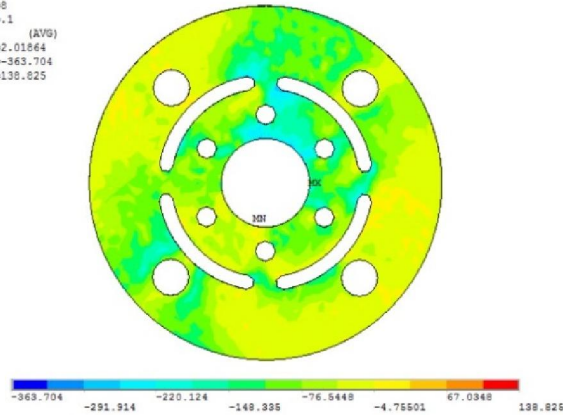
شکل ۱۳: توزیع تنش برشی بر اساس ضخامت ۲ میلی‌متر

NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =8
TIME=.1
S1 (AVG)
DMX =2.01864
SMN =-136.203
SMX =393.583



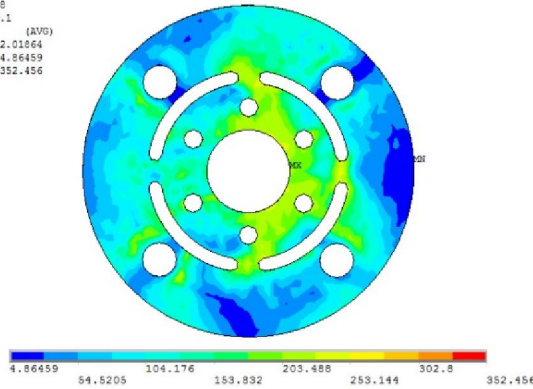
شکل ۱۴: توزیع تنش کششی بر اساس ضخامت ۲ میلی‌متر

NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =8
TIME=.1
S3
(AVG)
DMX =2.01864
SMN =-363.704
SMX =138.826



شکل ۱۵: توزیع تنش فشاری براساس ضخامت ۲ میلی متر

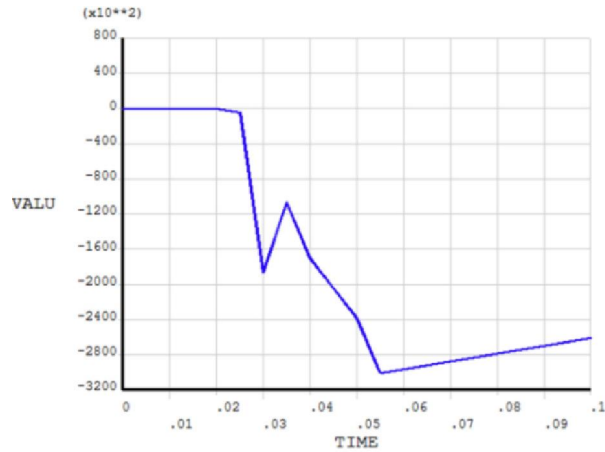
NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =8
TIME=.1
SEQV
(AVG)
DMX =2.01864
SMN =4.86459
SMX =352.456



شکل ۱۶: توزیع تنش فون مایسز براساس ضخامت ۲ میلی متر

در (شکل ۱۷) نمودار نیروی برآیند در نقطه مقید شده است. طبق نمودار در زمان حدوداً برابر ۰/۰۵۵ ثانیه مقدار نیرو به اوج خود رسیده و بعد از آن با جدا شدن تدریجی دو جسم از یکدیگر کم می-شود. بنابراین با در نظر گرفتن بیشینه نیروی بدست آمده برابر ۳۱۰۰ نیوتن و فاصله تکیه گاه تا مرکز دیسک برابر ۰/۱۵۷ متر بیشینه گشتاور برابر ۴۸۰ نیوتن متر به دست می آید.

