مدل سازی، تحلیل و بهینه سازی ماشین چغندرکن ارتعاشی

حجت نوری[۱]، امین الله معصومی[۲] و غلامحسن نجفی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، hojjat_noori2000@yahoo.com

۲- استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در این پروژه، مدل سازی، تحلیل و بهینه سازی یک ماشین چغندرکن سه واحده پشت تراکتوری کششی از نوع ارتعاشی انجام شد. به علت خارج از مرکز بودن محل اتصال شفت انتقال نیرو به واحدهای بیرون آورنده چغندر قند، در هنگام انتقال نیروی محور تواندهی به این واحدها، ارتعاش زیاد واحدها مشاهده می شود. به علت این که دو واحد کناری، خاک را تحت فشار قرار داده و از طرفی به علت گیر کردن خار و خاشاک به واحد وسطی، ماشین چغندرکن ارتعاشی نمی توانست به طور رضایت بخش کار کند. به همین دلیل جهت بهینه سازی ماشین، واحد وسطی به عقبتر انتقال داده شد. نتایج نظری و تحلیل از یک سو و نتایج عملی نشان داد که بهینه سازی ماشین چغندرقند ارتعاشی تاثیر بسزایی در عملکرد ماشین داشته است.

کلمات کلیدی: چغندر کن ارتعاشی، مدل سازی، بهینه سازی

مقدمه:

تکامل ماشینهای برداشت چغندرقند در کشورهای پیشرفته به قدری با موفقیت همراه بوده است که امروزه کمتر کشاورزی است که چغندرقند کشت نماید اما فاقد یکی از انواع ماشینهای برداشت این محصول باشد. ماشینهای برداشت چغندرقند امروزی از تکامل همین طوقه زن ها و چغندرقند کنهای ساده به وجود آمده اند. برگ زن شبیه به یک دروگر چکشی است و در شرایطی که در زمان برداشت، ساقه ها و برگهای چغندرقند بلند و پرپشت باشند برای قطع آنها از این وسیله استفاده می شود. طوقه زن شامل یک چرخ کنگره دار است که یک چاقویی افقی در قسمت عقب در زیر این چرخ به آن متصل شده است. حرکت چرخ کنگره دار به وسیله یکی از چرخهای زمین ماشین برداشت چغندرقند تامین می شود. چرخ کنگره دار تحت فشار یک فنر قرار دارد و قاب آن می تواند به دور محوری چرخش کند و در نتیجه چرخ و تیغه را بالا و پایین ببرد. فاصله چاقو از چرخ کنگره دار قابل تنظیم است و این فاصله قطر طوقه بریده شده را تعیین می کند. پس از اینکه طوقه چغندر قند توسط چاقو بریده شد آنها روی ردیف چغندر قند و در جایی که قطع شده اند قرار می گیرند. برای این که طوقه های بریده شده مانع دستگاه چغندر کن نشوند و طوقه ها به همراه چغندرها بالا نروند، لازم است آنها را به ترتیبی از روی ردیف کشت دور

