طراحی و تحلیل استاتیکی شاسی و مخزن ماشین خودکار جمع‌آوری محصول کشمش

حامد رمضانی[۱]، محمد هادی خوش تقاضا[۲]* ، سعید مینایی [۳] و غلامرضا اکبری زاده[۴]

۱. دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس تهران(hami_849@yahoo.com)
۲. استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تربیت مدرس تهران
۳. استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه دانشگاه تربیت مدرس تهران
۴. دانشیار گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

شاسی یکی از مهم‌ترین قسمت‌های هر ماشین می‌باشد، که می‌بایست از استحکام و مقاومت کافی در برابر نیروهای اعمال شده برخوردار باشد. امروزه طراحی ماشین‌ها با استفاده نرم‌افزارهای نوین صورت می‌پذیرد. هدف اصلی این پژوهش طراحی و تحلیل استاتیکی شاسی و مخزن یک ماشین خودکار جمع‌آوری کشمش از سطح زمین می‌باشد. شاسی و مخزن توسط نرم‌افزار Solidworks 2013 طراحی گردیده و با استفاده از بخش تحلیلی simulation، مورد تحلیل استاتیکی قرار گرفت. با توجه به اینکه هدف از ساخت دستگاه، جمع‌آوری ۵۰ کیلوگرم کشمش در یک نوبت‌کاری (۱۵ دقیقه) بود، درنتیجه با در نظر گرفتن چگالی کشمش، مخزن دستگاه با گنجایش $۰/۰۸m^3$ و با ابعاد طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۵۰ cm، ۴۰ و ۴۰ و شاسی نیز با ابعاد۴۰cm،۶۰ و ۲ طراحی گردید. مقدار نیروی وارد شده به قسمت‌های مختلف شاسی بر اساس نیروهای اعمال شده از طرف کشمش، منبع تغذیه، برس جمع‌آوری، تسمه‌نقاله، موتورها و مخزن به ترتیب ۵۰۰، ۱۷۰، ۳۰، ۲۰، ۲۰، و ۶۰ نیوتن بود. پس از تجزیه‌وتحلیل قسمت‌های مختلف شاسی و مخزن، نتایج نشان داد که حداکثر تنش در شاسی و مخزن به ترتیب برابر است با $۱۷/۸۸ N/mm^2$ و $۷۲/۴۴ N/mm^2$. بیشترین تغییر طول روی شاسی نیز در قسمت جلویی نشیمنگاه مخزن می‌باشد. همچنین با مقایسه تنش‌ها می‌توان گفت که این ناحیه دچار بیشترین تنش می‌گردد. متوسط ضریب اطمینان شاسی و مخزن با تقسیم بیشترین تنش قطعه به تنش نهایی ماده به مقدار ۳/۰۸ به دست آمد که در حد قابل‌قبولی است.

کلمات کلیدی: *تحلیل نرم‌افزاری، تنش، کرنش، Solidworks، ماشین خودکار*

*نویسنده مسئول: khoshtag@modares.ac.ir

طراحی و تحلیل استاتیکی شاسی و مخزن ماشین خودکار جمع‌آوری محصول کشمش

مقدمه

کشور ایران یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده کشمش در جهان به شمار می‌رود. معمولاً تهیه کشمش به چهار روش عمده‌ی صنعتی، آفتابی، سایه‌خشک، تیزابی انجام می‌شود. روش آفتابی به‌عنوان یکی از روش‌های عمده‌ی فرآوری انگور که بیش از ۶۰ درصد انگور ایران به این روش خشک می‌گردد[۲]، به‌صورتی است که معمولاً انگورها در یک محوطه مسطح سیمانی روی زمین پهن و خشک می‌شوند. متأسفانه جمع‌آوری و فرآوری کشمش حاصل از این روش ، اغلب با روش‌های اولیه سنتی و با استفاده از نیروی انسانی است که کاری وقت‌گیر و خسته‌کننده می‌باشد. لذا جمع‌آوری خودکار کشمش می‌تواند راندمان کاری را به‌صورت قابل‌توجهی افزایش دهد و موجب صرفه‌جویی در وقت و هزینه گردد. طراحی ماشین‌ها با استفاده نرم‌افزارهای طراحی و بر مبنای اصول نوین علمی و صنعتی و اطلاعات حاصل از روش‌های تحقیقی صورت می‌پذیرد. یکی از اهداف این پژوهش طراحی و تحلیل استاتیک شاسی و مخزن یک ماشین خودکار جمع‌آوری کشمش از سطح زمین می‌باشد. ازآنجایی‌که این ماشین، یک دستگاه در حال حرکت می‌باشد درنتیجه می‌بایست نسبت به سایر دستگاه‌های ثابت ازلحاظ ضریب اطمینان و مقاومت قطعات، بیشتر موردتوجه قرار گیرد. با توجه به اینکه کلیه‌ی قطعات یک دستگاه بر روی شاسی سوار می‌شوند، بنابراین شاسی یکی از مهم‌ترین بخش‌های یک دستگاه را تشکیل می‌دهد، و گام نخست ساخت این ماشین خودکار شامل مراحل طراحی سازه فلزی شاسی با ابعاد تقریبی ۷۰×۵۰ می‌باشد.

