تحلیل سینماتیکی مکانیزم تغذیه بهبود یافته در بسته بند مکعبی علوفه

هادی صائبی منفرد[1] ، علی ماشااله کرمانی[2] و احمد صادقی[1]

1 -مربی موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

2 -استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین

H_saebi@hotmail.com

چکیده

بسته بنده ای مکعبی علوفه به طور گسترده ای در فرآیند تولید علوفه خشک کردنی مورد استفاده قرار می گیرد. واحد تغذیه یکی از قسمت های مهم این دستگاه است که به دلیل وارد کردن ضربه به علوفه خشک می تواند در ریزش برگ هنگام انتقال به محفظه پیستون موثر باشد . در این تحقیق مکانیزم تغذیه در بسته بندهای مکعبی علوفه مورد واکاوی قرار گرفت . این مکانیرم یک مکانیزم چهار میله ای و دارای شرایط گراشف است. از آن جایی که میله ی محرک (لنگ) سرعت دورانی خود را با واسطه از محور تواندهی می گیرد اعمال تغییرات سینماتیکی به میله ی رابط (که نقش چنگال تغذیه را ایفا می کند) بلنگرش تغییر طول میله محرک قرار گرفت. این تغییرات با در نظر گرفتن شرایط کرانه ای (محدویت مکانی)، مورد بررسی قرار گرفته است. برای مدل سازی مکانیزم از نرم افراز ADAMS استفاده شده است و تغییرات سرعت و مسیر حرکت چنگال های تغذیه نسبت به تغییر طول میله های مکانیزم سنجیده شد. تعیین مکانیزم بهینه با نگرش حفظ سرعت نهایی و کاهش شتاب ،منحنی مسیر حرکت چنگال و در نتیجه کاهش ضربه به محصول و افت برگ صورت پذیرفت و یک تحلیل سینماتیکی برای مکانیزم بهبود یافته ارائه گردید.

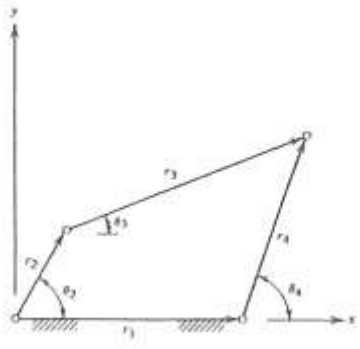
کلمات کلیدی: اهرمبندی چهار میله‌ای، تحلیل سینماتیکی، تغذیه بسته بند مکعبی.

مقدمه

مکانیزم تغذیه بسته بندهای مکعبی از دو اهرمبندی چهار میله ای تشکیل شده است که علوفه را از روی سینی به سمت پیشانی پرس هدایت می کند. تحلیل موقعیت اهرمبندی های چهار میله ای از روش های مختلفی مورد بحث قرار گرفته است. در برخی از این روش ها از روش بسته استفاده شده است . این بدان معنی است که در این روش‌ها با تعداد محدودی محاسبه جواب تئوری دقیق حاصل می گردد. با این وجود متاسفانه تهیه یک بسته ی نرم افزاری جهت تحلیل کامپیوتری مسائل توسط این روش بسیار مشکل است زیرا معمولا هر نوع اهرمبندی به روش تحلیل و در نتیجه به برنامه ی کامپیوتری مجزایی نیاز دارد . به همین دلیل چندین برنامه ی تجاری برای تحلیل اهرمبندی‌ها بر اساس روش تکرار، تولید شده است . هدف از روش های تکرار همگرا شدن به یک جواب توسط محاسبات تکراری است. برای روشن شدن بهتر موضوع اهرمبندی شکل 1 را در نظر بگیرید که در آن محور x در امتدار اهرم 1 یا زمین قرار دارد. از آن‌جا که اهرم‌های این مکانیزم یک حلقه بسته را تشکیل می دهند باید مجموع مولفه‌های x و y اهرم‌ها برابر صفر شود. این مطلب را می‌توان به شکل زیر بیان کرد:

(1) x مولفه: $r_1+r_4\cos\theta_4-r_2\cos\theta_2-r_3\cos\theta_3=0$

(2) y مولفه: $r_4\sin\theta_4-r_2\sin\theta_2-r_3\sin\theta_3=0$



شکل شماره 1- اهرمبندی چهار میله‌ای

در تحلیل موقعیت این اهرمبندی طول اهرم های r_1 ، r_2 ، r_3 و r_4 معلوم و مسئله یافتن زوایای θ_3 و θ_4 به ازای مقدار مفروضی از θ_2 است. بنابر این معادله های 1 و 2 به یک دستگاه دو معادله دو مجهول ساده مبدل می شوند که مجهولات آن θ_3 و θ_4 هستند. پیچیدگی مسئله آن است که این معادله ها غیر جبری هستند و جواب خطی ساده‌ای به‌دست نمی‌آید. توجه کنید که معادله های فوق تنها به ازای مقادیر ویژه ای از θ_3 و θ_4 ارضاء می‌شوند که حلقه مکانیزم را ببندند. این مقادیر غالبا ریشه های معادله خوانده می‌شوند. تساوی‌های فوق به ازای سا یر مقادیر θ_3 و θ_4 اقناع نمی‌شوند و در حالت کلی داریم:

(3) $r_1+r_4\cos\theta_4-r_2\cos\theta_2-r_3\cos\theta_3=f_1(\theta_3,\theta_4)=f_1(\theta)$

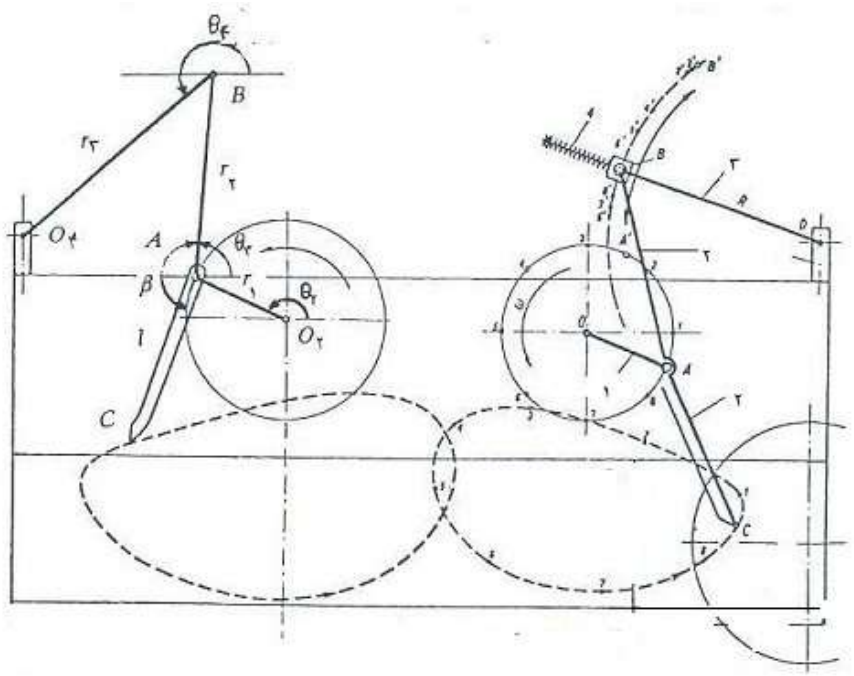
(4) $r_4\sin\theta_4-r_2\sin\theta_2-r_3\sin\theta_3=f_2(\theta_3,\theta_4)=f_2(\theta)$

اکنون یافتن ریشه‌های این معادله‌های متناظر با یافتن مقادیر θ_3 و θ_4 به نحوی است که $f_1(\theta)$ و $f_2(\theta)$ همزمان مساوی صفر شوند و در این جا برای یافتن ریشه ها می توان از جواب آزمایشی استفاده کرد . با این وجود یک روش بسیار کارآمد تر استفاده از تقریب خطی توابع در یافتن جواب هایی است که به طور متوالی به جواب‌های اصلی نزدیک می‌شوند.