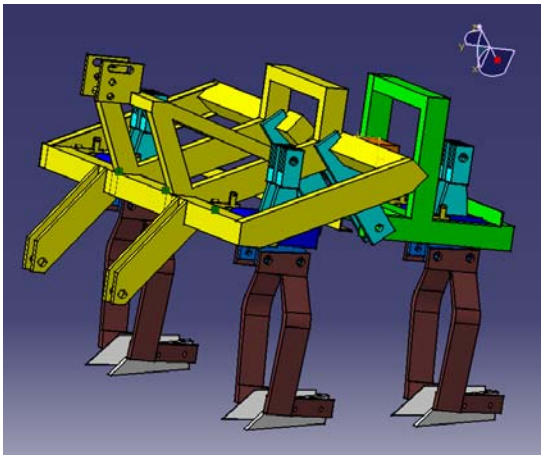
نمود. برای این کار از یک کنارزن طوقه انگشتی دار دوار که بلافاصله پس از طوقه زن قرار گرفته است در اکثر ماشینهای برداشت چغندر قند استفاده می شود. این وسیله از یک دیسک فولادی تشکیل شده است که به دور آن انگشتیهای لاستیکی ضربه زن به طور معلق قرار گرفته اند. انگشتیهای لاستیکی در موقع کار در وضعیت عمود به دیسک فولادی قرار می گیرند. دستگاه چغندر کن عمل بیرون آوردن چغندر قند از زمین را به عهده دارد. واحد چغندرکن ممکن است دارای دو تیغه مثلثی شکل باشد که به آنها تیغه های چغندرکن می گویند. تیغه ها بلافاصله قبل از نقاله زنجیری طوری کنار هم قرار می گیرند که در عقب زاویه ای می سازند و بدین ترتیب وقتی چغندرها از خاک بیرون می آیند بلافاصله وارد نقاله می شوند تا از آنجا در مخزن چغندر تریلی یا کامیون تخلیه شوند. ماشینهای برداشت چغندرقند در انواع مختلف به بازار عرضه می شوند. محققین مختلفی در خصوص بهینه سازی ادوات و ماشین های کشاورزی تحقیق نموده اند. در کتاب های مختلف در خصوص طراحی، بهینه سازی و محاسبات سیستم ها، مکانیزم ها و ادوات مکانیکی از جمله ادوات ماشین های کشاورزی مطالب موثری عنوان شده است (٦-١). در تحقیقی، آزمایش و طراحی دینامیکی و ارتعاشی سیستم شش درجه آزادی برای شبیه سازی رفتار ارتعاشی تراکتور در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. در این تحقیق مشخص شد که متغیرهای تاثیر گذار بر عملکرد شامل بیشینه بار، بسامد تشدید و تنشهای مجاز، بر ارتعاش تراکتور تاثیر می گذارند. قطعات مکانیکی و هیدرولیکی ساخته شدند. نتایج آزمون ارتعاشی بیانگر بسامد ۱۰HZ-۱ برای مجموعه بود (۹). همت و همکاران (۷) که روی یک زیرشکن تیغه ارتعاشی تحقیق نمودند، دریافتند که با افزایش فرکانس ارتعاش، روند تغییر لغزش چرخهای محرک تراکتور مشابه تغییر مقاومت کششی دستگاه بود. تاثیر زاویه حمله تیغه و فرکانس ارتعاش بر عملکرد یک چغندرکن ارتعاشی سه واحدی در برداشت کشت های ۵۰ سانتی متری توسط آقای معصومی و همکاران (۸) مطالعه شد. نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که مناسب ترین زاویه حمله تیغه ٢٤ درجه و فرکانس ارتعاشی ۹ هرتز است.

مواد و روش ها:

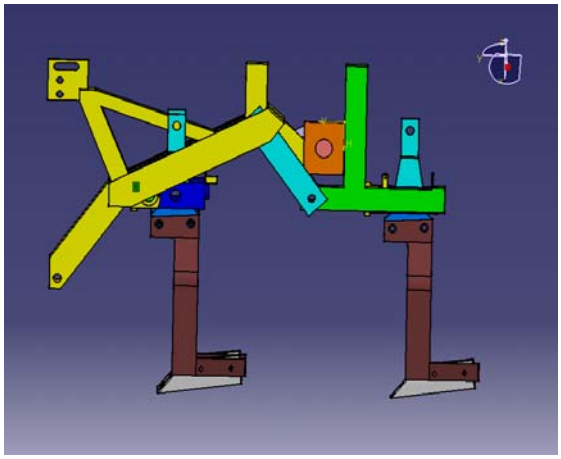
ماشینی که در این پروژه بر روی آن کار شد و اصلاحاتی بر روی آن انجام شد یک چغندرکن سه واحده پشت تراکتوری کششی از نوع ارتعاشی بود. بعد از اینکه برگها و طوقه های چغندرقند توسط ماشینهای جداگانه زده شد این ماشین چغندرقند را از زمین خارج می کند. و نحوه کار آن به این صورت است: نیرو از محور تواندهی تراکتور توسط میل گاردان به جعبه دنده دستگاه می رسد. در این جعبه دنده تغییر جهت ۹۰ درجه در حرکت به وجود می آید. بعد از این تغییر جهت نیرو به دنده هایی میرسد که مانند چلاق دست عمل کرده و به علت خارج از مرکز بودن محل اتصال شفت انتقال نیرو به واحدهای بیرون آورنده چغندر قند به این چرخ دنده ها (توپی ها) نیروی دورانی به رفت و برگشتی تبدیل شده و ارتعاش واحدها را سبب می شود. که به علت این که دو واحد کناری خاک را تحت فشار قرار می دادند و از طرفی به علت گیر کردن خار و خاشاک به واحد وسطی این واحد نمی توانست به طور رضایت بخش کار کند. شکل ۱ نمونه واقعی ماشین چغندرکن ارتعاشی پیش از بهینه شدن را نشان می دهد. جهت بهینه سازی ماشین چغندر کن ارتعاشی، واحد وسطی به عقبتر انتقال داده شد. مدل سه بعدی این طرح در نرم افزار CATIA ایجاد گردید. شکل ۲، نماهای مختلف مدل سه بعدی ماشین چغندرکن ارتعاشی را نشان می دهد.

