طراحی گاوآهن بشقابی دوطرفه با سنتز یک مکانیزم پنج رابطی خط مستقیم (۸۲)

سید ایمان ساعدی[۱]، محمدحسین آق خانی[۲] ، عبدالعلی فرزاد[۲]

چکیده

گاوآهن بشقابی یکی از ادوات مهم خاکورزی می باشد که به کارگیری نوع دوطرفه آن به سبب صرفه جویی در وقت و هزینه و افزایش راندمان فرایندهای زراعی حائز اهمیت بالایی می باشد. با انگیزه ساده سازی و اصلاح طرح های موجود، پس از بررسی انواع مکانیزم ها طراحی نوع جدیدی از گاوآهن بشقابی دوطرفه به انجام رسید. ساختار این گاوآهن، یک مکانیزم پنج رابطی خط مستقیم است که پس از بهینه سازیِ مکانیزم چهار رابطی خط مستقیم دانیل به دست آمد. در این طرح، علاوه بر مکانیزم های تغییر جهت بشقاب ها و چرخ شیار عقبی، مواردی از جمله تثبیت موقعیت گاوآهن در شرایط شخم و مکانیزمی برای تغییر زاویه تمایل طولی بشقاب ها لحاظ گردیده است. این طرح، سپس از جنبه نیرویی تحلیل شد و نمودارهایی برای تعیین روند تغییرات آن برای بخش های مختلف مکانیزم، به دست آمد. تحلیل ابعادی این گاوآهن در دو مرحله انجام گرفت. مرحله اول مربوط به طول رابط ها و موقعیت مفصل ها برای تولید حرکات مورد نظر (بهینه سازی مکانیزم) و مرحله دوم مربوط به مقطع عرضی بخش های مختلف با در نظر گرفتن شرایط نیرویی و انتخاب ماده و ضریب اطمینان مشخص. گاوآهن جدید به سبب طراحی ساده و عدم نیاز به قطعات مکانیکی کمکی خصوصیات شاخصی مثل کاربری آسان، هزینه تمام شده پایین و حداقل نیاز به سرویس و نگهداری را خواهد داشت. بخش اعظم فرایند مدل سازی توسط نرم افزار CATIA انجام پذیرفته است.

کلید واژه ها: بهینه سازی مکانیزم، تحلیل ابعادی، تحلیل نیرویی، گاوآهن بشقابی دوطرفه، مکانیزم دانیل

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه:

یکی از زمینه های بسیار گسترده ماشینهای کشاورزی عملیات خاکورزی است که هدف نهایی آن تهیه بستر بذر برای انجام فرایندهای سه گانه زراعی (کاشت، داشت و برداشت) می باشد. از آنجا که بیشترین هزینه تولید محصولات زراعی مربوط به عملیات خاکورزی است، از این رو، بهینه سازی عملکرد ادوات مربوطه، از جمله ابزارهای بشقابی که در زمرهٔ مهمترین ماشین های خاکورزی می باشند، می تواند نقش اساسی در کاهش هزینه های تولید داشته باشد.

یکی از راهبردهای افزایش کیفیت عملکرد ادوات بشقابی بهینه سازی طراحی آنها می باشد که از جمله این روش ها به کارگیری انواع دوار می باشد.

آزاد بخت یک گاوآهن بشقابی موتور گرد یکطرفه و آق خانی یک هرس بشقابی دوار ساختند. این نوع ادوات که در واقع طرح های بهینه سازی شده ای از گاوآهن بشقابی و هرس بشقابی برای عملیات خاکورزی اولیه می باشند، علاوه بر نیروی کششی از محور توان دهی نیز استفاده می کنند. از این رو مزایایی از قبیل کاهش توان کششی، کاهش سرخوردگی چرخ های تراکتور، بهبود کیفیت خاکورزی، آماده سازی زمین برای کشت دوم در سال و بازگرداندن بقایای گیاهی به خاک به عنوان کود سبز را ارائه می دهند[۱و۲].

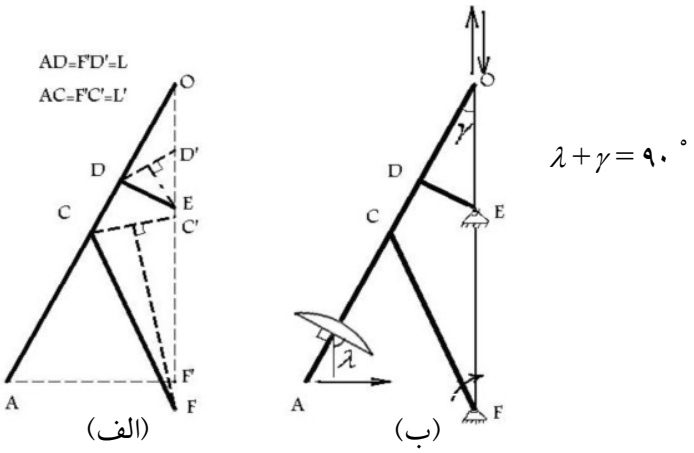
روش دیگر بهینه سازی عملکرد گاوآهن های بشقابی استفاده از نوع دوطرفه آنها می باشد. به کارگیری گاوآهن های بشقابی دوطرفه در کنار داشتن کلیه مزایای ابزارهای بشقابی، به سبب ایجاد حداقلِ ناهمواری ها در زمین وحداقلِ نیاز به ادوات خاکورزی بعدی، موجب صرفه جویی در وقت و هزینه، افزایش راندمان آبیاری، حفظ ساختمان خاک و غیره خواهند شد.