در دهه‌های اخیر فناوری‌های پس از برداشت و ماشین‌های خودکار درزمینهٔ کشاورزی، به یکی از صنایع موردتوجه و پررونق تبدیل‌شده است و طراحان و سازندگان این ماشین‌آلات درصورتی‌که اصول طراحی را رعایت نکنند، قطعاً با مشکلاتی از قبیل اتلاف زمان و هزینه مواجه خواهند شد. برای پیشگیری از بروز مشکلات این‌چنینی و به حداقل رساندن مشکلات ناشی از ساخت می‌بایست خود را با علم روز وفق داد. نرم‌افزار Solid works ابزاری قدرتمند درزمینهٔ طراحی مکانیکی سه‌بعدی می‌باشد که در این پژوهش به‌منظور طراحی و تحلیل از آن استفاده گردید.

با مرور پژوهش‌های اخیر نیز مشاهده می‌گردد که بهره‌گیری از نرم‌افزار، به یک اصل جدایی‌ناپذیر در طراحی ماشین‌ها تبدیل‌شده است. اصغری و همکاران[۱] دستگاه نمونه تزریق باگاس را در محیط نرم‌افزار CATIA طراحی نمودند. آن‌ها در طراحی این دستگاه از محیط‌های مختلف نرم‌افزار استفاده کردند. برای مدل‌سازی، ترسیم و مونتاژ قطعات دستگاه، از محیط‌های Part Design و Assembly Design از گروه محیط‌های Mechanical Design استفاده شد. انجام تحلیل‌های تنش و کرنش با روش اجزای محدود در محیط Generative Part Structural Analysis از گروه محیط‌های Analysis این نرم‌افزار انجام شد. تحلیل‌های سینماتیکی دستگاه در محیط DMU Kinematics Simulator از گروه محیط‌های Product Synthesis اجرا شد. آزاد بخت و همکاران [۷] به طراحی و تحلیل شاسی یک دستگاه برگ جمع کن با ظرفیت ۱۰۰۰ کیلوگرم توسط نرم‌افزار Solidworks پرداختند. در پژوهش آن‌ها مشاهده گردید که بیشترین جابجایی در قسمت میانی شاسی و در محل نشیمنگاه مخزن می‌باشد. بانکاپور و جاناواد[۸] به طراحی و تحلیل استاتیکی یک شاسی تریلر پشت تراکتوری پرداختند. مدل سازی اولیه‌ی شاسی توسط نرم‌افزار Catia و تحلیل آن توسط نرم‌افزار Ansys انجام شد. برای تحلیل سیستم از سه تئوری گودمن (Goodman)، گربر(Gerber) و سودربرگ (Soderberg) استفاده شد. نیروهای بارگذاری شده دارای مقادیری معادل ۶، ۱۲ و ۱۸ تن بود. در نتایج آن‌ها مشاهده گردید که در نیروهای اعمال شده با مقادیر ۶ و ۱۲ تن، هیچ گونه شکست و جابجایی در سه تئوری استفاده شده رخ نداد ، لیکن در نیروی با مقدار وزن ۱۸ تن شاسی دچار شکست شد. غفاری و همکاران [۵] به‌منظور مقاوم‌سازی و بهینه‌سازی دستگاه برگ جمع کن ، به طراحی شاسی و مخزن آن با استفاده از نرم‌افزار Solidworks 2013 و تحلیل استاتیکی آن با استفاده از بخش تحلیلی Simulation پرداختند. پس از تجزیه‌وتحلیل قسمت‌های مختلف شاسی و مخزن مشاهده

گردید که بیشترین تغییر طول روی شاسی نشیمنگاه مخزن و در دو سمت چپ و راست شاسی رخ‌داده است. علی‌رغم کارهای قبلی انجام‌شده، درباره طراحی دستگاهی برای جمع‌آوری کشمش، گزارشی منتشرنشده است. لذا با توجه به طراحی و ساخت ماشین خودکار جمع آور کشمش، هدف این پژوهش طراحی و تحلیل شاسی و مخزن این ماشین می‌باشد.

تحلیل استاتیکی

در طراحی یک سازه، تحلیل استاتیکی از اهمیت خاصی برخوردار است. با انجام آنالیز استاتیکی می‌توان از مقاوم بودن سازه تحت بارهای ساکن و استاتیکی اطمینان حاصل نمود. در صورت وجود بارهای دینامیکی نیز می‌توان بار دینامیکی را به‌صورت بار استاتیکی معادل در نظر گرفت و صرفاً با استفاده از یک آنالیز استاتیکی، نقاط بحرانی را به دست آورد و یا سازه‌ای مقاوم ازلحاظ استاتیکی و دینامیکی طراحی نمود[۶] . در بسیاری از آیین‌نامه‌ها از این روش استفاده می‌شود. در مسائل استاتیکی خطی روابط حاکم به شکل زیر است [۳]:

$$[k]\{u\} = \{F^a\} + \{F^r\} \qquad (۱)$$

در این رابطه، $[k] = \sum_{m=1}^{N} [k_e]$ ماتریس سختی سازه، $\{u\}$ بردار تغییر مکان گرهی، N تعداد المان‌ها، [Ke] ماتریس سختی المان، $\{F^r\}$ بردار نیروی عکس‌العمل و $\{F^a\}$ سختی المان بردار نیروی اعمالی کلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