مشخصات جنس، مواد و مشخصات مکانیکی به عنوان داده های ورودی نرم افزار مدلسازی در جدول ۱ تشریح شده اند. همچنین جدول ۲، نحوه و میزان بارگذاری بر روی مجمعه را در محیط نرم افزاری نشان می دهد.

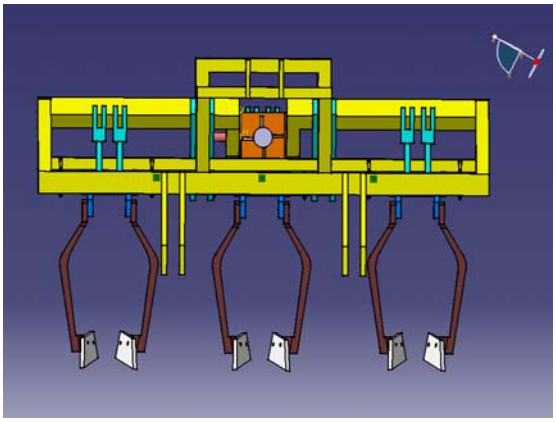
شکل ۱: نمونه واقعی ماشین چغندرکن ارتعاشی پیش از بهینه شدن



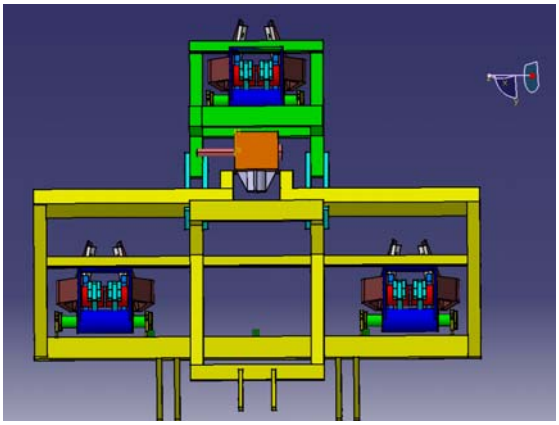
(الف)



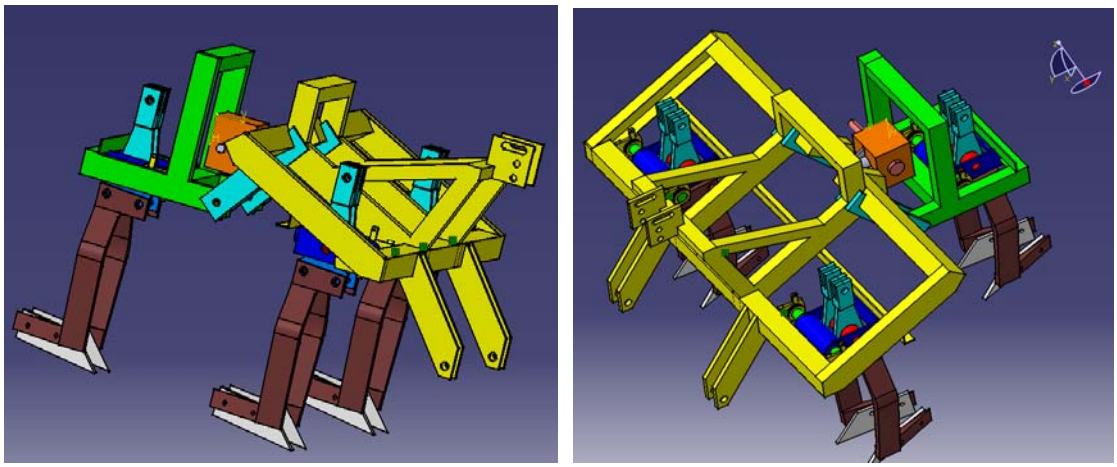
(ب)