ویلیام و همکاران[۱] یک گاوآهن بشقابی دوطرفه اختراع کردند. در این گاوآهن، تغییر وضعیت بشقاب ها از حالت چپ ریز به راست ریز به این صورت انجام می گیرد که دیرک حامل بشقاب ها که حول نقطه مرکزی قاب اصلی قابلیت گردش دارد، ۳۰ تا ۴۰ درجه دوران می کند و یک مکانیزم ثانویه، پس از گردش دیرک, به منظور تنظیم زاویه تمایل طولی, هر بشقاب را حول ساقه خود می چرخاند. همزمان چرخ شیار عقبی نیز با سیستم اهرم خاص خود گردش می کند و وضعیت جدید و متناسبی می یابد. عمل تغییر وضعیت اغلب به وسیله یک جک هیدرولیکی دوطرفه انجام می پذیرد[۱۲].

مواد و روش ها

برای به دست آوردن حرکات مورد نیاز گاوآهن بشقاب دوطرفه مکانیزم های مختلفی مورد بررسی قرار گرفت که از بین آنها مکانیزم چهار رابطی خط مستقیم دانیل انتخاب گردید. این مکانیزم با داشتن ویژگی های مفید و مطلوب, نیازهای طراحی را مرتفع ساخته است[۷]. (شکل شماره ۱).

3- William, S. A



شکل شماره ۱ : مکانیزم چهار رابطی دانیل برای تغییر جهت شاسی حامل بشقاب ها (AO) در یک مرحله (بدون نیاز به مکانیزم ثانویه تنظیم زاویه تمایل طولی بشقاب ها).

در این مکانیزم رابط AO به عنوان شاسی متحرک حامل بشقابها در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب برای حرکت این رابط, بازوهای DE و FC حول مفصل های E و F گردش می کنند و در این حین نقاط A و O بر روی مسیرهای تقریباً مستقیم الخط افقی و عمودی حرکت می کنند. این حرکتهای مستقیم الخط بدون نیاز به کشویی یا راهنما و با حداقل اصطکاک در لولاها انجام می شود که از مزایای این مکانیزم محسوب می شود. ویژگی دیگر این اهرم بندی این است که می تواند وزنه ای که در نقطه متحرک این مکانیزم (A) آویزان شده است را در حالت تعادل نگه دارد. این پدیده نشان دهنده "تعادل خنثی" در این مکانیزم می باشد.

برای بهینه سازی این مکانیزم، شرایط کاری گاوآهن بشقابی دوطرفه مدّ نظر می باشند. این شرایط شامل موارد ذیل می گردد:

الف) مکانیزم چرخش یک مرحله ای بشقاب ها در سطح افقی برای رسیدن به وضعیت متقارن برای زوایای تمایل طولی ۴۲ تا ۴۷ درجه بشقاب ها.

ب) مکانیزم چرخ شیار عقبی با داشتن مقداری تمایل طولی چرخ.

ج) مکانیزم توقف برای تثبیت گاوآهن به هنگام شخم.

د) مکانیزم تغییر زاویه تمایل طولی بشقاب ها.

ه) حالت حمل و نقل دستگاه در خارج از مزرعه (ترانسپورت).

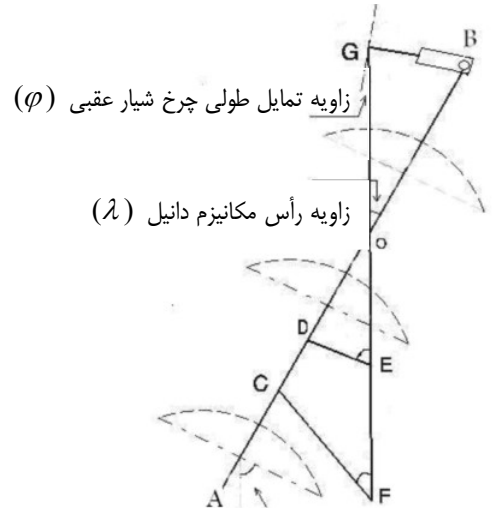
نسبت طول بازوها و محل قرارگرفتن لولا ها با اهمیت هستند. در حالت کلی می توان گفت که این مکانیزم با رسم یک مثلث قائم الزاویه AOF' (شکل شماره ۱ الف) به دست می آیدکه بر روی اضلاع AO و OF' طول های AD=F'D'=L و AC=F'C'=L' جدا می شوند. نقاط C و D و نیز محل تلاقی عمود منصف پاره خط های CC' و DD' با F'O (نقاط F و E) لولاهای این مکانیزم را تشکیل خواهندداد (شکل شماره ۱ ب). برای بهینه سازی حرکت مکانیزم برای تغییر موقعیت گاوآهن بشقابی دوطرفه، رابط (۱) استخراج شده است:

$$L = AO\left(1 - \frac{1 - \cos\gamma}{1/746 - \cos\gamma - \sqrt{0/5565 - \sin^2\gamma}}\right) \qquad (۱)$$