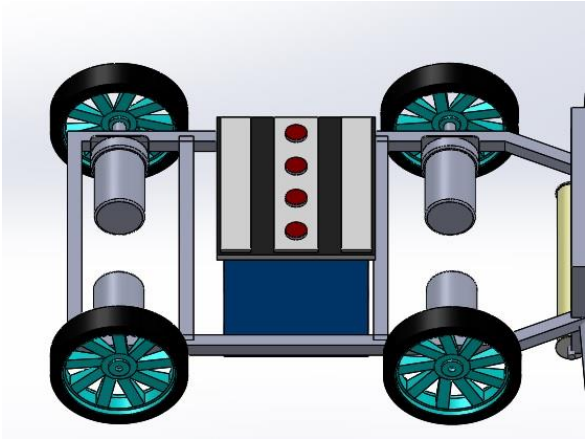
طراحی و ساخت شاسی

در طراحی ماشین خودکار جمع‌آوری محصول کشمش از محیط‌های مختلف نرم‌افزار Solid works ، به‌عنوان یکی از نرم‌افزارهای قدرتمند، پیشرفته درزمینهٔ طراحی مکانیکی، استفاده شد. نرم‌افزار Solid Works به دلیل سهولت کاربری و آموزش در مقایسه با سایر نرم‌افزارهای CAD، سرعت بالاتر نسبت به سایر نرم‌افزارها و همچنین قابلیت ارتباط با تمامی نرم‌افزارهای ماشین‌کاری (edge cam, master cam, power mill...) و نرم‌افزارهای تحلیل (Ansys, Adams, Abaqus, Cosmos...)، جایگاه ویژه‌ای در میان مهندسان و کاربران دارد(Solid Works fact Sheet, 2010). برای مدل‌سازی، ترسیم و مونتاژ قطعات دستگاه از محیط‌های Part Design و Assembly Design استفاده شد. انجام تحلیل‌های جابجایی، تنش و کرنش نیز به روش اجزای محدود در محیط Solid work simulation این نرم‌افزار انجام شد.

در ابتدا با به‌کارگیری محیط Part design از نرم‌افزار طراحی solid works شاسی، قطعات و بخش‌های مختلف ماشین با اندازه‌های محاسبه‌شده آن طراحی گردید. با توجه به اینکه هدف از ساخت دستگاه، جمع‌آوری ۵۰ کیلوگرم کشمش در یک نوبت‌کاری (۱۵ دقیقه) بود، درنتیجه با در نظر گرفتن چگالی کشمش(۱/۴ گرم بر سانتیمترمکعب در محتوی رطوبتی ۰/۲) [۴]، مخزن دستگاه با ظرفیت ۵۰ کیلوگرم و نیز گنجایش ۰/۰۸مترمکعب و با ابعاد طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۵۰، ۴۰ و ۴۰ سانتی‌متر و شاسی نیز با ابعاد طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۴۰، ۶۰ و ۲ سانتی‌مترطراحی گردید. ابعاد هندسی ماشین در جدول(۱) قابل مشاهده است. طراحی سایر قطعات و بخش‌های دستگاه نیز با توجه به‌اندازه‌های واقعی موجود در بازار (مانند ابعاد موتور و منبع تغذیه و ...) طراحی گردید. سپس کلیه قطعات طراحی شده در محیط Assembly بر روی شاسی سوار شد که در شکل (۱) قابل مشاهده است.

جدول ۱. ابعاد هندسی ماشین

طول شاسی	عرض شاسی	طول مخزن	عرض مخزن	ارتفاع مخزن	قطر چرخ‌ها	پهنای چرخ‌ها	طول ماشین	عرض ماشین
700(mm)	400(mm)	500(mm)	400(mm)	400(mm)	200(mm)	40(mm)	1000(mm	700(mm)



شکل ۱. طرح‌واره شاسی و بخش‌های مونتاژ شده بر روی آن

با بررسی در مورد سامانه‌های مختلف نیرو محرکه، این نتیجه حاصل گردید که در طراحی سامانه حرکتی از نوع چهار موتوره چهارچرخ متحرک استفاده شود. درنتیجه با انتخاب سامانه چهارچرخ متحرک(چهار موتوره) نیروی وزن دستگاه بر روی چهارچرخ تقسیم‌شده و گشتاور وارده به موتورها کاهش می‌یابد و درنهایت نیروی وزن موتورها بر روی بخش‌های مختلف شاسی تقسیم می‌گردد و از تمرکز وزن بر روی یک نقطه جلوگیری می‌شود. در ادامه به‌منظور کاهش وزن ماشین و همچنین به حداقل رساندن شعاع دوران در فرمانگیری، سامانه فرماندهی این ماشین نیز به‌صورت چهارچرخ (Skid) انتخاب گردید[۹]. با انتخاب سامانه فرماندهی Skid بخش مکانیکی فرمانگیری و همچنین نیاز به دیفرانسیل مرتفع گردید.

