ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

طراحی مکانیزم های چرخاننده برای گاوآهن مرکب بشقابی و قلمی

مسلم فاتحی[۱]، محمد علی قضاوی[۲]، شاهین بشارتی[۳]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۲- استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۳- مربی گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

استفاده نابجا از گاوآهن برگرداندار در بسیاری از زمینهای کشاورزی سبب مشکلاتی از قبیل فرسایش خاک، از دست رفتن رطوبت و ایجاد لایه سخت در زیر عمق شخم می شود. در این مناطق گاوآهن بشقابی عملکرد بهتری دارد. نفوذ گاوآهن بشقابی در زمین های سخت و خشک با مشکل روبرو است؛ در گاوآهن ایران شخم ابزار، که قبلا ساخته شده، با اضافه کردن بازوی قلمی جلوی هر بشقاب این مشکل حل شده است و این گاوآهن جهت کار در زمینهای سخت و مناطق خشک از جمله بسیاری از مناطق ایران مناسب است. در این طرح، با هدف افزایش راندمان، صرفه جویی در هزینه و وقت، جلوگیری تخریب ساختمان خاک و بهبود وضعیت تسطیح زمین پس از شخم، یک گاوآهن دوطرفه بر اساس مشخصات گاوآهن ایران شخم ابزار طراحی شد. ابتدا مکانیزم های مورد نیاز جهت دو طرفه کردن آن، طراحی شدند. آنگاه با استفاده از نرم افزار SolidWorks قطعات مورد نیاز برای ساخت آن، طراحی و مونتاژ شدند؛ سپس قسمت های مختلف گاوآهن، در محیط Workbench از نرم افزار ANSYS مورد تحلیل مقاومتی قرار گرفتند. پس از بهینه سازی ضریب اطمینان حداقل ۲/۵ در قسمت های مختلف گاوآهن بدست آمد.

کلید واژه ها: گاوآهن بشقابی، گاوآهن مرکب، گاوآهن دوطرفه، ایران شخم ابزار، مکانیزم و تحلیل.

مقدمه

خاکورزی، مهمترین عامل تولید محصولات کشاورزی است و عملیات خاکورزی موثرترین نقش را در افزایش عملکرد دارد. [۱]

طبق آمار موجود عمده ترین وسیله خاکورز در کشور ما گاوآهن برگردان دار است [۷] ولی گاوآهن برگردان دار برای برخی شرایط مزرعه و خاک و مواردی از اهداف شخم مناسب نیست.

اسکات یک گاوآهن بشقابی پیشرفته در دانشگاه نیوکاسل انگلستان طراحی و نمونه سازی کرد. رادی با طراحی مجدد تغییراتی در آن ایجاد کرد و در مزرعه آزمایش هایی روی آن انجام داد. قضاوی با اصلاحاتی این دستگاه را تکمیل نمود و طی آزمایشات گوناگون گاوآهن جدید را با گاوآهن برگردان دار و قلمی پیشرفته از نظر مصرف

انرژی و تغییرات فیزیکی خاک مقایسه نمود. [۱۳] قضاوی سپس با تغییر موقعیت ساقه قلمی و ابعاد دستگاه، دستگاه جدیدی تحت عنوان ایران شخم ابزار طراحی و نمونه سازی نمود. این گاوآهن متشکل از یک گاوآهن مرکب بشقابی و قلمی بود. از بشقاب های با قطر ٦٦ سانتیمتر و با لبه کنگره ای در آن استفاده شده بود که روی یک تیرک سوار شده و تیرک در زاویه ۳۰ درجه با جهت حرکت قرار داشت. زاویه تمایل جانبی بشقاب ها ٤٥ درجه و زاویه تمایل عمودی آنها ۱۵ درجه بود. در گاوآهن ایران شخم ابزار، جلوی هر بشقاب، یک بازوی قلمی محکم و ثابت به فاصله عرضی ۱۳ سانتیمتر از مرکز بشقاب نصب گردیده بود که به نفوذ بشقاب ها در خاک کمک می کرد و در سرعت های بالا نیز تعادل گاوآهن را حفظ می کرد. وی معتقد است این گاوآهن توانایی کار با سرعت تا ۱۲ کیلومتر در ساعت را در زمین دارد و این وسیله با توجه به کنترل فرسایش آبی و خاکی و حفظ رطوبت خاک برای مناطق کشاورزی ایران، خصوصاً زمین های سخت خشک و نیمه خشک مناسب است زیرا ضمن اجرای عملیات خاک ورزی مشکل دشوار بودن نفوذ بشقاب های گاوآهن بشقابی در خاک و فرسایش خاک را برطرف خواهد کرد. [٦]

محمدی گل و همکاران دو نوع گاوآهن مرکب (ایران شخم ابزار و گاوآهن برگردان دار+ قلمی) را با گاوآهن برگردان دار معمولی مقایسه کردند و اثر آن ها بر برخی خصوصیات خاک مانند شاخص مخروط خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک متوسط قطر وزنی کلوخه ها و درصد برگردان شدن بقایا را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که اگر هدف از شخم خاک خرد شدن بیشتر خاک سطحی و کاهش عملیات خاک ورزی و یا باقی گذاشتن برخی بقایا روی سطح خاک باشد گاوآهن ایران شخم ابزار مناسب تر است. [۷]

درگاوآهن های دو طرفه (Reversible plow) این قابلیت وجود دارد که هنگامی که گاوآهن یک نوار را شخم زد و به انتهای زمین رسید جهت ریختن خاک عوض شود و عملیات شخم در کنار نواری که قبلا شخم شده ادامه یافته و سطح زمین به صورت یکنواخت و هموار به جای بماند؛ همچنین به علامت گذاری کمتری قبل از شروع شخم نیاز است و وقت کمتر برای گردش در حاشیه زمین تلف می شود و خاک حاشیه های زمین کمتر کوبیده می شود. [۹]