رابطه (۱) به طور خلاصه بیان می کند که تحت هر انتخابی از γ برای طراحی اولیه، طول L چه درصدی از طول AO باشد تا با رسم مثلث قائم الزاویه اولیه AOF' بتوان مکانیزم دانیل را به گونه ای به دست آورد که قابلیت بازشدن تا زاویه ۴۸ درجه به ازای زاویه رأس γ (۴۲ درجه به ازای زاویه تمایل طولی بشقاب ها λ) را داشته باشد، بدون اینکه رابط DE به وضعیت افقی خود برسد (با حالت افقی زاویه ۵ درجه بسازد) تا از حرکت دلخواه مکانیزم اطمینان حاصل گردد. بدیهی است که با محاسبه L ، رامتر L' برای طراحی مکانیزم یک پارامتر اختیاری خواهد بود. البته هرچه این طول تفاوت کمتری با نصف طول AO

داشته باشد، حرکت نقطه A به مستقیم الخط نزدیک تر خواهد بود. رابطه (۱) قابل تعمیم است و آن را می توان برای هر کاربردی از مکانیزم دانیل اصلاح و معرفی نمود. برای ایجاد تقارن در هر دو حالت راست و چپ ریز، لازم است که صفحه بشقاب ها به صورت ثابت و عمود بر محور حامل باشد (شکل شماره ۱ ب).

مرحله بعدی بهینه سازی مکانیزم لحاظ کردن چرخ شیار عقبی می باشد. این چرخ در پشت آخرین خیش بشقابی بایستی به گونه ای قرارگیرد که با دیوارهٔ شیار تماس داشته باشد. معمولاً برای آن یک زاویه تمایل طولی هم نسبت به راستای حرکت درنظر می گیرند[۸] (شکل شماره ۲).



شکل شماره ۲: مکانیزم پنج رابطی گاوآهن بشقابی دوطرفه و زوایای تعیین کننده طراحی.

همانگونه که در شکل شماره ۲ مشاهده می شود، برای استقرار چرخ شیار عقبی در موقعیت درست، رابطهایAO و FO مکانیزم دانیل از سمت O به اندازه کافی امتداد داده شده اند تا به ترتیب، نقاط B وG به دست آیند. رابط پنجم (BG) به طریقهٔ نشان داده شده به مکانیزم چهار رابطی اولیه افزوده می شود. محل در نظر گرفته شده برای چرخ شیار عقبی در نقطه G انتخاب می گردد. انتخاب ابعاد مناسب برای رابط های OB و OG به روش ترسیمی می باشد.

در نگاه اول به مکانیزم پنج رابطی به دست آمده مشاهده می شود که این اهرم بندی قابلیت حرکت ندارد، یعنی درجه آزادی آن صفر است. برای رفع این مشکل، رابط جدید BG به صورت شیار دار طراحی شده است تا یک درجه آزادی به آن داده شود. در این صورت با حرکت مکانیزم، نقطه B نیز با حرکتی که تلفیقی از حرکت رابطهای BG و AB می باشد به گونه ای تغییر موقعیت خواهد داد که پس از اتمام حرکت در موقعیت متقارن نسبت به حالت اولیه درآید.

همانگونه که بیان گردید، در حین تغییر مسیر رابط AB مکانیزم (شاسی متحرک حامل بشقاب ها)، نقطه O در یک مسیر نسبتاً مستقیم عمودی حرکت رفت و برگشتی انجام می دهد تا دوباره به حالت اولیه برگردد.

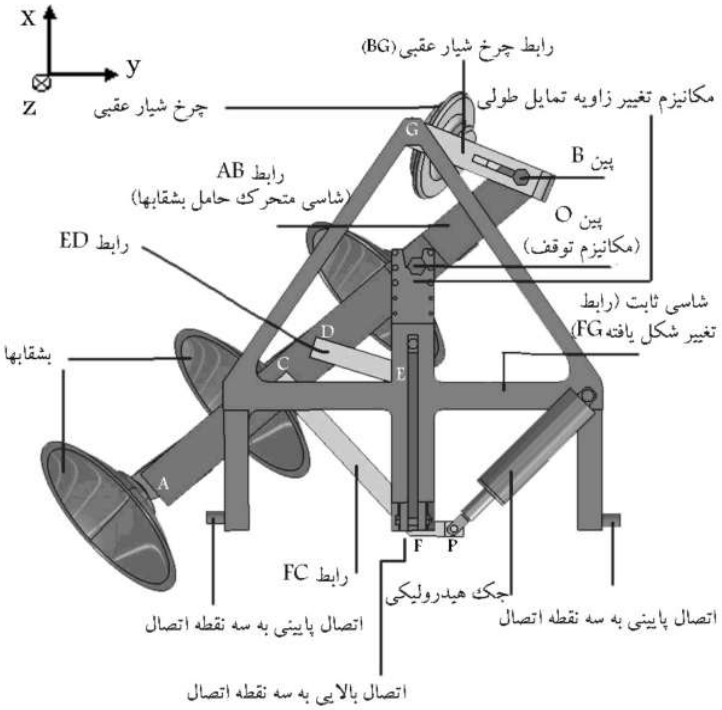
از این ویژگی سه خاصیت مهم دیگر برای طراحی گاوآهن بشقابی دوطرفه به دست خواهد آمد:

۱- با مهار مناسب این نقطه در واقع می توان قفل مناسبی برای گاوآهن منظور نمود.