برای ساخت شاسی با ابعاد ۴۰×۶۰ سانتی‌متر، از پروفیل آهن (Gray cast Iron)با مقطع(۲×۲ سانتی‌متر) و همچنین ورق آهنی با ضخامت ۱ میلی‌متر بهره‌گیری شد (جدول ۲). ابتدا پروفیل‌ها در اندازه‌های مورد نظر برشکاری و سپس جوشکاری و فرزکاری گردید. به‌منظور سوار نمودن موتورها بر روی شاسی نیز ابتدا ورق‌های آهنی به‌صورت ۴ قطعه در ابعاد ۹×۹ سانتی‌متر برش داده شد و جای پیچ‌ها و شافت موتورها بر روی آن‌ها سوراخ‌کاری شده و در فواصل معین بر روی شاسی جوشکاری گردید، بصورتی‌که هر یک از موتورها از طریق ۴ پیچ بر روی این ورق‌ها سوار می‌گردد.

جدول ۲. مشخصات آهن Gray cast [۱۰]

ضریب کشسانی	6.61781e+010 (N/m^2)
نسبت پواسون	0.27 (N/A)
چگالی	7200 (kg/m^3)
مقاومت کششی	151658000 (N/m^2)
مقاومت فشاری	572165000(N/m^2)

با توجه به سامانه حرکتی ماشین و بهره‌گیری از چهار موتور، ابعاد چرخه‌ای جلو و عقب در طراحی با اندازه مساوی (قطر ۲۰ سانتی‌متر و ضخامت ۴ سانتی‌متر) انتخاب شد. به‌منظور ساخت محور چرخ‌ها، میله شافتی به قطر ۲۲ میلی‌متر تهیه و در ابعاد ۱۰ سانتی‌متری برش داده شد. در ادامه با تراشکاری و سوراخ‌کاری طولی دقیق این میله به‌اندازه قطر محور موتورها (قطر ۱۰ میلی‌متر و عمق ۵ سانتی‌متر)، این میله‌ها بر روی چرخ‌ها جوشکاری و ثابت گردید. سوراخی عرضی به‌منظور سوار و ثابت نمودن چرخ‌ها بر روی محور موتورها بر روی این میله قلاویز گردید. با قرارگیری محور موتور درون سوراخ طولی محور چرخ و بستن یک پیچ مغزی در سوراخ عرضی شافت چرخ، می‌توان چرخ‌ها را بر روی موتورها سوار و محکم نمود.

به‌منظور ثابت نمودن باتری بر روی شاسی، در مرکز ثقل آن با استفاده از نبشی آهنی (مقطع ۲×۲ سانتی‌متر) قابی به ابعاد ۱۹×۲۱ سانتی‌متر به فاصله ۸ سانتی‌متر پایین‌تر از شاسی(در ارتفاع ۳ سانتی‌متر از کف زمین) ساخته و بر روی شاسی جوشکاری شد.

طراحی مخزن

به‌منظور ساخت مخزن استفاده از ورق غیرقابل‌اجتناب است. پس سؤال‌هایی که در طراحی مخزن باید پاسخ داده شود تعداد ورق‌های مورد استفاده، نوع ورق‌ها، ابعاد آن‌ها، چگونگی شکل هر یک از ورق ها، نحوه انتقال وزن ورق‌ها و مواد داخلشان به شاسی اصلی دستگاه و نظایر آن است . طول و عرض مخزن با توجه به ابعاد شاسی و همچنین چگالی محصول کشمش به صورتی انتخاب می‌گردد که تا حد ممکن از ارتفاع مخزن و دستگاه کاسته شود [۱].

برای تعیین حدود منطقی اندازه مخزن دستگاه با فرض اینکه برس جمع‌آوری محصول با سرعت میانگین۲۵ دور بر دقیقه دوران داشته باشد و در هر دور ۲۰۰ گرم کشمش جمع کند، در هر ۱۵ دقیقه ۷۵ کیلوگرم محصول کشمش جمع‌آوری می‌گردد. با توجه به چگالی کشمش هریک کیلوگرم کشمش فضایی معادل ۰/۰۰۱ مترمکعب اشغال می‌کند. پس مخزن دستگاه به‌منظور جمع‌آوری حدود ۸۰ کیلوگرم محصول در هر ۱۵ دقیقه می‌بایست ۰/۰۸ مترمکعب گنجایش داشته باشد. با توجه به ابعاد شاسی، ابعاد مخزن به‌صورت طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۵۰، ۴۰ و ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ورق بکار رفته به‌منظور ساخت مخزن از نوع آهن گالوانیزه انتخاب شد(جدول ۳).

جدول ۳. مشخصات ورق گالوانیزه استفاده شده در ساخت مخزن [۱۰]

ضریب کشسانی	2e+011 (N/m^2)
نسبت پواسون	0.29 (N/A)
چگالی	7870 (kg/m^3)
مقاومت کششی	356900674.5 (N/m^2)