مواد و روشها

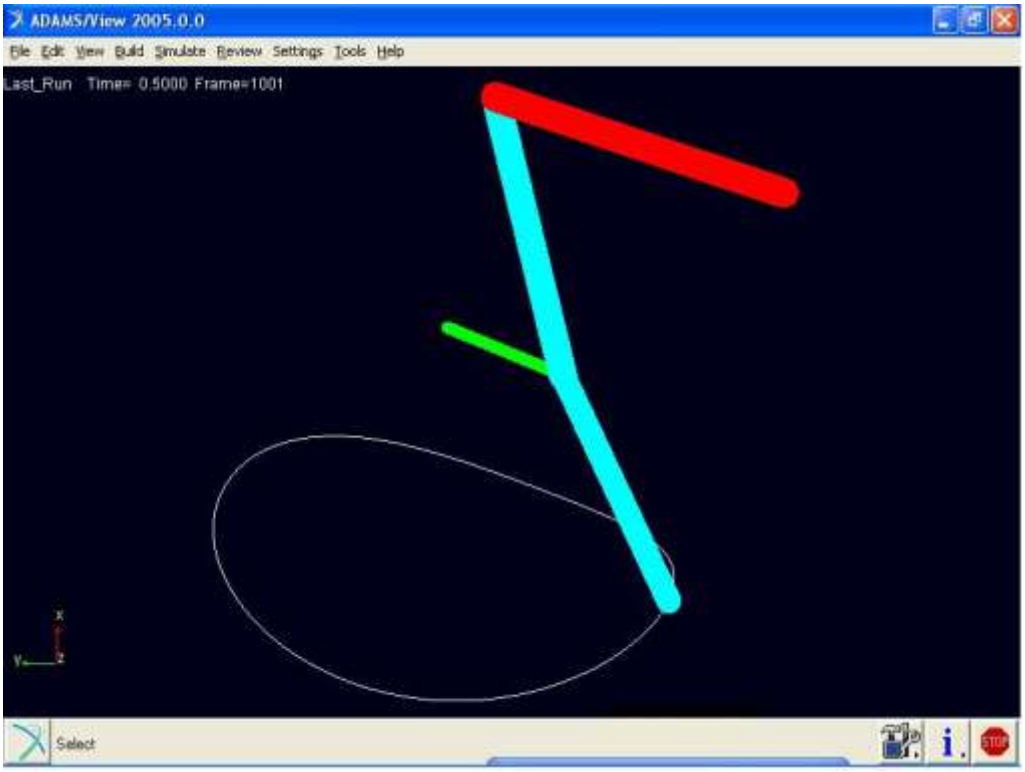
طرح سینماتیک مکانیزم تغذیه در شکل 2 نشان داده شده است . این مکانیزم در بیلرهای CLASS و در برخی مارک‌های تجاری دیگر استفاده می شود. اهرمبندی چهارمیله‌ای دارای شرایط گراشوف است و لذا میله ی 1 لنگ می‌زند و میله 3 رِوسان می کند (دقت شود که در این جا برخلاف معمول میله ی 1 زمین نیست). مسیر حرکت چنگال‌ها به صورت نقطه چین مشخص شده اند . مسئله مورد نظر، یافتن مسیر های مختلف نوک چنگال و سرعت آن به ازای تغییر طول میله 1 است. مکان هندسی نقاط لنگ که متناظر مکان هندسی نقاط نوک چ نگک می باشد در شکل شماره 2 نشان داده شده است . سرعت چنگک در هنگام رفت باید کم تر از سرعت برگشت باشد زیرا در غیر اینصورت ضربه به محصول وارد آمده و باعث افت کییفیت علوفه‌ی بسته بندی شده می گردد. از طرفی سرعت برگشت بالا همان چیزی است که در مکانیزم های برگشت سریع مورد انتظار است و باعث افزایش راندمان دستگاه می‌شود. واحد تغذیه سمت چپ محصول را به سمت واحد سمت راست هدایت می کند. واحد تغذیه سمت راست نیز محصول را به سمت پیشانی پرس که در شکل به صورت نیم دایر ه نشان داده شده است انباشته می کند. فنر

نشان داده در شکل به منظور جلوگیری از آسیب دیدگی جدی چنگال ها در برخورد با موانع و جسم سخت در نظر گرفته شده است.