۲- با بالا و پایین بردن جزئی نقطه O در حقیقت می توان زاویه تمایل طولی گاوآهن بشقابی را تغییر داد.

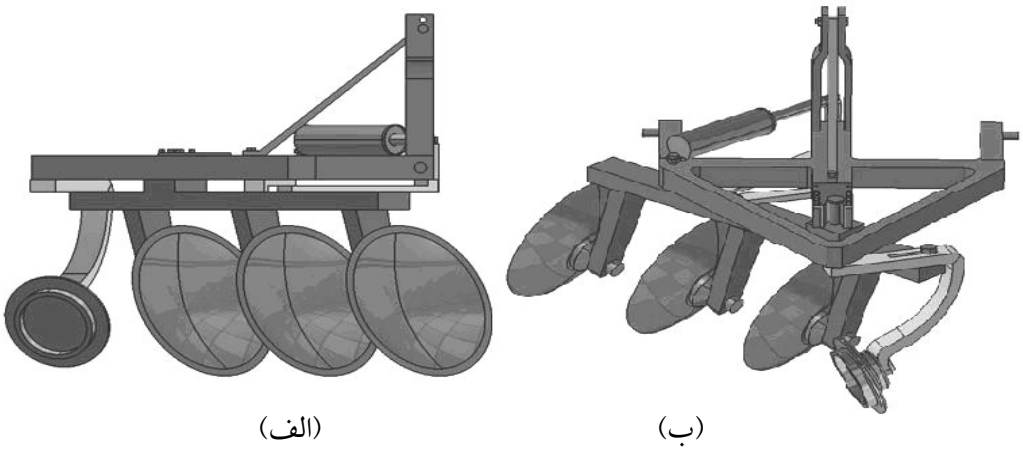
۳- با متوقف کردن نقطه O در موقعیت نهایی بالایی وضعیت حمل و نقل (ترانسپورت) مناسب ایجاد خواهد شد.

در شکل شماره ۳ نمای بالایی و در شکل شماره ۴ نماهای جانبی و پشتی گاوآهن بشقابی دوطرفه مدل شده توسط نرم افزار CATIA نشان داده شده است. مکانیزم های توقف (پین O) و تغییر زاویه تمایل طولی بشقاب ها را در این تصاویر می توان مشاهده نمود.



شکل شماره ۳: نمای بالایی از گاوآهن بشقابی دوطرفه سوار با مکانیزم دانیل.

به هنگامی که گاوآهن در خاک مشغول شخم است، کلیه نیروهای وارد بر شاسی متحرک حامل بشقاب ها از طرف خاک به گونه ای است که تمایل دارد زاویه تمایل طولی بشقاب ها را کم کند، به عبارت دیگر این نیروها در جهت فشار دادن نقطه O به سمت مفصل های E و F عمل می کنند. دلیل این مسئله این است که از بین نیروهای سه گانه ای که در سه راستای مختصات به بشقاب وارد می شوند[۵]، تنها نیرویی که در راستای حرکت وارد می شود (نیروی مقاومت کششی) قادر به ایجاد گشتاور فوق است از این رو، وضعیت توقف مکانیزم با قرار دادن پینی در نقطه O مکانیزم ایجاد شده است، به طوری که با قرار دادن یک توقف در سر راه این پین، حرکت کل مکانیزم متوقف خواهد شد. حال اگر نقطهٔ توقف به طریقی جابجا و سپس مجدداً تثبیت گردد، مکانیزم مناسبی برای تغییر زاویهٔ تمایل طولی بشقاب ها حاصل خواهد گردید. برای انجام این کار، قسمتی از شاسی ثابت FG به صورت ریلی درآمده و قطعه طراحی شده ای که به وسیله سوراخ هایی درجه بندی شده است در جایگاه ریلی ایجاد شده قرار خواهد گرفت. با تغییر موقعیت سوراخها و محکم کردن آن از طریق پیچ و مهره، زاویه تمایل طولی تغییر کرده و تثبیت می شود (شکل شماره ۳). همچنین با دقت در شکل شماره ۳ مشاهده می شودکه وقتی جک هیدرولیکی به اندازه نیمی از مسیر خود باز می شود، شاسی حامل بشقاب ها هم نیمی از مسیر خود را طی می کند و در حالتی قرار می گیرد که صفحهٔ بشقاب ها (و چرخ شیار عقبی) عمود بر راستای حرکت واقع می شوند. این حالت برای وضعیت حمل و نقل (ترانسپورت) دستگاه، مدّنظر می باشد.