بارت(Ch. F. Barrett) گاوآهن ٤خیش دوطرفه ای طراحی کرد که در زاویه های مختلف تنظیم می شد. [۱۱]

پورچ(H. A. Pursche) یک گاوآهن بشقابی کششی دو طرفه طراحی کرد، که از شاسی اصلی، قسمت قابل چرخش و شاسی حامل چرخ های عقب تشکیل شده بود. [۱۹]

آلن (W. S. Allen) یک گاوآهن بشقابی ٤ خیش طراحی کرد که به اتصال سه نقطه تراکتور متصل می شد. [۱۰]

فا و همکاران حرکت و نیروهای یک مدل سه بعدی از یک گاوآهن دو طرفه افقی را تحلیل و با استفاده از SolidWorks شبیه سازی نمودند و عملکرد سینتیکی و دینامیکی آن را در شرایط بارگذاری بررسی کردند. [۱۲]

جیان و همکاران از یک گاوآهن دو طرفه 1LF435A استفاده نمودند و مدل هندسی مکانیزم چرخان و سیلندر هیدرولیکی را ساخته سپس حرکت و نیروهای وارد بر مکانیزم چرخان آن را آنالیز کردند. [۱۵]

ساعدی و همکاران با انگیزه ساده سازی و اصلاح طرح های موجود، پس از بررسی انواع مکانیزم ها، به کمک نرم افزار CATIA، نوع جدیدی از گاوآهن بشقابی دوطرفه طراحی کردند. ساختار این گاوآهن، یک مکانیزم پنج

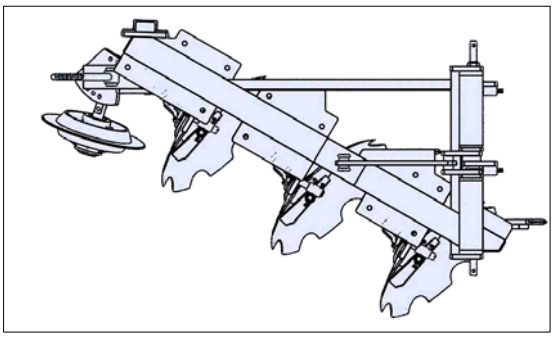
رابطی خط مستقیم بود که پس از بهینه سازی مکانیزم چهار رابطی خط مستقیم دانیل به دست آمده بود. آن ها سپس این طرح را از جنبه نیرویی تحلیل نمودند. [۲]

در این پژوهش با هدف افزایش کارایی و ظرفیت مزرعه ای گاوآهن ایران شخم ابزار و بهبود وضعیت زمین پس از انجام عملیات خاکورزی و جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک با طراحی مکانیزم های مورد نیاز برای دو طرفه کردن گاوآهن ایران شخم ابزار یک گاوآهن مرکب دوطرفه طراحی شد و مورد مقاومتی قرار گرفت.

مواد و روش ها

یک دستگاه خاک ورز شامل یک یا گروهی از ادوات خاک ورز همراه با قاب یا شاسی مربوطه، چرخ ها، اتصالات وسایل کنترل و ایمنی و هر نوع اندام انتقال توان می شود. در یک دستگاه خاک ورز مجموعه ابزار یا ادوات آن تشکیل دهنده بخش کاری و سایر قطعات بخش پشتیبانی می باشند. [۳]

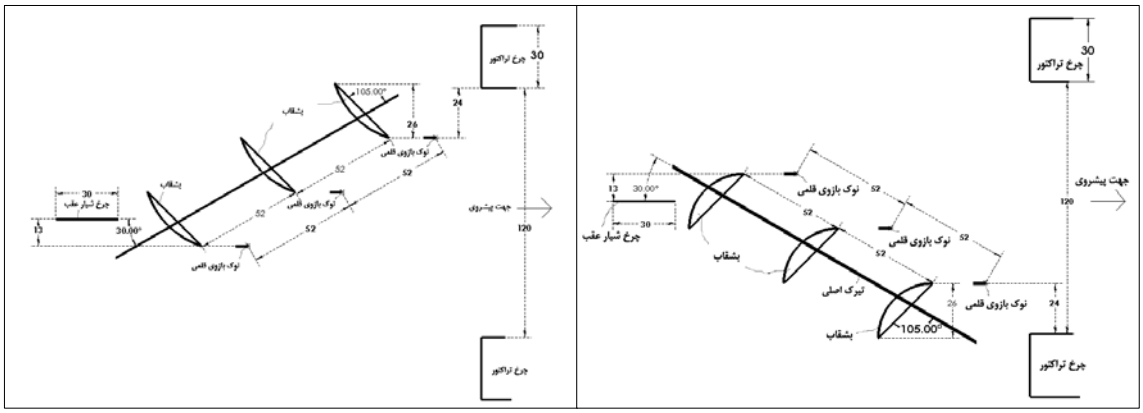
بخش کاری دستگاه مورد طراحی مطابق گاوآهن ایران شخم ابزار است و در اینجا هدف طراحی بخش پشتیبانی آن، یعنی شاسی و وسایل کنترل و سایر قطعات مورد نیاز آن است.



شکل۱- نمای از بالای گاوآهن ایران شخم ابزار

- طراحی مکانیزم های دو طرفه کننده گاوآهن

در گاوآهن ایران شخم ابزار، موقعیت قرارگیری اجزای اصلی نسبت به تراکتور مانند شکل ۲ (راست) است. بشقاب ها با زاویه تمایل جانبی ٤٥ درجه و زاویه تمایل عمودی ۱۵ درجه قرار گرفته اند.