شکل شماره 2- مکانیزم چنگال‌های تغذیه

سرعت برخورد چنگال های تغذیه با محصول دارای اهمیت است . در صورتی که چنگال ها با سرعت زیاد با علوفه تماس پیدا کنند، باعث افزایش تلفات برگ و در نتیجه کاهش کیفیت محصول خواهند شد . برای مشاهده سرعت چنگال‌ها، مکانیزم واحد دوم (اهرمبندی چهارمیله‌ای سمت راست) را با استفاده از نرم افزار مدل کوده ایم. شکل شماره‌ی 3 تصویر این مدل‌سازی را در محیط نرم افزار ADAMS نشان می‌دهد. میله‌ی 1 با رنگ زرد، میله ی3 با رنگ قرمز و میله‌ی2 که به چنگال وصل است با رنگ سبز کم‌رنگ نشان داده شده اند. مسیر حرکت نوک چنگال که همان مکان هندسی نوک چنگال در حین حرکت لنگ می باشد، نیز در شکل دیده می شود. دستگاه مختصات راستگرد xyz به صورتی که در تصویر نشان داده شده است اختیار شده اند . بدیهی است که حرکت میله ها در صفحه‌ی xy قرار دارد. این مدل‌سازی به ما این امکان را می دهد تا با تغییرات میله ی 1 یا میله‌ی لنگ تغییرات سرعت میله‌ی 2 یا میله رابط را ملاحظه کنیم.

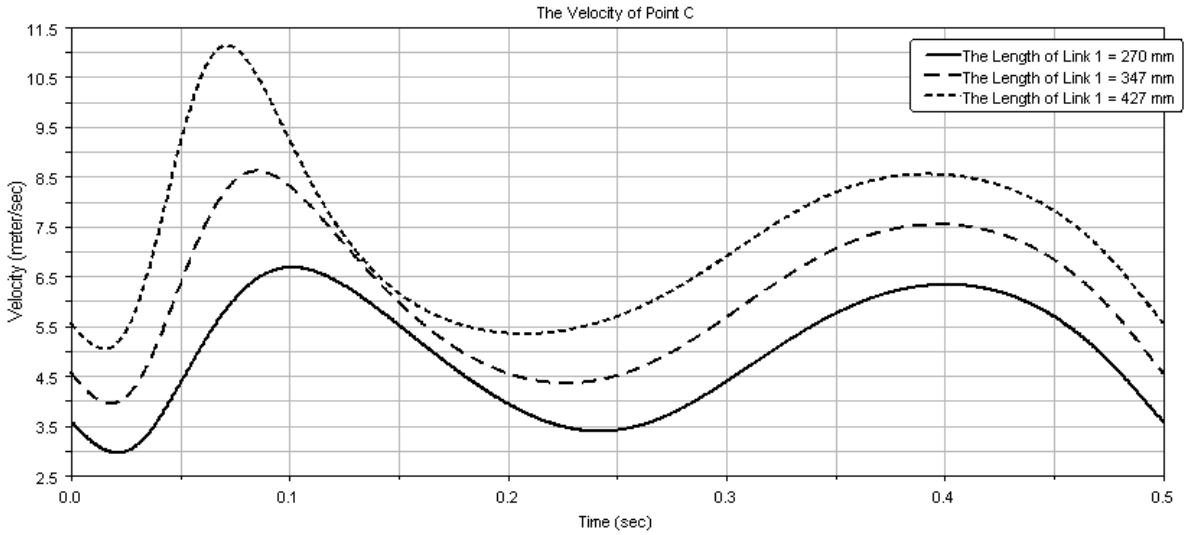


شکل شماره3- مدل‌سازی مکانیزم در نرم‌افزار ADAMS

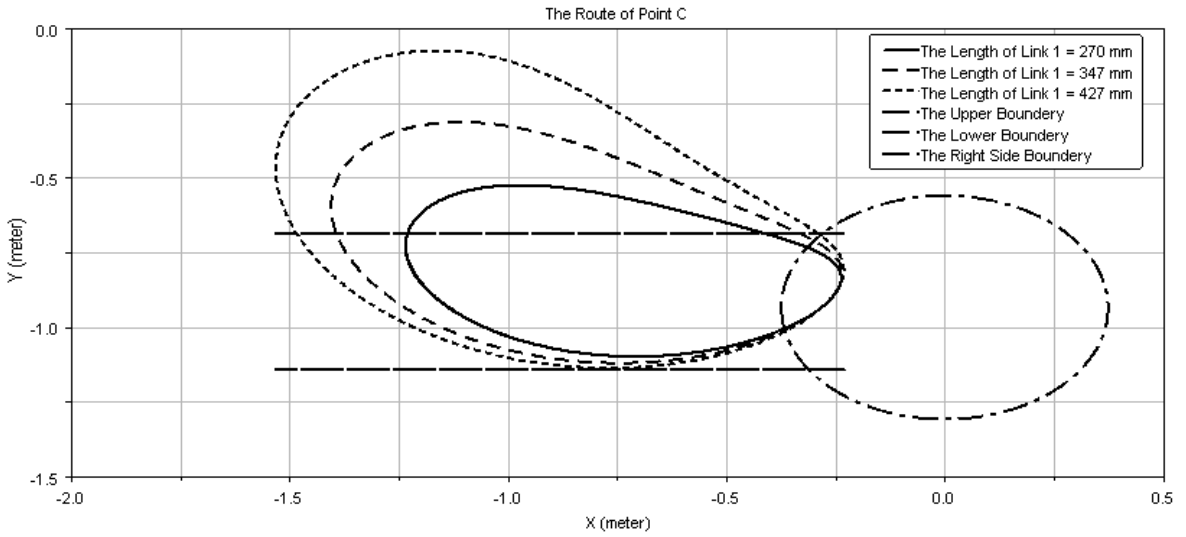
با بهره‌گیری از نرم‌افزار، تغییر طول لنگ را تجربه می کنیم. سرعت میله‌ی 2 و مسیر حرکت آن با نمودار رسم می شود.