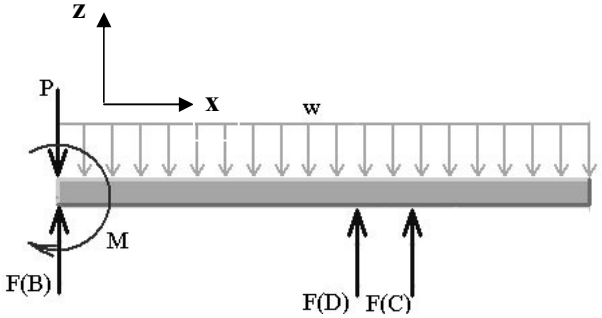
شکل شماره ٤: (الف)، نمای جانبی گاوآهن بشقابی طراحی شده؛ وضعیت قرار گیری رابط ها به صورت غیرهمسطح در آن مشخص می باشد. (ب)، نمای پشتی گاوآهن بشقابی طراحی شده در وضعیت چپ ریز؛ شکل تغییر یافته رابط چرخ شیار عقبی برای قرارگرفتن در موقعیت درست در پشت بشقاب ها قابل مشاهده است.

- تحلیل نیرویی

تحلیل نیرویی گاوآهن بشقابی دوطرفه طراحی شده در شرایط خارج خاک صورت گرفته است. یعنی از هنگامی که گاوآهن پس از یک سری شخم از خاک بیرون آورده می شود تا زمانی که پس از تغییر جهت بشقاب ها دوباره به خاک بر می گردد. این تحلیل علاوه بر وزن زیاد شاسی بشقاب ها، به سبب نیروهایی که رابط های پنج گانه مکانیزم به یکدیگر وارد می کنند نیزحائز اهمیت است. روش های تحلیل نیروها و گشتاورها در اهرم بندی ها را به سه دسته می توان تقسیم کرد که به ترتیبِ افزایش پیچیدگی شامل روش استاتیکی، روش سینواستاتیکی و روش دینامیکی می شود [۴].

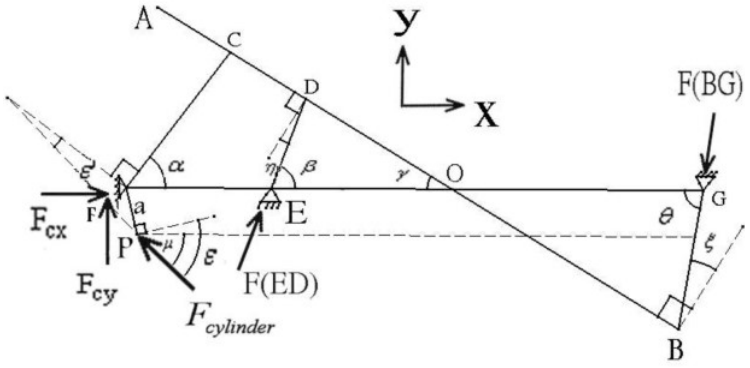
در این تحقیق نیروهای وارد بربخش های مختلف مکانیزم پنج رابطی گاوآهن بشقابی دوطرفه به روش استاتیکی محاسبه شده است. از آنجا که نیروهای وارد برگاوآهن مورد بحث در هر سه جهت فضایی واقع شده اند، تحلیل در دوصفحه xy و xz به طور جداگانه صورت پذیرفته است. به گونه ای که صفحه xy برای تحلیل نیروی داخلی رابط ها و نیز جک هیدرولیکی، و صفحه xz برای تحلیل وزن انتخاب شده است.

شکل شماره ۵ نمودار جسم آزاد شاسی متحرک در صفحه xz را نشان می دهد. بار گسترده w وزن شاسی متحرک و بشقاب هاست که به طور یکنواخت در سرتاسر تیر در نظر گرفته شده است. بار متمرکز P و گشتاور M به ترتیب حاصل وزن و گشتاور وزن چرخ شیار عقبی در موقعیت درست خود می باشند. نیروهای عمودی F(C)، F(D) و F(B) در واقع سهمی از وزن گاوآهن بشقابی می باشند که به ترتیب توسط هریک از مفصل های C، D و B تحمل می شود. با به دست آوردن این نیروها در تیر نامعین نشان داده شده در نهایت می توان حداکثر نیروی مورد نیاز جک هیدرولیکی برای حرکت دادن به کل مکانیزم را به دست آورد.



شکل شماره ۵: نمودار جسم آزاد شاسی متحرک حامل بشقاب ها در صفحه xz.

شکل شماره ۶ نمودار جسم آزاد شاسی متحرک حامل بشقاب ها در صفحه xy را نشان می دهد. رابط های BG (با صرفنظر از اصطکاک پینB با شیار موجود در آن) وED ، رابط های دونیرویی می باشند که در آنها نیروی وارد بر رابط همواره در راستای آن است. رابط FC به دلیل اینکه نیروی جک هیدرولیکی ($F_{cylinder}$) به آن وارد می شود دونیرویی نخواهد بود. از این رو در شکل شماره ۶ برای تکیه گاه F دو نیروی کاملاً مجهول عمود برهم در نظر گرفته شده است (F_{cx} و F_{cy}).



شکل شماره ٦ : نمودار جسم آزاد شاسی متحرک حامل بشقاب ها در صفحه xy .