تحلیل شاسی

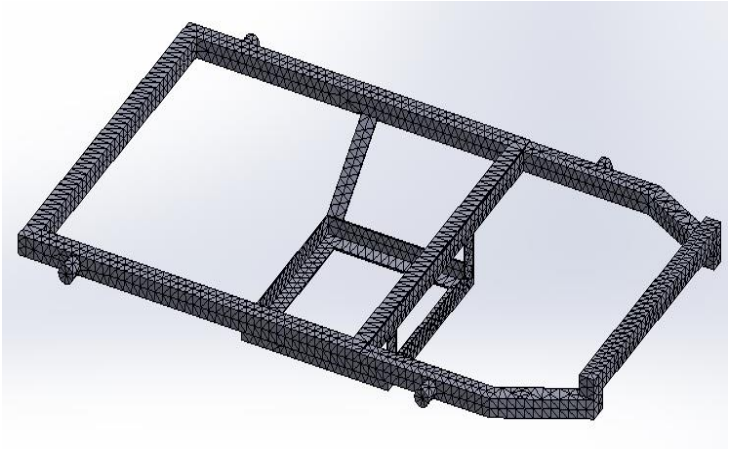
به‌منظور تحلیل جابجایی، تنش و کرنش وارد بر شاسی بایستی شاسی طراحی شده را تحت بارگذاری استاتیک قرارداد. با استفاده از محیط Solid works simulation در نرم‌افزار Solid works ابتدا شاسی طراحی شده فراخوانی گردید. در این بخش ابتدا جنس شاسی مشخص گردید. در ادامه قیدهای تکیه‌گاهی چرخ‌ها بر روی شاسی مشخص‌شده و سپس بارگذاری گسترده بر روی شاسی با توجه به وزن قطعات و مخزن پر از کشمش که با توجه به چگالی کشمش طراحی شده است، اعمال شد. در مرحله بعد با توجه به اینکه تحلیل‌ها در محیط این نرم‌افزار با روش المان محدود می‌باشد، می‌بایست مش بندی شاسی نیز انجام گردد که به‌صورت مش‌های مثلثی به ابعاد ۱۰ میلی‌متر و تلرانس ۰/۵ میلی‌متر در نظر گرفته شد.

تحلیل مخزن

پس از طراحی مخزن به‌منظور آنالیز جابجایی، تنش و کرنش وارد بر آن، در محیط Solid works simulation ابتدا جنس ورق‌ها از نوع آهن گالوانیزه انتخاب گردید. سپس قیود تکیه‌گاهی مخزن در قسمت نشیمنگاه آن مشخص شد، در ادامه پس از انجام مش-بندی(به‌صورت مش‌های مثلثی به ابعاد ۱۰ میلی‌متر و تلرانس ۰/۵ میلی‌متر) لازم، تحت بارگذاری قرار گرفت.

نتایج و بحث

مش‌بندی مثلثی شاسی ماشین جمع‌آوری کشمش در شکل (۲) قابل مشاهده است.

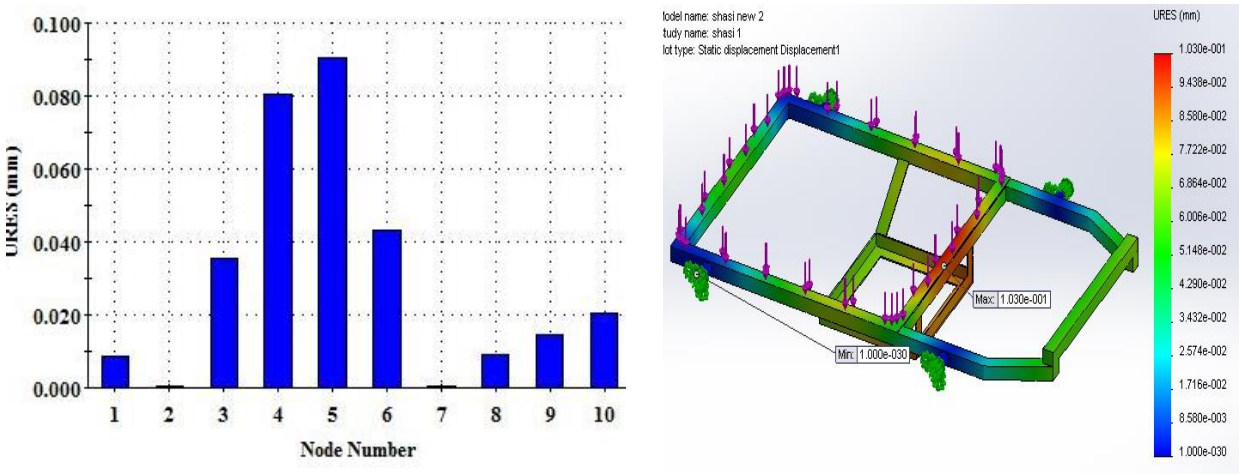


شکل ۲. مش‌بندی شاسی ماشین

تحلیل میزان جابجایی در شاسی

میزان جابجایی بر روی بخش‌های مختلف شاسی در حالتی که مخزن پر از کشمش باشد مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. شکل (۳، الف) وضعیت[1] جابجایی شاسی در اثر نیروی وزن قطعات و مخزن پر از کشمش را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل قابل مشاهده است، نقاط با بیشترین جابجایی در بخش مرکزی شاسی در جلوی منبع تغذیه به میزان ۱/۰۳ میلی‌متر رخ‌داده، که به علت تمرکز بیشتر نیرو بر بخش مرکزی شاسی می‌باشد. کمترین جابجایی نیز در قسمت محورهای چرخه‌ای عقب به میزان ۱ میلی‌متر می‌باشد که به علت وجود قیود تکیه‌گاهی چرخ‌ها و تقسیم نیرو در اطراف شاسی صورت پذیرفته است. شکل (۳، ب) نمودار جابجایی در طول‌های جانبی شاسی را از نقطه انتهایی شاسی تا نقطه جلویی شاسی نشان می‌دهد. در این شکل نیز مشاهده می‌گردد که با نزدیک شدن به بخش مرکز شاسی میزان جابجایی به نقطه بیشینه خود رسیده و با دور شدن از این نقطه جابجایی کاهش می‌یابد.