(ج)



(د)



(ه) (د)

شکل ۲ : مدل سه بعدی ماشین چغندرکن ارتعاشی در نماهای مختلف

جدول ۱ : مشخصات جنس، مواد و مکانیکی به عنوان داده های ورودی نرم افزار مدلسازی

TABLE 2 Steel, High Strength Low Alloy	
Young's Modulus	2.e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.287
Mass Density	7.84e-006 kg/mm³
Tensile Yield Strength	275.8 MPa
Tensile Ultimate Strength	448.0 MPa

TABLE 1 left tine.ipt Statistics	
Bounding Box Dimensions	146.2 mm 555.6 mm 363.3 mm
Part Mass	13.17 kg
Part Volume	1.68e+006 mm³
Mesh Relevance Setting	0
Nodes	1734
Elements	717

جدول ۲ : مشخصات بارگذاری بر روی مدل

TABLE 3
Load and Constraint Definitions

Name	Type	Magnitude	Vector
Force 1	Surface Force	5000 N	0.0 N 0.0 N -5000 N
Pin Constraint 1	Pin Constraint	Radial Direction: Fixed Axial Direction: Fixed Tangential Direction: Free	N/A

TABLE 4
Constraint Reactions

Name	Force	Vector	Moment	Moment Vector
Pin Constraint 1	5000 N	9.207e-003 N 4.856e-003 N 5000 N	1.451e+007 N·mm	1.362e+007 N·mm 5.011e+006 N·mm -29.86 N·mm

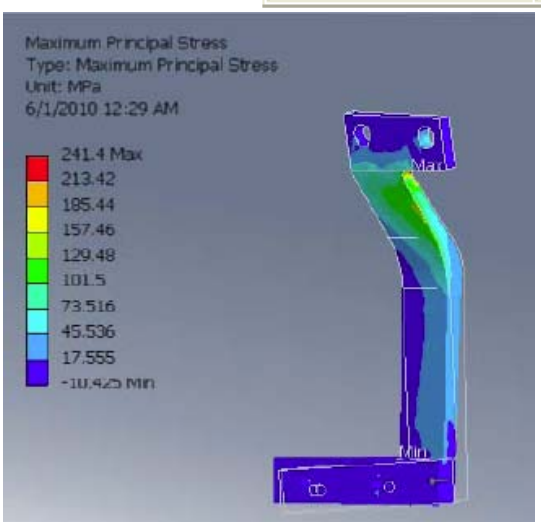
نتیجه گیری و بحث:

نتایج حاصل از تنش و کرنش مدل، در شکل ۳ نشان داده شده است. جدول ۳ نیز بیانگر مقادیر عددی تنش های بیشینه، تنشهای اصلی و کرنش های بیشینه می باشد. نتایج نشان داد که با انتقال واحد وسطی به عقبتر مقادیر تنش های اصلی بر روی تیغه ها کاهش یافته و باعث بهینه شدن ماشین چغندرقند ارتعاشی شده است.