از بین پنج پارامتر نیرویی نشان داده شده در شکل شماره ۶ به غیر از $F_{cylinder}$ که با استفاده از تحلیل نیرویی صفحه xz محاسبه می شود، بقیه مجهول می باشند؛ لذا برای به دست آوردن مجهولات، به غیر از معادلات تعادل استاتیکی کل مکانیزم (شکل شماره ۶)، از معادلات تعادل رابطه AB نیز به صورت کمکی استفاده شده است. اما از آنجا که کلیه زوایای مربوط به روابط تعادل استاتیکی (شکل شماره ۶) در حین حرکت مکانیزم تغییر می کنند، تحلیل استاتیکی در مراحل مختلف حرکتی انجام شده است. به طوری که بیشترین مقدار دوران مکانیزم (۹۶درجه به ازای زاویه رأس γ) به ۴۰ قسمت تقسیم شده (در مجموع ۴۱ مرحله) و زوایای مورد نیاز برای تحلیل نیرویی (شکل شماره ۶) ۴۱ مرتبه برداشت شده است. با استفاده از این داده ها، معادلات تعادل استاتیکی ۴۱ مرتبه حل شد. از این رو، برای مقادیر نیرویی مجهول، نمودارهایی که نشان دهنده روند تغییرات در مراحل کاری مختلف مکانیزم است حاصل گردید.

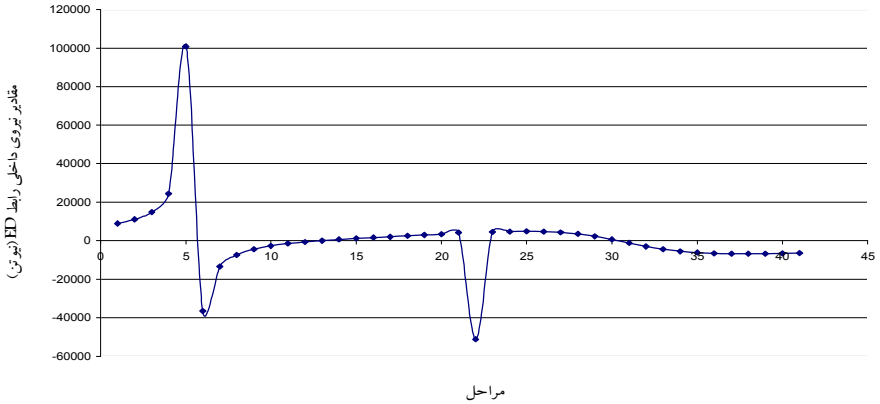
نتایج و بحث

گاوآهن بشقابی دوطرفه طراحی شده با حرکت تقریباً مستقیم الخط خیش اول تغییر موقعیت می دهد. این به معنای آن است که تغییر زاویه تمایل طولی بشقاب ها با حرکت خیش اول در راستای محور عقب تراکتور، و بدون ایجاد فاصله عمودی با آن (از طریق مکانیزم طراحی شدهٔ تغییر زاویه تمایل طولی) انجام می پذیرد. اگر کمترین فاصله خیش اول از چرخ عقب پنج سانتیمترو برای تمایل طولی ۴۲ درجه انتخاب گردد، این فاصله در بیشترین حالت خود و برای تمایل طولی ۴۷ درجه، برای یک گاوآهن با شاسی متحرک ۱۷۰ سانتیمتری بیشتر از ۱۱ سانتیمتر نخواهد شد. همچنین به هنگام تغییر موقعیت بشقاب ها، چرخ شیار عقبی از طریق مکانیزم خود به میزان ۲۱۹/۵ درجه گردش می کند. این گردش در یک مسیر تقریباً سهمی شکل انجام می گیرد که به خاطر نوع اهرم بندی طراحی شده برای این چرخ می باشد.

نتایج تحلیل نیرویی گاوآهن طراحی شده در صفحه xz نشان داد که هریک از مفصل های C، D و B به ترتیب در حدود ۶۲، ۱۶و ۲۲ درصد از وزن گاوآهن را تحمل می کنند. برای یک گاوآهن سه خیش به وزن تقریبی ۷۳۵۰ نیوتن مقدار این نیروها در حدود ۴۵۵۳/۳۷، ۱۲۲۴/۵۴و۱۸۱۶/۱۹ نیوتن خواهد بود. اگر هریک از این نیروها در بیشترین ضریب اصطکاک فلز با فلز [۶]یعنی ۰/۴ ضرب شده و حاصل در فاصله هر مفصل تا مفصل اعمال نیروی جک هیدرولیکی (مفصل F) ضرب شود، گشتاور مورد نیاز برای حرکت دادن به مکانیزم به میزان ۲۵۸۵۹۳۶/۹۵ نیوتن میلیمتر به دست می آید که با توجه به موقعیت محل اعمال این گشتاور، حداکثر نیروی مورد نیاز جک هیدرولیکی برای به حرکت در آوردن مکانیزم برابر با ۲۴۴۶۰/۹۵ نیوتن به دست خواهد