با توجه به نتایج مشاهده شده در شکل ۱۴، بیشینه تنش کششی محاسبه شده در محل آسیب برابر ۱۸۵ مگاپاسگال می باشد. این مقدار تنش محاسبه شده به اندازه ۵ مگاپاسگال بیشتر از ظرفیت ماده برای رسیدن به حد گسیختگی در اثر کشش می باشد (با احتساب ضریب ایمنی برابر ۱/۴) بر این اساس در صورت افزایش مقدار تنش کششی، امکان آسیب قطعه در محل مورد نظر وجود خواهد داشت.



شکل ۱۷: نمودار نیروی برآیند در نقطه مقید شده

المان محدود باشد، شرایط ایمنی خواهیم داشت و هیچ کدام از مولفه‌های تنش در نقطه بیشینه از حد تسلیم ماده (با در نظر گرفتن ضریب ایمنی برابر ۱/۴) فراتر نرفته است. بنابراین با توجه به مقدار تنش‌های بیشینه محاسبه شده در قسمت اول، پیشنهاد شد برای بهینه سازی مدل مورد مطالعه، ضخامت قطعه نصف شود.

۳-۳- نتایج آزمون صفحه برش ایمنی در محیط

آزمایشگاه

نتیجه تست صفحه برش ایمنی مطابق جدول ۲ به دست آمد. بعد از تست پیچش صفحه برش ایمنی به گسیختگی کامل رسید (شکل ۱۸). نتایج ارائه شده در بخش اول با ضخامت ۴ میلی‌متر نشان می‌دهد در صورتی که در شرایط آزمایشگاهی انرژی برخورد معادل اثر ضربه در روش

جدول ۲: گزارش تست صفحه برش ایمنی

شماره نمونه	حداکثر گشتاور (N.m)	زاویه پیچش (deg)	ضخامت نمونه (mm)	ملاحظات در حداکثر گشتاور
۱	۶۷۰	۳۰	۲	شکست نمونه



شکل ۱۸: گسیختگی صفحه برش ایمنی در دروگرهای بشقابی

اصلی تنش برشی، کششی و فشاری برابر ۱۹۰ مگاپاسگال و ۲۶۰ مگاپاسگال خواهد بود. در این صورت می توان از همان طرح مورد مطالعه صفحه برش ایمنی با ضخامت کمتر و برابر ۱/۵ میلی متر استفاده نمود.

عملیات حرارتی یکی از روش های افزایش استحکام فولاد می باشد. اما با توجه به افزایش هزینه ساخت، استفاده از این روش مقرون به صرفه نمی باشد. البته باید به این نکته توجه نمود در صورت استفاده از عملیات حرارتی، صلیبیت قطعه افزایش می یابد. این بدان معنی است که استحکام قطعه در برابر مولفه تنش برشی افزایش کمتری نسبت به دیگر مولفه های اصلی تنش خواهد داشت.

۳-۴- نتیجه گیری از تست صفحه برش ایمنی در آزمایشگاه

با توجه به حداکثر گشتاور پیچش یعنی Nm 670 در آزمایشگاه و با احتساب ضریب اطمینان ۱/۴ مشخص شد المان بندی و مراحل تحلیل صفحه برش ایمنی به درستی انجام شده است.

۱. الستی، ب؛ ع، شیخی و م، کماریزاده. ۱۳۸۶. ارزیابی دروگر بشقابی و تحلیل تیغه آن. سومین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشین های کشاورزی.