شکل۲- راست : موقعیت اجزای اصلی گاوآهن ایران شخم ابزار چپ: موقعیت اجزای گاوآهن در حالت چپ ریز

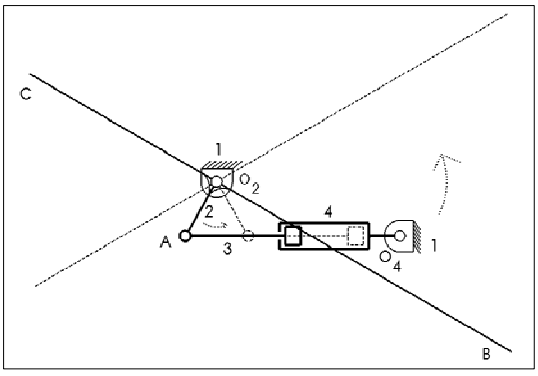
هدف طراحی مکانیزمی است که اجزای گاوآهن را از موقعیت مذکور، به موقعیت جدید مانند شکل ۲ (چپ)، و بالعکس جابجا کند. مکانیزم های مورد نیاز برای دو طرفه نمودن این گاوآهن شامل یک مکانیزم برای تغییر موقعیت تیرک اصلی، مکانیزمی برای تنظیم زاویه تمایل جانبی یکی از بشقاب ها، مکانیزمی برای هماهنگ نمودن دو بشقاب دیگر با بشقاب مذکور، مکانیزمی برای تنظیم جهت یکی از بازوهای قلمی و مکانیزمی برای هماهنگ نمودن بازوهای قلمی باهم است؛ مکانیزمی که از ترکیب این مکانیزم ها بدست می آید هدف مورد نظر را تامین می کند.

- مکانیزم تغییر موقعیت تیرک اصلی

تیرک اصلی گاوآهن ایران شخم ابزار در زاویه ۳۰ درجه با جهت حرکت تراکتور قرار گرفته است و بشقاب ها راست ریز طراحی شده اند؛ اگر بخواهیم شخم در نوار بعدی در کنار نوار قبل انجام شود و جهت ریزش خاک تغییر کند تیرک اصلی باید در انتهای یک نوار شخم ٦۰ درجه خلاف عقربه های ساعت بچرخد.

اگر در یک شکل دو وضعیت تیرک اصلی را برای هر دو حالت راست ریز و چپ ریز رسم کنیم، همدیگر را در یک نقطه قطع می کنند. تیرک اصلی با چرخش حول این نقطه، از وضعیت راست ریز به وضعیت چپ ریز و بالعکس تغییر موقعیت می دهد. برای چرخاندن تیرک اصلی حول این نقطه می توان تیرک اصلی را مانند لنگ بل طراحی کرد و به وسیله مکانیزم طراحی شده در شکل ۳ تیرک اصلی را در وضیعت های مطلوب قرار داد.

بازوی 2 و تیرک اصلی BC و با اتصال گیردار به هم وصل شده اند و با هم لنگ بل را تشکیل می دهند؛ بنابراین با چرخش بازوی 2 می توان چرخش تیرک اصلی را با همان زاویه ولی با شعاع بیشتر به وجود آورد. با حرکت بازوی 3 به سمت عضو 4 و حرکت کشویی درون آن چرخش بازوی 2 به وجود می آید. طول بازوی 2

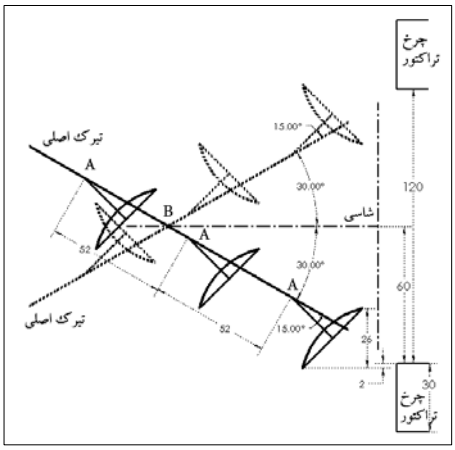


متناسب با کروس پیستون است و برای چرخش ٦۰ درجه ای تیرک اصلی، طول بازوی 2 باید برابر کورس پیستون باشد.

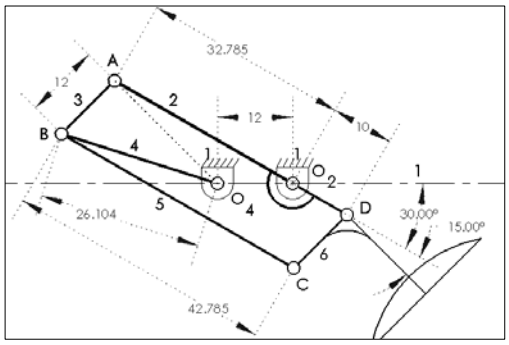
شکل ۳- مکانیزم چرخش تیرک اصلی (خطوط ممتد برای حالت راست ریز و خطوط بریده مکانیزم برای حالت چپ ریز)

- مکانیزم تنظیم زاویه تمایل جانبی بشقاب میانی

در شکل ٤ موقیت بشقاب های گاوآهن را مشاهده می کنید. با چرخش تیرک اصلی حول (A)، بشقاب ها نیز باید حول محل اتصال خود به تیرک (A)، چرخیده و در طرف چپ تیرک اصلی قرار گیرند.



مناسب ترین بشقاب برای استفاده در طراحی مکانیزم تنظیم زاویه تمایل آن، بشقاب میانی است. برای