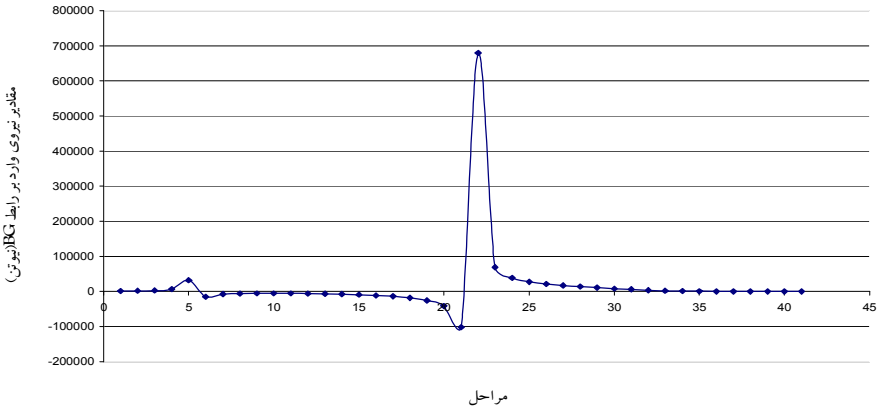
آمد. بدیهی است به دلیل اینکه تغییر وضعیت بشقاب ها در خارج خاک صورت می گیرد در این تحلیل, وزن خاک روی بشقاب ها به هنگام شخم لحاظ نشده است. این وزن در برابر وزن شاسی و بشقاب ها ناچیز است. از طرفی از آنجا که به هنگام شخم قفل مکانیزم درگیر می باشد, تأثیر این نیرو بر روی قفل مکانیزم خواهد بود که این مسئله در تعیین ابعاد قفل لحاظ گردیده است.

تحلیل نیرویی گاوآهن در صفحه xy با توجه به ماهیت متغیر نیروهای این صفحه منجر به نمودارهایی برای نیروهای مجهول نشان داده شده در شکل شماره ۶ گردید که در شکل های شماره ۷، ۸ و ۹ نشان داده شده اند.

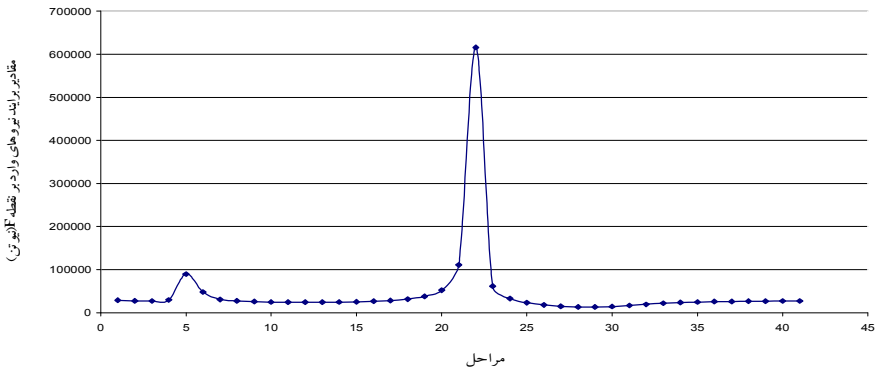


شکل شماره ۷: نمودار تغییرات نیروی F(ED) وارد بر رابط دو نیرویی ED در صفحه xy و در مراحل کاری مختلف مکانیزم.

تعیین ابعاد گاوآهن طراحی شده در دو مرحله انجام پذیرفته است. ابتدا تحلیل ابعاد طولی که بیانگر موقعیت قرارگیری رابط ها و طول نسبی آنها می باشد. این تحلیل برای شاسی بشقاب ها با انتخاب γ و AO و به کارگیری رابطه (۱) و همچنین انتخاب L' مناسب، و برای مکانیزم چرخ شیار عقبی با انتخاب OB و EG (به روش ترسیمی) صورت گرفت. بخش بعدی تحلیل ابعادی مربوط به مقطع عرضی بخش های مختلف می باشد. این تحلیل با رسم نمودار جسم آزاد هر رابط و لحاظ کردن نیروی وزن وارد بر مفصل رابط (در صفحه xz) و نیز بیشترین نیروی محوری وارده (در صفحه xy با استفاده از نمودارهای نیرویی ترسیم شده)، تعیین کوچکترین و ضعیف ترین مقطع رابط به خاطر تمرکز تنش و نهایتاً انتخاب ماده (فولاد ساختمانی st36 با تنش تسلیم ۳۶۵ Mpa برای رابط ها و فولادی با تنش برشی مجاز ۸۵ Mpa= τ_{all} برای پین ها) و ضریب اطمینان ۲ انجام پذیرفت.



شکل شماره ۸: نمودار تغییرات نیروی F(BG) وارد بر رابط دو نیرویی BG در صفحه xy در مراحل کاری مختلف مکانیزم.



شکل شماره ۹: نمودار برآیند نیروهای وارد شده به مفصل F در صفحه xy و در مراحل کاری مختلف مکانیزم.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در این تحقیق یک گاوآهن بشقابی دوطرفه سوار با به کارگیری و بهینه سازی مکانیزم چهار رابطی خط مستقیم دانیل طراحی و مدل گردید. در بخشی از این مدل سازی یک رابط به مکانیزم افزوده شد تا در نهایت یک مکانیزم پنج رابطی دست حاصل گردد. ویژگی هایی که با طراحی این گاوآهن جدید می توان به آنها دست یافت شامل این موارد می گردند:

۱- مکانیزم چرخش از قطعات ساده و معمولی تشکیل شده است که فرایند ساخت ساده ای دارند.