1 Contour



(ب) (الف)

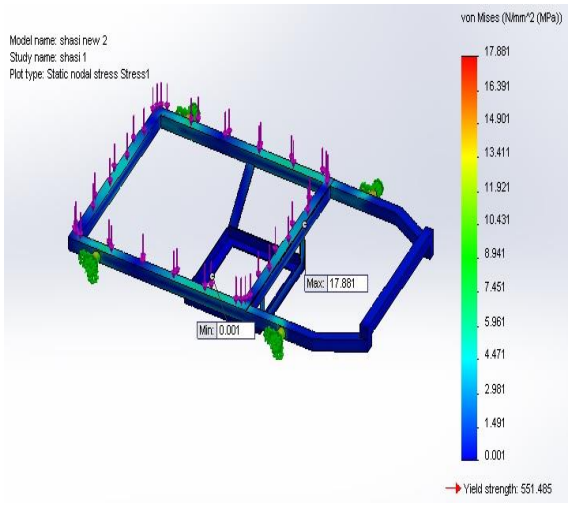
شکل۳. (الف) وضعیت جابجایی در اثر نیروی استاتیک. (ب) نمودار جابجایی در دو طرف طول شاسی

تحلیل میزان تنش استاتیکی در شاسی

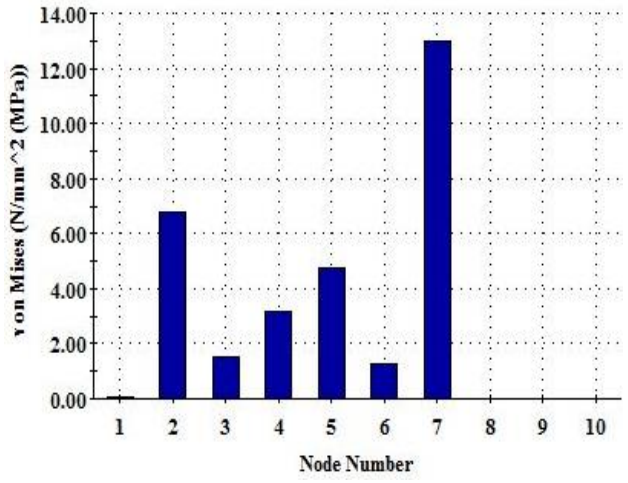
با استفاده از بخش تحلیلی Simulation در نرم‌افزار Solid works تنش استاتیکی فون میسز (رابطه ۲) محاسبه شد[۵]:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{2}\left[(\sigma_{11}-\sigma_{22})^2+(\sigma_{22}-\sigma_{33})^2+(\sigma_{33}-\sigma_{11})^2\right]+3(\sigma_{12}^2+\sigma_{23}^2+\sigma_{31}^2)} \qquad (۲)$$

در این رابطه، σ_{11} ، σ_{22} ، σ_{33} تنش‌های اصلی در راستای محورهای x ، y و z هستند و $\sigma_{12},\sigma_{23},\sigma_{31}$ تنش‌های برشی در راستای این محورها می‌باشند. همان‌طور که در شکل (۴،الف) قابل مشاهده است، بیشترین تنش در بخش مرکزی شاسی در جلوی منبع تغذیه به میزان ۱۷/۸۸ مگاپاسکال رخ‌داده است و کمترین تنش نیز در قسمت عقب قاب منبع تغذیه به مقدار ۰/۰۰۱ مکاپاسکال می‌باشد. شکل (۴، ب) نیز نمودار تغییرات تنش در طول‌های جانبی شاسی را از نقطه انتهایی شاسی تا نقطه جلویی شاسی نشان می‌دهد. در این شکل نیز مشاهده می گردد که به نزدیک شدن به بخش مرکز شاسی میزان جابجایی به نقطه بیشینه خود رسیده و با دور شدن از این نقطه جابجایی کاهش می‌یابد. همچنین در بخش‌های قیود تکیه‌گاهی چرخ‌ها میزان تنش افزایش نقطه‌ای داشته که در نمودار مشخص است.



(الف)

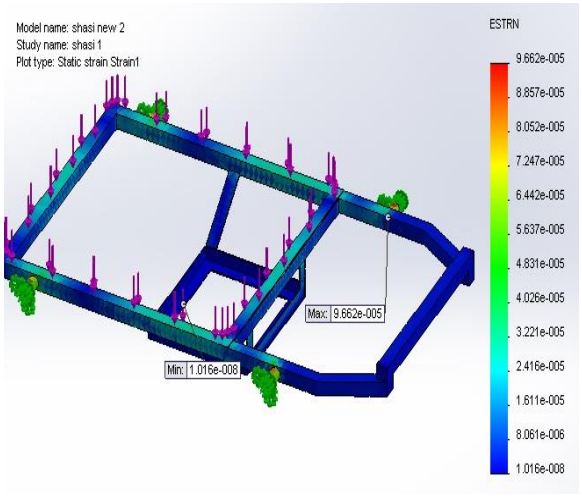


(ب)