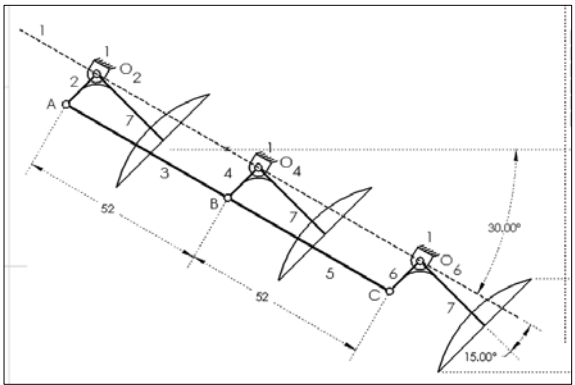
چرخاندن و انتقال همزمان یک عضو بهترین مکانیزم، مکانیزم چهار میله ای است. در مکانیزم شکل ۵ نقطه O_2 محل لولا شدن تیرک اصلی(2) به شاسی(1) می باشد، نقطه D محل لولا شدن پایه بشقاب به تیرک اصلی است. بازوی 6 نسبت به پایه بشقاب بدون حرکت و به همراه هم مانند لنگ بل عمل می کنند. تیرک اصلی با زاویه ۳۰ درجه نسبت به جهت حرکت و زاویه تمایل جانبی در نظر گرفته شده ٤٥ درجه و فاصله D از O_2 روی تیرک اصلی ۱۰ سانتیمتر است؛ طول بازوی 6 و فاصله بین دو مفصل O_2 و O_4، ۱۲ سانتیمتر است، اندازه سایر بازوهای این مکانیزم باید مانند شکل ۵ باشد؛ که این اندازه ها به روش ترسیمی در نرم افزار SolidWorks بدست آمده اند.

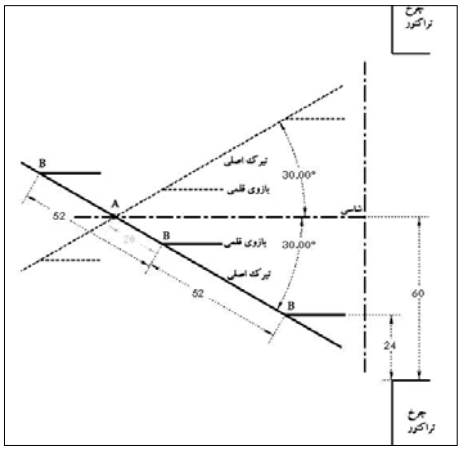
شکل٤- موقعیت قرار گیری بشقاب ها نسبت به تیرک اصلی، گاوآهن و تراکتور

شکل۵- مکانیزم تنظیم زاویه تمایل جانبی بشقاب میانی

- مکانیزم هماهنگ کننده بشقاب ها

به وسیله یک مکانیزم متوازی الاضلاع می توان بشقاب ها را با هم هماهنگ کرد. این مکانیزم در اکثر گاوآهن های دو طرفه بشقابی استفاده شده است. برای طراحی این مکانیزم تیرک اصلی (1) را به عنوان بازوی ثابت فرض شده (شکل ٦)؛ بازو های 2، 4 و 6 با هم مساوی بوده و طول بازوی 3 و 5 ، برابر فاصله محل اتصال دو پایه بشقاب





متوالی7 روی تیرک اصلی(1) یعنی برابر O_2O_4 و O_4O_6 است.

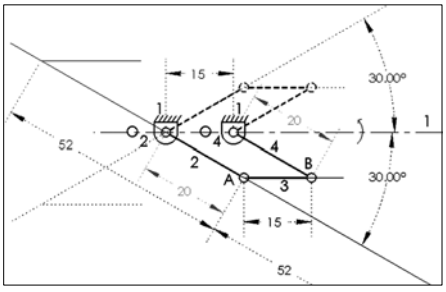
شکل٦- مکانیزم هماهنگ کننده بشقاب ها

- مکانیزم تنظیم جهت بازوی قلمی میانی

در شکل ۷ وضعیت قرارگیری بازوهای قلمی نسبت به تیرک اصلی و شاسی گاوآهن نشان داده شده است. با چرخش تیرک اصلی، آنها باید حول محل اتصال خود به تیرک اصلی (B) چرخیده و در طرف دیگر تیرک قرار گیرند.

شکل۷- موقعیت بازوهای قلمی و مکانیزم هماهنگ کننده بازوها

جهت بازوهای قلمی باید هم جهت با حرکت تراکتور باشد. برای طراحی مکانیزم تنظیم جهت بازوهای قلمی در محل اتصال بازوی قلمی میانی به تیرک و در روی تیرک، بازویی هم جهت با بازوی قلمی میانی به آن متصل می کنیم (بازوی 3 در شکل ۸) و بین سر دیگر آن و شاسی (1) بازوی 4 را قرار می دهیم. طول بازوی 3 را برابر فاصله O_2O_4 قرار می دهیم بدین ترتیب یک مکانیزم متوازی الاضلاع به وجود می آید که بازوی 3 را همیشه موازی شاسی

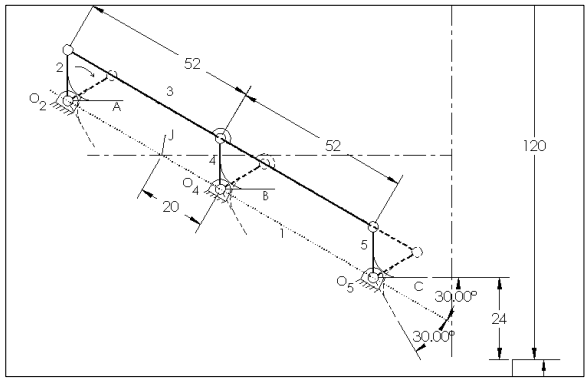


(1) قرار می دهد و بازوی قلمی میانی همیشه هم جهت حرکت تراکتور قرار می گیرد.