۲- به غیر از یک جک هیدرولیکی دوطرفه، این گاوآهن نیاز به هیچ گونه قطعات مکانیکی کمکی مثل یاتاقان، چرخ دنده، قطعات غلتشی و لغزشی، راهگاه و غیره ندارد و حرکت با حداقل اصطکاک در لولاها انجام می شود.

۳- بدلیل سادگی مکانیزم، امکان اجرای این طرح برروی گاوآهن های بشقابی یکطرفه موجود فراهم می باشد.

۴- امکان تولید انبوه این گاوآهن با حداقل امکانات وجود دارد.

با توجه به این ویژگی ها، تهیه این گاوآهن بشقابی دوطرفه جدید از لحاظ هزینه ای چندان مشکل نخواهد بود. درکنار هزینه پایین، این دستگاه از لحاظ کاربری نیز دارای مزایایی از این قبیل می باشد:

۱- به دلیل سیستم ساده، کاربری آن نیاز به تخصص و مهارت چندانی ندارد.

۲- عدم وجود قطعات مکانیکی کمکی باعث خواهد شد که این گاوآهن نیاز چندانی به سرویس و نگهداری نداشته باشد.

۳- به خاطر ایجاد مکانیزم ساده تغییر زاویه تمایل طولی بشقاب ها، کاربر برای نیل به این هدف، نیازی به بازکردن یک به یک بشقاب ها که امری مشکل و زمان بر است نخواهد داشت.

این دستگاه در مرحله طراحی می باشد. از این رو، بدیهی ترین پیشنهاد، ساخت و ارزیابی عملکرد آن می باشد. پیشنهادات زیر در حوزه ارزیابی و نیز طراحی قابل ارائه می باشند:

۱- امکان ایجاد یک قفل کامل و فراگیر به منظور خنثی نمودن ارتعاشات احتمالی وارد بر مکانیزم.

۲- تدارک مکانیزم های تنظیم موقعیت طولی، عرضی و ارتفاع چرخ شیار عقبی.

۳- کنترل مرکز مقاومت دستگاه در شرایط مختلف.

۴- تعمیم طراحی صورت گرفته برای طراحی گاوآهن بشقابی دوطرفه نیمه سوار و کشی.

۵- بررسی امکان استفاده از مکانیزم دانیل برای گاوآهن های بشقابی عمودی و نیز گاوآهن های برگرداندار دوطرفه جدید که دارای یک سری خیش می باشند (گاوآهن های دوطرفه لولایی یا مربعی).

منابع:

۱- آزادبخت، م. ۱۳۷۷. طراحی ساخت و ارزیابی مزرعه ای گاوآهن بشقابی موتورگرد. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

۲- آق خانی، م. ۱۳۷۴. طراحی و ساخت هرس بشقابی دوار. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- راستگو، ع. ۱۳۷۶. طراحی مکانیزمها (بندواره ها) (تألیف آ.اردمن، ج.سندور). انتشارات دانشگاه تهران.
۴- شادروان، ا. ۱۳۸۵. طراحی اجزاء ماشین (طراحی در مهندسی مکانیک) (تألیف جی. ای. شیگلی). ویرایش پنجم. انتشارات صنعت گستر.
۵- شفیعی، ا. ۱۳۷۱. اصول ماشینهای کشاورزی (تألیف آر.ا.کپنر، روی بینر، ای. ال. ـارگر). جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.
۶- شیرخورشیدیان، ع. ۱۳۸۱. طراحی مکانیزمها برای طراحان و ماشین سازان (تألیف ن.پ.چیرونیس، ن.اسکلاتر). نشر طراح.

7- John Deere. Fundamentals of Machine Operation (FMO), tillage. 1987. Deere & Company.
8- William, S. A. 1980. Reversible disc plough. U.S. Patent, No 4211286.

Design of a Reversible Disk Plow by Synthesis of a Five-bar Straight-line Mechanism

Abstract

Disk plows are one of the most important tillage tools that their reversible types have further importance, due to time and expense savings as well as efficiency improvement. Simplifying and improving the current products, a new type of reversible disk plow was designed. It was structured on a five-bar mechanism that was the product of Daniel straight-line four-bar linkage optimization. In addition to disk and rear wheel reversing mechanisms, a stay and a disk angle adjust were considered to ensure proper operation of the innovation. This design was then analyzed for force conditions and then for each part, diagrams and trend lines were drawn. Dimensional analysis carried out in two steps; At the first one, longitudinal and situational analysis was done in accordance with kinematic requirements. The second step dealed with cross section properties according to force analysis and assumption of material and factor of safety. Since it is a simple design in which no mechanical auxiliaries such as bearings, guides, etc. were required, it has advantages of the least production cost and maintenance as well as the easiest operation. This modeling and computer design was carried out mainly by the aid of CATIA.

Keywords: Daniel mechanism, Dimensional analysis, Force analysis, Mechanism optimization, Reversible disk plow.