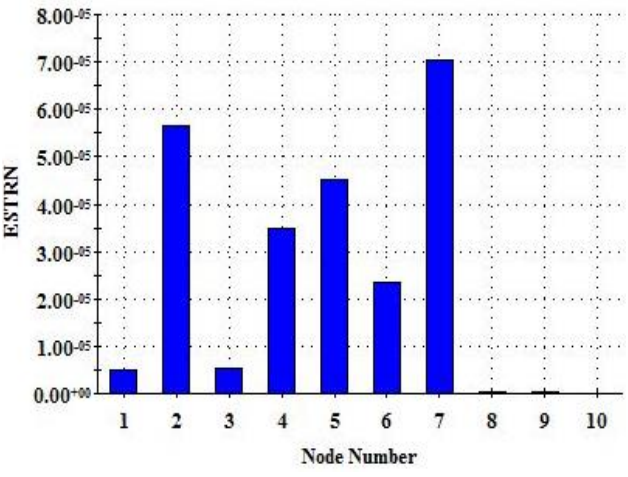
شکل ۴. تنش استاتیکی در شاسی (الف)وضعیت تنش فون میسز در اثر نیروی استاتیک (ب) نمودار تنش فون میسز در دو طرف طول شاسی

تحلیل میزان کرنش استاتیکی در شاسی

شکل (۵، الف) وضعیت تغییر کرنش شاسی را نشان می‌دهد که بیشترین تغییر طول شاسی در قسمت قیود تکیه‌گاهی چرخه‌ای جلو رخ‌داده است که با جوشکاری ۴ قطعه ورق آهنی در ابعاد ۹×۹ سانتی‌متر در قسمت قیود تکیه‌گاهی چرخ‌ها بصورتی‌که هر یک از موتورها از طریق ۴ پیچ بر روی این ورق‌ها سوار گردیدند، تا از تمرکز تنش بر روی این قیود کاسته شده و کرنش در این بخش‌ها به حداقل ممکن رسید. در شکل (۵، ب) نیز هموار تغییر کرنش در دو طرف طول شاسی قابل مشاهده است.



(الف)

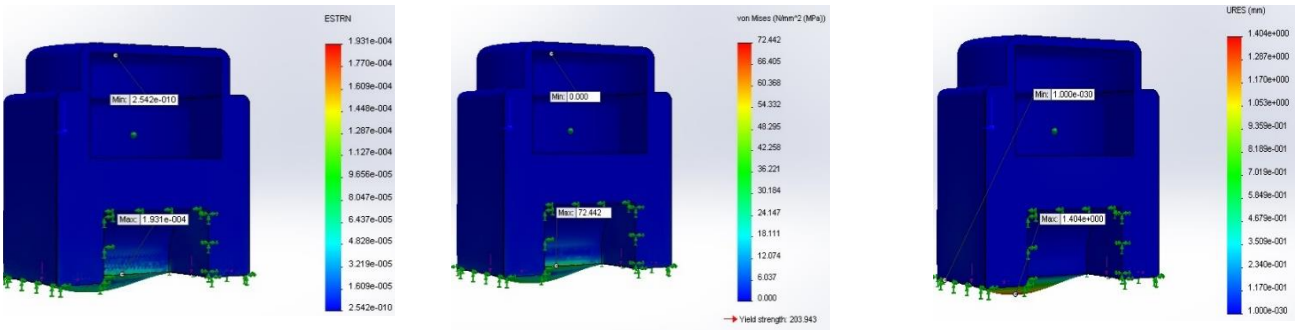


(ب)

شکل۵. کرنش استاتیکی در شاسی الف. وضعیت کرنش در اثر نیروی استاتیک ب. نمودار کرنش در دو طرف طول شاسی

تحلیل میزان جابجایی، تنش فون میسز و کرنش در مخزن

شکل (۶) وضعیت‌های این تحلیل را نشان می‌دهد. همان‌طور که در وضعیت جابجایی(شکل ۶، الف) مشخص است، بیشترین جابجایی در قسمت عقب در کف مخزن به میزان ۱/۴ میلی‌متر رخ‌داده که علت آن وجود قید تکیه‌گاهی در بخش جلویی مخزن می‌باشد. کمترین مقدار جابجایی نیز بالای شافت چرخه‌ای عقب به میزان ۱ میلی‌متر صورت گرفته است. همچنین حداکثر تنش فون میسز به میزان ۷۲/۴۴ مگاپاسکال و حداکثر کرنش نیز در همین نقطه صورت پذیرفت.



الف. وضعیت جابجایی ب. وضعیت تنش فون میسز ج. وضعیت کرنش

شکل۶. وضعیت‌های جابجایی، تنش و کرنش مخزن در اثر نیروی استاتیک

نتیجه‌گیری

پس از تجزیه‌وتحلیل نتایج مشاهده می‌گردد که بیشترین تنش در نیمه عقبی کف مخزن رخ می‌دهد که با استفاده از تسمه آهنی در زیر مخزن این قسمت تقویت شد. بیشترین کرنش استاتیکی شاسی در قسمت قیود تکیه‌گاهی چرخه‌ای جلو رخ‌داده است که با جوشکاری ۴ قطعه ورق آهنی در ابعاد ۹×۹ سانتی‌متر در قسمت قیود تکیه‌گاهی چرخ‌ها (به‌صورت هر یک از موتورها از طریق ۴ پیچ بر روی این ورق‌ها سوار گردیدند)، از تمرکز تنش بر روی این قیود کاسته شده و کرنش در این بخش‌ها به حداقل ممکن رسید.