شکل۸- مکانیزم تنظیم جهت بازوی قلمی میانی

مکانیزم هماهنگ کننده بازوهای قلمی

تمام بازوها باید همیشه موازی هم قرار گیرند؛ پس از یک مکانیزم متوازی الاضلاع، برای این کار می توان استفاده کرد. (شکل ۹) در این مکانیزم تیرک اصلی به عنوان بازوی ثابت (1) در نظر گرفته شده است. قسمت های A، B و C بازوهای قلمی هستند که با اتصال گیر دار به ترتیب به عضوهای 2، 4 و 5 متصل شده اند. موقعیت ثانویه

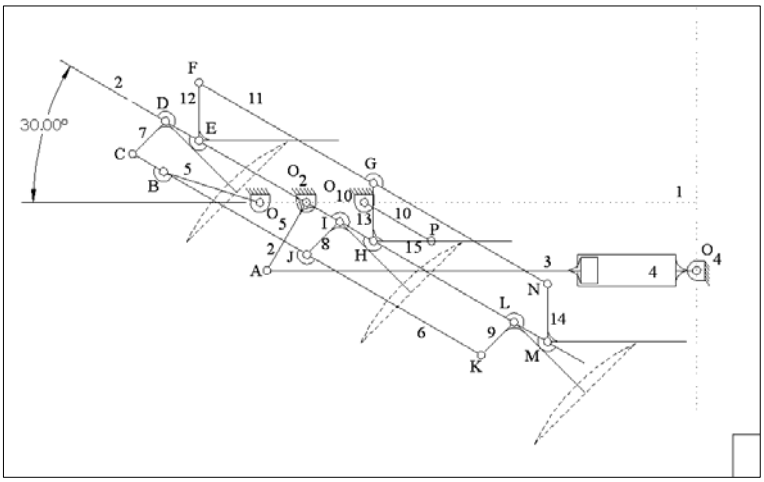


مکانیزم نیز با خط چین در شکل ۹ نشان داده شده است.

شکل۹- مکانیزم هماهنگ کننده بازوهای قلمی

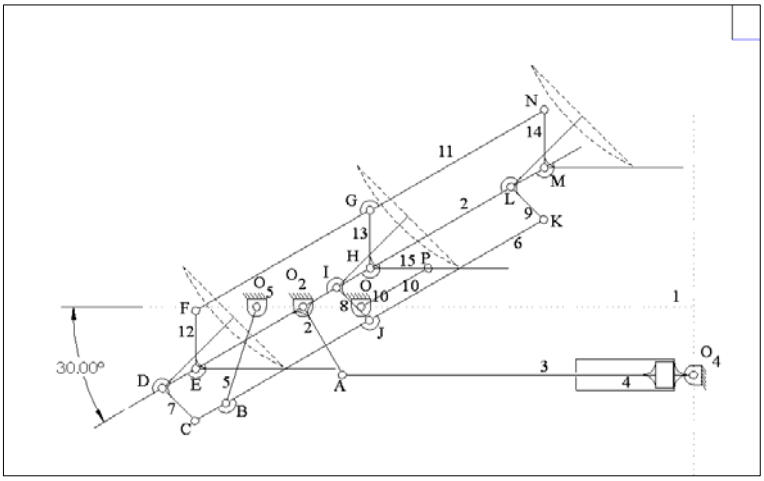
- ترکیب مکانیزم های طراحی شده

طرح کامل مکانیزم دو طرفه کننده گاوآهن از ترکیب مکانیزم های طراحی شده بدست می آید. در شکل ۱۰ گاوآهن در وضعیت راست ریز قرار دارد. در واقعیت کلیه عضوهای این مکانیزم در یک صفحه نبوده و امکان عبور بازوها از روی هم وجود دارد.



شکل ۱۰- مکانیزم دوطرفه کننده طراحی شده برای گاوآهن (گاوآهن در وضعیت راست ریز)

با تغییر موقعیت عضو 3 و حرکت آن به سمت عضو 4 (شکل ۱۱) تیرک اصلی 2 به اندازه ۶۰ درجه در جهت پادساعتگرد حول مفصل O_2 می چرخد و به تبع آن عضو 5 حول محور O_5 در جهت پادساعتگرد چرخیده و مفصل B در موقعیت جدید قرار می گیرد. بازوی 6 که به مفصل B متصل است، هماهنگ با چرخش بازوی 5، در راستای طولی خود به جلو حرکت کرده و اعضای 7 ، 8 و 9 را به اندازه ۳۰ درجه به ترتیب حول نقطه های D، I و L در جهت پادساعتگرد می چرخاند؛ بدین ترتیب بشقاب ها به صورت چپ ریز قرار می گیرند. از طرفی بازوی 10 همیشه موازی تیرک اصلی قرار می گیرد، بنابراین بازوی 10 در حین چرخش تیرک اصلی، هماهنگ با آن حول مفصل O_{10}، در جهت پادساعتگرد و به اندازه ۶۰ درجه می چرخد و بازوی 15 و به تبع آن بازوی قلمی میانی را در راستای حرکت قرار می دهد. بازوهای 12 و 14 نیز به وسیله عضو 11 با بازوی 13 هماهنگ می شوند و بازوهای قلمی عقبی و جلویی در راستای حرکت قرار می دهند. بدین ترتیب گاوآهن در وضعیت چپ ریز قرار می گیرد.

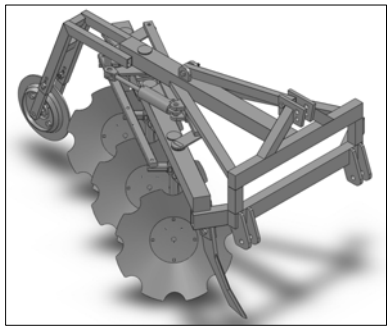


معکوس این حرکات در هنگام حرکت عضو 3 (پیستون) به سمت عقب رخ می دهد و گاوآهن دوباره به وضعیت راست ریز برمی گردد.

شکل۱۱- مکانیزم دوطرفه کننده طراحی شده برای گاوآهن (گاوآهن در وضعیت چپ ریز)

- طراحی و مونتاژ قطعات در محیط SolidWorks

طراحی سه بعدی هریک از اجزای گاوآهن، با توجه به مکانیزم های طراحی شده و به وسیله نرم افزار SolidWorks 2009 انجام شد. برای مونتاژ گاوآهن ابتدا قطعاتی که نسبت به هم همیشه ثابتند، در قسمت های



جداگانه مونتاژ شده سپس این قسمت ها بر روی هم مونتاژ شده و سایر قطعات متحرک نیز به آن اضافه شده است.