جدول ۳: نتایج حاصل از تحلیل ماشین چغندر کن ارتعاشی در نرم افزار

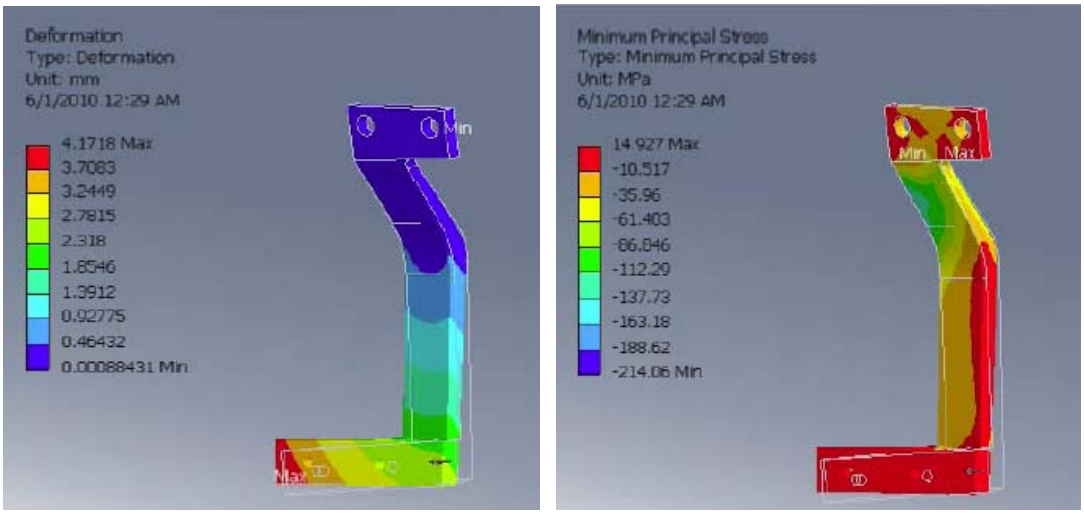
TABLE 5
Structural Results

Name	Minimum	Maximum
Equivalent Stress	9.434e-002 MPa	245.3 MPa
Maximum Principal Stress	-10.43 MPa	241.4 MPa
Minimum Principal Stress	-214.1 MPa	14.93 MPa
Deformation	8.843e-004 mm	4.172 mm
Safety Factor	1.124	N/A

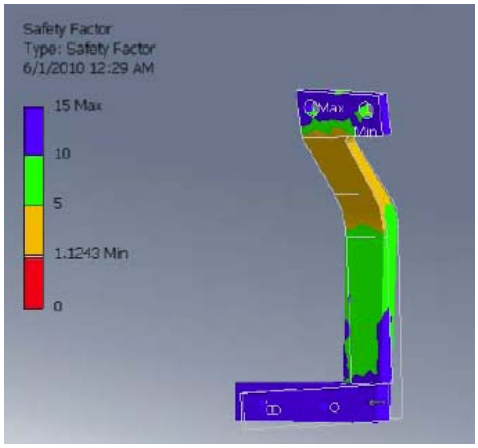


(ب)

(الف)



(د) (ج)



(ه)

شکل ۳: نتایج تحلیل در خصوص بیشینه تنش و کرنش سازه

منابع

۱. افضلی، م. ملکان، م. ۱۳۸۳. بیر، فردیناند. جانسون، راسل، مقاومت مصالح ، چاپ سوم، انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران.

۲. امیر فضلی، ع. ۱۳۸۰. روشهای طراحی در مهندسی، چاپ اول، انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران.

۳. بهروزی لار، م. عقبائی، ر. ۱۳۸۰. هانت ،دانل.آر. ، مدیریت تراکتور و ماشینهای کشاورزی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

٤. پوستی، ب. ١٣٨٤. رائو ،اس.اس. ارتعاشات مکانیکی ، چاپ سوم، انتشارات متفکران، تهران.

۵. سینایی، ع. ۱۳۸٤. مریام ،ال.جی. ، کریگ ،جی.ال.، دینامیک مهندسی مکانیک ، چاپ هشتم، انتشارات جهان فردا، مشهد.

٦. منصوری راد، ب. ۱۳۸۳. مکانیک تراکتور وماشین های کشاورزی، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا ، همدان.

۷. همت، ع.، ح. ر. صادق نژاد و ر. علیمردانی، ۱۳۷۹. مقاومت کششی زیرشکن ارتعاشی در دو حالت ارتعاشی و بدون ارتعاش و اثر آن بر خواص فیزیکی خاک. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۱ (۱): ۱۲۷-۱٤٤.

۸. معصومی ا.، همت ع. و رجبی م. تاثیر زاویه حمله تیغه و فرکانس ارتعاش بر عملکرد یک چغندرکن ارتعاشی سه واحدی در برداشت کشت های ۵۰ سانتی متری، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۲، شماره ٤٤، تابستان ۱۳۸۷.

9. Hostens; J. Anthonis; P. Kennes; H. Ramon, Six-degrees-of-freedom Test Rig Design for Simulation of Mobile Agricultural Machinery Vibrations, *Journal of agric. Engng Res.*, 2000, 77 (2), 155-169.