نتایج و بحث

برای مشاهده تغییرات سرعت نوک چنگال بر حسب تغییر طول میله ی لنگ، طول میله ی 1 را از حالت معمولی یکبار بلندتر و بار دیگر کوتاه تر اختیار می کنیم. طول میله‌ی لنگ در بیلر مورد مطالعه 270 میلیمتر می باشد. لذا طول های 327 و 427 میلیمتر را انتخاب و تغییرات سرعت و مسیر حرکت نوک چنگال را به کمک نرم افزار رسم می کنیم (شکل‌های شماره 4و5). سرعت زاویه ای میله لنگ 120 rpm در نظر گرفته شده است . لذا مدت زمان یک دور کامل لنگ 0/5 ثانیه می باشد. همانطور که ملاحظه می شود در محدوده ی 0/15 ثانیه تا 0/35 ثانیه سرعت چنگال کم می شود و در خارج از این محدوده‌ی زمانی که زمان برگشت چنگال است سرعت زیاد می شود. این بدان معناست که هنگام برخورد چنگال با علوفه سرعت، شتاب و در نتیجه ضربه کم می شود و این مطلوب است زیرا همانطور که قبلا نیز توضیح داده شد ریزش برگ در اثر کاهش ضربه کاهش می یابد. افزایش طول میله‌ی لنگ سبب افزایش سرعت و ضربه می شود ولی باید توجه داشت که این مهم افزایش ظرفیت انتقال به سمت پیشانی پرس و در نتیجه افزایش راندمان دستگاه را بدنبال خواهد داشت . دایره‌ی خط چین در اشکال شماره5 و7 محدوده‌ی پیشانی پرس را نشان می دهد. افزایش طول میله ی لنگ در تحویل علوفه به پرس نقشی ندارد و لی در تحویل گرفتن علوفه از وا حد تغذیه مجاور (سمت چپ) بهتر عمل می کند و از این بابت هم پوشانی بهتری برای هدایت محصول به سمت پرس دارد که این مهم نیز در افزایش راندمان دستگاه موثر است.