شکل ۱۲- نمای ایزومتریک گاوآهن دو طرفه مونتاژ شده (در وضعیت راست ریز)

- تحلیل مقاومتی قسمت های اصلی گاوآهن

تحلیل مقاومتی و ابعادی در چهار قسمت شامل: پایه بازوهای قلمی، محور و اتصالات بشقاب، تیرک اصلی و شاسی انجام شده است. هر یک از این قسمت ها که در SolidWorks روی هم مونتاژ شده اند، مستقیماً به محیط Workbench از نرم افزار ANSYS انتقال داده شده؛ جنس پین ها و بوش ها و محورهای چرخش از فولاد CK45(HR) با مقاومت تسلیم ۳۱۰ MPa و جرم مخصوص ۷۸۴۰ kg/m^3 و جنس سایر قطعات از فولاد (st 37) با مقاومت تسلیم ۲۵۰ MPa و جرم مخصوص ۷۸۵۰ kg/m^3 در نظر گرفته شده است. [٤] سپس نیروهایی که به هر قسمت هنگام شخم وارد می شود، اعمال گردیده است. در ادامه تکیه گاه ها مشخص شده و تحلیل هر قسمت انجام شده است. در کلیه مراحل تحلیل نیروی وزن قطعات نیز اعمال شده است.

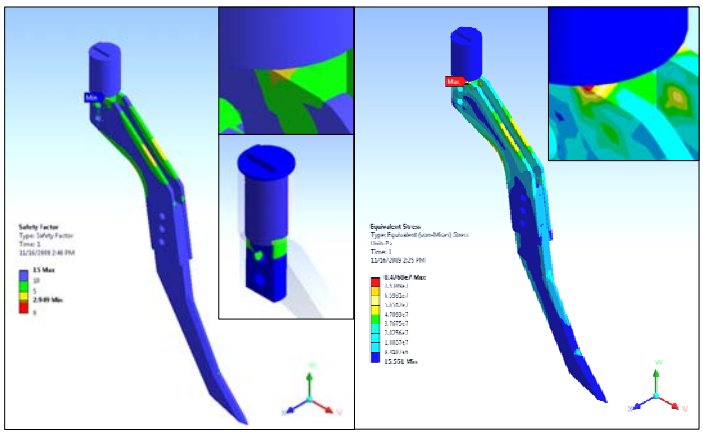
بحث و نتایج

نیروهای وارد بر گاوآهن همان نیروهای وارد از طرف خاک است که به طور مستقیم به بازوهای قلمی و بشقاب ها وارد می شوند و بازوها و بشقاب ها اثر این نیروها را به صورت نیرو و یا گشتاور به تیرک اصلی و شاسی منتقل می کنند. اندازه و محل نیروهای وارد بر هر یک از قسمت های چهارگانه در جدول ۱ آمده است.[٥] نیروی وارد از طرف تراکتور باید برای به حرکت انداختن گاوآهن در خاک، به این نیروها غلبه کند.

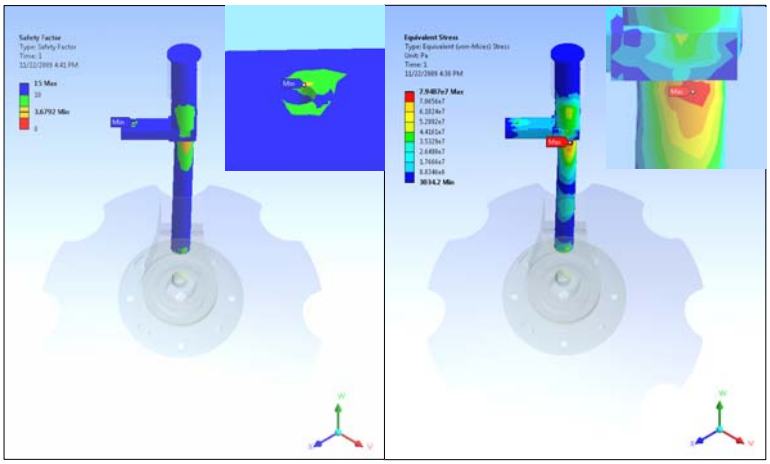
جدول ۱- نیروهای وارد به قسمت های مختلف گاوآهن(نیروها به کیلو نیوتن و گشتاورها به کیلو نیوتن متر هستند.)

قسمت مونتاژی	محل وارد شدن نیرو	مولفه x نیرو	مولفه y نیرو	مولفه z نیرو	مولفه x گشتاور	مولفه y گشتاور	مولفه z گشتاور
پایه بازوی قلمی	مرکز مقاومت تیغه قلمی	-۱/۷۵	-۰/٦۸	۰	۰	۰	۰
پایه بشقاب و بازوی تنظیم	مرکز مقاومت بشقاب	-٤/۰۸	-۰/۱٦	-۲/٦٥	۰	۰	۰
تیرک اصلی و تصالات	هر یک از بوش های اتصال پایه های قلمی	-۱/۷٥	-۰/۹۳	۰	۰	۰	-۱/٤٤
	هر یک از بوش های اتصال پایه های بشقاب	-٤/۰۸	-۰/۸٦	-۲/٦٥	۱/٥۲	/۲	-۲/۳٥
شاسی	بوش اتصال محور چرخش تیرک اصلی	-۱٤/۹٤	۰/٥۳	-۷/۹٥	-۱/۷	۰	٦/٤۰
	محل قرار گرفتن سر تیرک اصلی روی شاسی	.	- ٥/٥۰	۰	۰	۰	۰