در این صورت انتظار می رود افزایش قابل توجهی در مقدار تنش های مشاهده شده در مدل اول نسبت به مدل بهینه شده به وجود آید. نتایج ارائه شده از تحلیل مدل بهینه شده نشان می دهد مولفه تنش برشی از مقدار ۸۰ مگاپاسگال در تحلیل اول به ۱۲۰ مگاپاسگال در تحلیل دوم افزایش یافته است. همین طور مولفه های تنش فشاری و کششی به ترتیب از مقدار ۸۰ و ۱۱۰ مگاپاسگال به ۱۱۵ و ۱۸۵ مگاپاسگال افزایش یافته است. در مقایسه با ظرفیت فولاد ST37 پیشنهاد شده در ساخت صفحه برش ایمنی، مولفه های تنش برشی و کششی در صورت افزایش بیشتر می توانند به عنوان عامل به وجود آمدن خرابی در قطعه تبدیل شوند. از این روی در صورت استفاده از فولاد ST37 در ساخت این قطعه امکان کاهش بیشتر ضخامت صفحه وجود نخواهد داشت.

برای بهینه سازی مدل استفاده از فولاد ST52 با استحکام بالا می باشد براساس جدول ۱ تنش حد گسیختگی فولاد ST52 برابر ۳۶۰ مگاپاسگال می باشد. این بدان معنی است که با احتساب ضریب ایمنی برابر ۱/۴، معیار ایمنی در برابر مولفه های

مراجع

۲. افتخاری، م. ۱۳۸۶. بررسی شکل‌پذیری اعضای ساخته شده از فولاد پرمقاومت و مقایسه‌ی آن با فولاد نرمه. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران. دانشگاه تهران.
۳. بهروزی لار، م. ۱۳۸۶. اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی. تالیف: اجیت سریواستاوا. کارول گورینک. راجر رورباک. ترجمه: حسین مبلی. ناشر: معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی. ۷۰۲ص.
۴. جاهد مطلق، ح. ۱۳۷۹. ANSYS. دانشگاه علم و صنعت ایران. ۴۰۰ص.
۵. کپنر، بینر و بارگر ۱۳۷۱. ترجمه س. ا. شفیع‌ی. اصول ماشین‌های کشاورزی. دانشگاه تهران. ۴۶۸ص.
۶. اولریش، فیشر. ۱۳۸۷. ترجمه: عبدا... ولی نژاد. جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی. انتشارات طراح. ۴۳۰ص.
۷. منصوری‌راد، د. ۱۳۸۴. تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی. جلد اول. چاپ سیزدهم. دانشگاه بوعلی سینا. ۵۱۹ص.
۸. نوین، ف. ۱۳۹۲. مهندسی معکوس با CATIA. انتشارات آفرنگ. ۳۲۸ص.
۹. کاتالوگ‌های دروگرهای بشقابی شرکت FELLA.

Stress Analysis of Safety Cutting Plate in Disc Mowers

Salman Vasheghani Farahani^۳, Davod.M. Zamani^۴, Majid Rashidi

Received: 15 August 2015

Accept: 21 October 2015

Abstract

This plan is to calculate the shear stress on the safety of a sample disk mower, initially through reverse engineering and conceptual design, SolidWorks software components required for the analysis and design software to help Hyper Mesh and Finite Element were analyzed in ANSYS software. The results of the analysis software based on the thickness of four millimeters for cutting steel plate ST37, the maximum amount of damage equal to 90 MPa tensile stress at the maximum compressive stress of 70 MPa to 80 MPa and maximum shear stress as the main component tensions were obtained. It is also optimized for the same material thickness 2 mm, the maximum tensile stress of 185 MPa was calculated at the injury site and found that the thickness of the piece reaches its breaking point. Regarding the maximum force of 3100 N and Backrest distance to the center of the safety cut 0/157 m, maximum torque of 480 Nm is reached. In laboratory tests, the plot twists for cutting to the desired torque of 670 Nm is reached. The results obtained showed disk mower Finite Element safety cut- page analysis dish is done correctly.

Key words: Disc mower, Safety Cutting Plate, Shearing Stress, ANSYS

³ Master of Science Engineering of mechanic of agricultural machinery - Islamic Azad University -Takestsn Branch

⁴ Assistant Professor, Islamic Azad University-Takestsn Branch

*corresponding author: Salman.fvasheghani@gmail.com