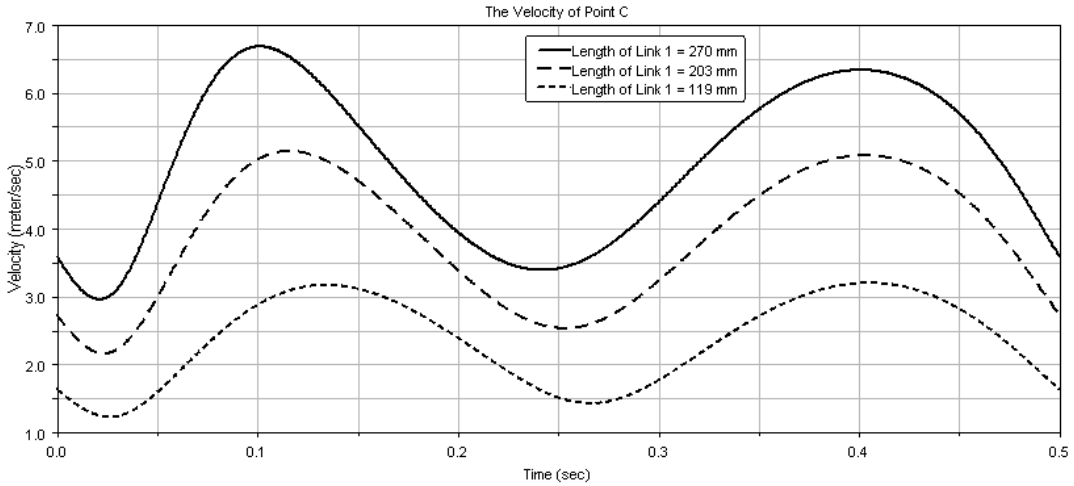


شکل شماره4- سرعت نوک چنگال در یک دور کامل لنگ میله لنگ بلندتر

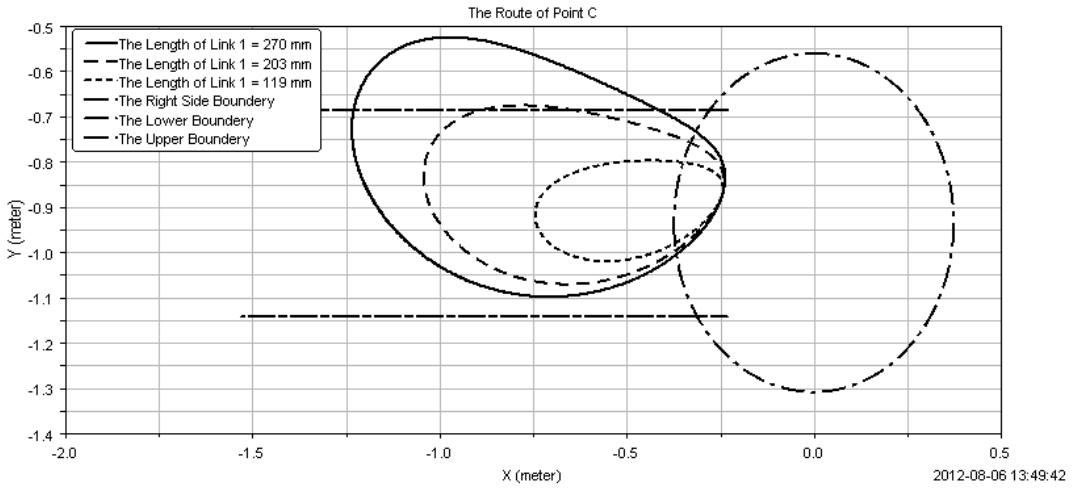


شکل شماره5- مسیر حرکت نوک چنگال در یک دور کامل لنگ، میله لنگ بلندتر

درحالت بعد طول میله‌ی لنگ را از حالت معمولی کم تر در نظر می‌گیریم. این طول‌ها برابر 203 و 119 میلیمتر می‌باشند. دوباره نمودارهای سرعت و مسیر نوک چنگال را در یک دور کامل لنگ رسم می کنیم (شکل‌های شماره 6و 7). با توجه به نمود ارهای ترسیم شده توسط نرم افزار، ملاحظه می شود که کوتاه شدن میله ی لنگ علیرغم کاهش سرعت و ضربه در هم‌پوشانی با واحد مجاور بسیار ناتوان است و عملا محصول در سینی باقی خواهد ماند. از طرفی منحنی مسیر در هنگام تحویل علوفه به پرس نوک تیز تر خواهد بود و این بدان م عنی است که چنگال مسیر کوتاهتری را در مواجهه با پرس طی می کند لذا انباشته شدن و تراکم نقطه ای محصول ایجاد می گردد و این موضوع نیز در افزایش ریزش برگ محصول تاثیر خواهد داشت . لذا کوتاه کردن بیش از حد میله ی لنگ مطلوب نمی‌باشد.



شکل شماره 6- تغییرات سرعت نوک چنگال در یک دور کامل لنگ میله لنگ کوتاه‌تر



شکل شماره7- مسیر حرکت نوک چنگال در یک دور کامل لنگ میله لنگ کوتاه‌تر

منابع

1 - ه میلتون، اچ، چارلز، اف، کاشفی، م ، مهدیقلی، ح(مترجمین)، (1387)، مکانیزم و دینامیک ماشین ها، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، 740صفحه.

2 - گل‌محمدی، ع (1373)، طراحی و بهینه سازی مکانیزم های مربوط به بیلر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس،150 صفحه.

3-. Tyler Remoué, (2007),MODELING AND VALIDATION OF CROP FEEDINGIN A LARGE SQUARE BALER, University of Saskatchewan.