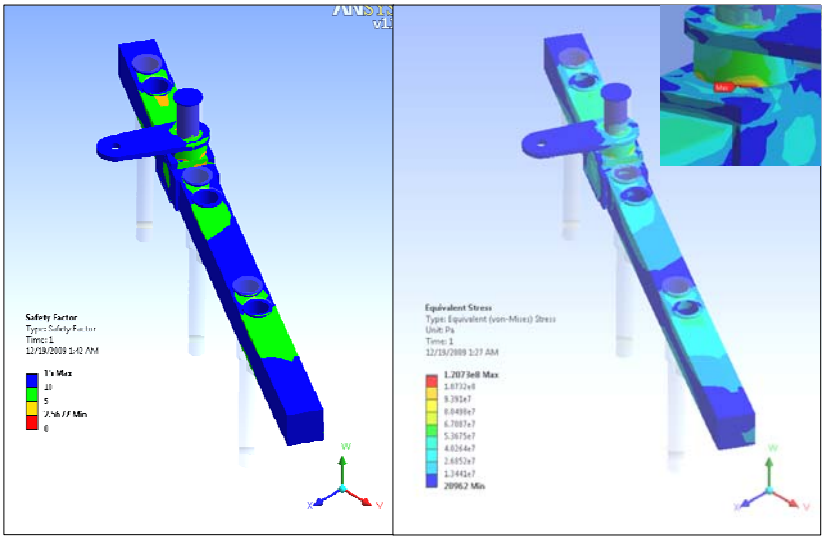
نتایج تحلیل، توزیع تنش فون مایزز (von-mises stress)، و ضریب اطمینان (safety factor) قسمت های مختلف گاوآهن را نشان می دهد. (شکل های ۱۳تا ۱٦)



شکل ۱۳- یک پایه بازوی قلمی - راست: توزیع تنش فون مایزز چپ: ضریب اطمینان در هر نقطه

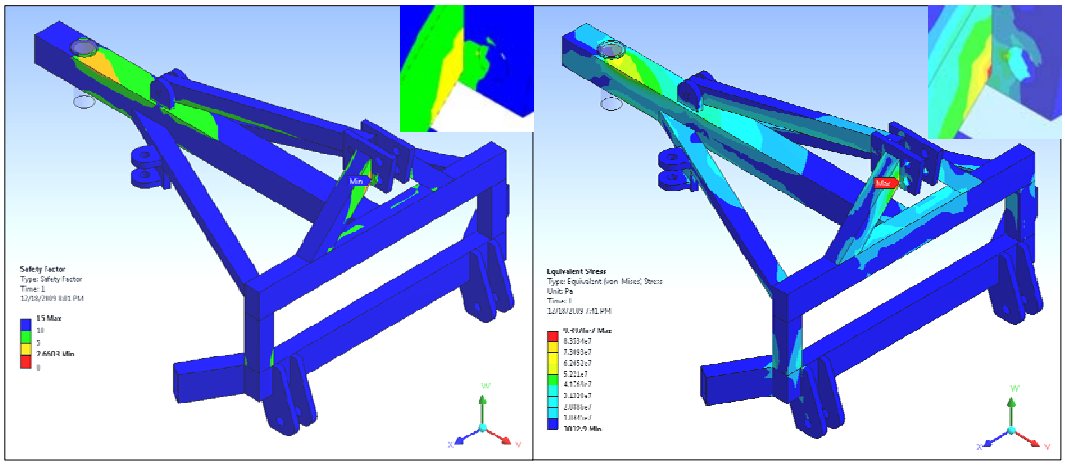


شکل ١٤- محور و بازوی تنظیم زاویه تمایل - راست: توزیع تنش فون مایزز در چپ: ضریب اطمینان در هر



نقطه

شکل ۱۵- تیرک اصلی و اتصالات آن - راست: توزیع تنش فون مایزز چپ: ضریب اطمینان در هر نقطه



شکل ۱۶- راست: توزیع تنش فون مایزز در شاسی - چپ: ضریب اطمینان در نقاط مختلف شاسی

حداکثر تنش فون- مایزز در یک پایه بازوی قلمی برابر ۸۵ مگا پاسکال و در بالای صفحات اتصال آن رخ داده است و حداقل ضریب اطمینان در صفحات اتصال و برابر ۲/۹۵ می باشد.

حداکثر تنش فون- مایزز در پایه بشقاب و بازوی تنظیم برابر ۷۹ مگا پاسکال و در محور اتصال رخ داده است. ولی به دلیل اینکه مقاومت تسلیم محور از اتصالات و بازوی تنظیم بیشتر است حداقل ضریب اطمینان در اتصالات بازوی تنظیم است و میزان آن برابر ۳/۷ است.

حداکثر تنش فون- مایزز در تیرک اصلی و اتصالات آن برابر ۱۲۱ مگا پاسکال و در محور چرخش است ولی حداقل ضریب اطمینان در صفحه پایینی تشکیل دهنده بازوی محرک و در محل اتصال آن به صفحه اتصال جانبی تیرک و برابر ۲/۵۷ می باشد زیرا مقاومت تسلیم آن کمتر است.

حداکثر تنش فون- مایزز در شاسی برابر ۹۴ مگا پاسکال و در محل اتصال بازوی مایل سمت راست به صفحه اتصال بالایی اتصال سه نقطه رخ داده است. حداقل ضریب اطمینان در شاسی در محل اتصال بازوی مایل به صفحه اتصال بالایی اتصال سه نقطه و برابر ۲/۶۶ می باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده کلیه قسمت های گاوآهن دارای ضریب اطمینان بالاتر از ۲/۵ بوده وکاملا مطمئن هستند.

نتیجه گیری و پیشنهادات

گاوآهن طراحی شده با توجه به اجزا و مکانیزم های آن و دو طرفه بودن آن ظرفیت مزرعه ای بالاتری نسبت به گاوآهن های یک طرفه دارد، از تخریب ساختمان خاک جلوگیری می کند و سطح خاک را به صورت یکنواخت تر باقی می گذارد؛ علاوه بر آن امکان ساخت این گاوآهن با حداقل امکانات و مواد اولیه وجود دارد و کار با آن بسیار آسان بوده و نیازی به آموزش و مهارت زیاد ندارد؛ همچنین با توجه به استفاده از پیچ و مهره و پین و بوش در طراحی این گاوآهن اکثر قطعات آن در صورت آسیب دیدن به راحتی قابل تعمیر یا تعویض می باشند.