در نقاط با بیشترین میزان تنش و جابجایی با استفاده از قوطی‌های فلزی در ساخت شاسی از تمرکز تنش بر روی این نقاط کاسته شد و نیروی وارده در کل سطح شاسی تقسیم شد. متوسط ضریب اطمینان شاسی و مخزن با تقسیم بیشترین تنش قطعه به تنش نهایی ماده به دست آمد که میانگین ضریب اطمینان شاسی ۳/۰۸ در حد قابل‌قبولی است. در سایر بخش‌ها نیز با توجه به مقادیر وضعیت‌ها مشاهده شد که مصالح انتخاب‌شده قابل‌قبول می‌باشد.

منابع

۱. اصغری، ع. ۱۳۸۷. " طراحی، ساخت و ارزیابی نمونه دستگاه تزریق باگاس در مزارع نیشکر". رساله برای دریافت درجه دکتری. دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده مهندسی بیوسیستم، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی. تعداد صفحات ۱۹۰.

۲. سلطان‌زاده، ب. ۱۳۸۹. کشمش، وضعیت تولید و مصرف در ایران و راهکارهای تنظیم بازار آن. انتشارات نسق، تهران.

۳. شیگلی، ج. ۱۳۹۴. طراحی اجزاء در مهندسی مکانیک. ترجمه بیژن دیبایی نیا. مرکز نشر دانشگاهی. چاپ دوازدهم. تهران. تعداد صفحات ۷۷۶.

۴. طهماسبی پور، م .، دهقانیا ، ج.، سیدلو هریس ، ص.، قنبرزاده، ب. ۱۳۹۱. مدل‌سازی دانسیته ظاهری طی خشک کردن انگور پیشتیمارشده با اولتراسوند و کربوکسی متیل سلولز. نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد چهارم، شماره دوم، ۸۵-۱۰۲.

۵. غفاری، الف.، عبداله پور، ش.، احمدی مقدم، پ. ۱۳۹۵. "طراحی و تحلیل استاتیکی شاسی و مخزن دستگاه برگ جمع کن مخصوص تراکتورهای باغی به‌منظور بهینه‌سازی." دومین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان . اردیبهشت ۹۵.

۶. محبوبی شاد، الف.، اصفهانیان، م. ۱۳۸۷. "تحلیل استاتیکی و دینامیکی شاسی و سازه اتوبوس o-457". فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی مکانیک جامدات. سال اول. شماره اول. بهار ۱۳۸۷.

7. Azadbakht, Mohsen, Ali Kiapey, and Ali Jafari. 2014. “Design and fabrication of a tractor powered leaves collector machine equipped with suction-blower system.” Agricultural Engineering International: CIGR Journal 16.3 .77-86.
8. Bankapur, Mr. Venukumar R and Sanjeev A. Janawade. 2015. “Fatigue Analysis of Tractor Trailer Chassis.” International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Vol: 02 Issue: 03. P 1583-1588.
9. Shamah, B., Wagner, M. D., Moorehead, S., Teza, J., Wettergreen, D., Whittaker, W. 2001. "Steering and control of a passively articulated robot", SPIE Sensor Fusion and Decentralized Control in Robotics Systems IV.
10. Solidworks Software, 20103, Material properties Library, Dassault Systems Co,

Design and static analysis of the chassis and Container Of Raisins Collecting Automatic Machine

Hamed Ramezani[1], Mohammad Hadi Khoshtaghaza[1*], Saeed Minaee[1] and Gholamreza Akbarizadeh[2]

1. Department of Biosystems Engineering, Tarbiat Modares University of Tehran
2. Department of Electrical Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz

Abstract

The chassis is one of the most important parts of any machine, which must be sufficient strength and resistance to the forces applied. Nowadays machine design is done using modern software. The main purpose of this research is to design and static analyze of the chassis and Container of an automatic raisin Collecting machine. The chassis and Container were designed by Solidworks 2013 software and analyzed statically using simulation analytics. As the purpose of the machine was to collect 50 kg of raisins in one working shift (15 minutes), so considering the density of raisins, the Container had a capacity of 0.08 m with dimensions of length, width and height in 50, 40 and 40 (cm) respectively. The chassis were also designed with 60, 40 and 2 (cm) dimensions. The amount of force applied to the different parts of the chassis was 500, 170, 30, 20, 20, and 60 (N) based on the forces applied by the raisin, Battery, collecting brush, conveyor belt, motors and Container, respectively. After analyzing the different parts of the chassis and the Container, the results showed that the maximum stress in the chassis and Container was 17.88 N / mm and 72.44 N / mm, respectively. The maximum displacement on the chassis is also on the front of the Container seat. By comparing the stresses, can be said the highest stresses accrues in this area. The average of safety factor, by dividing the maximum stress to the Ultimate stress, were 3.08, which is acceptable.

Key words: Software Analysis, Stress, Strain, Solid works, Automated Machine

*Corresponding author
E-mail: khoshtag@modares.ac.ir