از جمله کارهایی که پس از ساخت آن می تواند به ارزیابی و بهبود عملکرد این گاوآهن کمک کند می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- اندازه گیری نیروهای وارد بر آن به صورت عملی و بهینه سازی آن با توجه به جنبه های اقتصادی تولید.

۲- ارزیابی سرعت بهینه و مناسب برای کار این گاوآهن در زمین های مختلف.

۳- ارزیابی و مقایسه وضعیت تسطیح زمین پس از انجام عملیات شخم، بین این گاوآهن با نمونه یک طرفه آن.

٤- بررسی میزان نیروی وارد بر چرخ شیار عقب و امکان حذف یا تغییر این چرخ.

منابع:

[۱] الماسی، م. کیانی، ش. و لویمی ن. ۱۳۸٤. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه(س)، قم.

[۲] ساعدی، س. ا. آق خانی، م. ح. و فرزاد، ع. ۱۳۸٦. طراحی گاوآهن بشقابی دوطرفه با سنتز یک مکانیزم پنج رابطی خط مستقیم. مجموعه مقلات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه فردوسی مشهد، کد مقاله ۸۲.

[۳] سریواستاوا، ا. ک. گورینگ، ای. ک. و روبرباک، پ. ر. ترجمه: بهروزی لار، م. ۱۳۷۹. اصول طراحی ماشین های کشاورزی (چاپ اول). انتشارات علمی دانشگاه آزاد، تهران.

[٤] شیگلی، ج. ا. میشکه، چ. و بادیناس ر. ج. ترجمه: شادروان، ا.، ۱۳۸۷. طراحی اجزای ماشین (چاپ سوم) انتشارات نوپردازان، تهران.

[٥] فاتحی، م. ۱۳۸۸. طراحی و ساخت مکانیزم و سیستم هیدرولیکی چرخاننده برای گاوآهن دوطرفه مرکب (بشقابی و قلمی). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

[٦] قضاوی، م.ع. ۱۳۷۷. طراحی و ساخت گاوآهن متناسب با شرایط ایران (ایران شخم ابزار). اولین کنگره مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۲٦ تا ۲۸ مرداد ماه ۱۳۷۷، کرج، صفحه۸۰.

[۷] محمدی گل، ر. جوادی، ا. و قضاوی م.ع. ۱۳۸٦. اثر دو دستگاه گاوآهن مرکب بر خصوصیات فیزیکی خاک در مقایسه با گاو آهن برگردان دار. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۸، شماره ۱، صفحه ٤۷ تا ٦۰.

[۸] مابی، همیلتون اچ. و رینهولتس، چالز اف. ترجمه: کاشفی، م. ر. و مهدیقلی، ح. ۱۳۸٥. مکانیزم و دینامیک ماشینها (چاپ سوم). انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران.

[۹] منصوری راد، د. ۱۳۸۲. تراکتورها و ماشین های کشاورزی (جلد اول، چاپ دهم). انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

[10] Allen, W. S. 1978. Reversible disc plough. United states patent, No. 4211286.

[11] Barrett, Ch. F. 1950. Reversible disk plow. United states patent, No. 2672801.

[12] Fa, Ch. Xue Jun, S. JianXin Sh. and XueNong, W. 2004. Optimized design of reversing mechanism of horizontal reversible plough. Transaction of the Chinese society of agricultural engineering. Vol. 20, No. 1.

[13] Ghazavi, M.A. 1997. Energe inputs and resulting soil physical conditions of priming tillage implements. Ph. D. Thesis, Newcastle university.

[14] Godwin, R. J. and Spoor, C. 1977. Soil failure with narrow tine (vol 22). Agr. Eng. Res..

[15] Jian, W. Feng, G. ChengWu, W. and JianJun, Zh. 2005. Analysis and optimization of the reversing mechanism of the reversible plow. Transactions of the Chinese society of agricultural machinery. Vol. 36, No. 5, PP. 36-40 and 48.

[16] JianJun, Zh. ChengWu, W. ChunJing, W. HaiLong, J. and Lin, D. 2005. Design of a new automatic turnover mechanism of depth weel on reversible plow. Transactions of the Chinese socicty of agricultural machinery, Vol. 36, No. 1, PP. 42-45.
[17] John Deere Co. 1987. Tillage, Fundamentals of machine operation (FMO).
[18] Kepner, R. A. Bainer, R. and Barger, E. L. 1980. Principles of farm machinery (3rd edition, 2nd pirinting). AVI publishing co., Inc, Westport, conn, 527 P.
[19] Pursche, H. A. 1952. Two way disc plough. United states patent, No. 2780158.

Abstract

Inopportune using of moldboard ploughs in many farms lead to some problems such as: soil erosion, loss soil moisture and establishing Pan layer under plow layer. In these areas, disk plough has better revenue. Penetration of the disk plough in hard and dry lands is difficult; so dissolve this problem by adding a chisel blade at the front of every disk, in Iran Shokhm Abzar combine plough. This plough is suitable for working in hard and in dry lands such as: many areas of Iran. In this project, With the purpose of increasing the efficiency, saving expenses and time in operation, preventing from, inopportune passing over the farm, and preventing from demolishing soil structure, and improving the land level after plowing, a new reversible combine plough was designed. After considering sizes and dimensions of Iran Shokhm Abzar plough, and operation depth and wide, the needed mechanisms for its turnover mechanism were designed. Then due to design of mechanisms, were designed all needed part for its making, in SolidWorks and assembled them. At the end, parts were analyzed in Workbench of ANSYS. After optimization, took minimum safety factor over 2.5.

Key words: Disk plough, Combine plough, Reversible plough, Iran Shokhm Abzar, Mechanism, Analyze.