

## یک مکانیزم جدید تعویض دنده در دوچرخه

احمدی رحمت، ابوالفضل؛ توکلی، محمد حسین  
گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

### چکیده

در این مقاله به ارائه ی یک مکانیزم جدید تعویض دنده در دوچرخه می پردازیم. عملکرد این مکانیزم بر اساس برنامه نویسی مکانیکی است که مزیت آن ساده بودن عملکرد و بازدهی بیشتر می باشد.

## A new bicycle shifting mechanism

Ahmadi Rahmat, Abolfazi; Tavakoli, Mohammad Hossein

Physics Department, Faculty of Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan

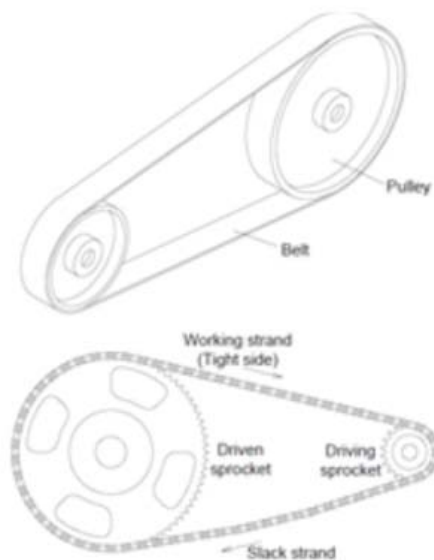
### Abstract

In this paper, we propose a new mechanism to shift the bike. This mechanism is based on the mechanical performance programming that its advantage is simplicity of operation and energy efficiency.

PACS: 07, 45

از مساوی بودن سرعت خطی تسمه و یا زنجیر در طول خود،  
روی محورها استفاده می کنیم و با این حال داریم [۱]:

$$v = R_1 \omega_1 = R_2 \omega_2 \quad (1)$$



شکل ۱: سیستم چرخ زنجیر- خورشیدی و تسمه- پولی.

### مقدمه

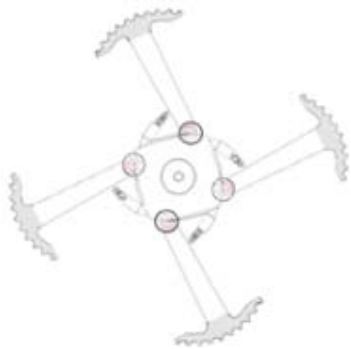
ماشین ها از گذشته های دور برای انسان کاربردهای فراوانی داشته اند و همواره انجام امور را برای بشر تسهیل بخشیده اند. یکی از این ماشین ها، محور های دورانی و قرقره ها می باشند. در دوچرخه ها و تمامی وسایل حرکتی، نوعی ماشین به نام جعبه دنده، به کار رفته که با تغییر شعاع محور های دورانی باعث بازدهی مورد نظر از سیستم می شود.

همواره بشر به دنبال ساخت ماشین های جدید با بازدهی های بیشتر بوده، علاوه بر این؛ شیوه ی عملکرد ماشین نیز مورد توجه و اهمیت قرار دارد که ارائه ی ساده ترین حالت ممکن برای طرح ماشین مورد نظر، یکی از اهداف طراحان می باشد.

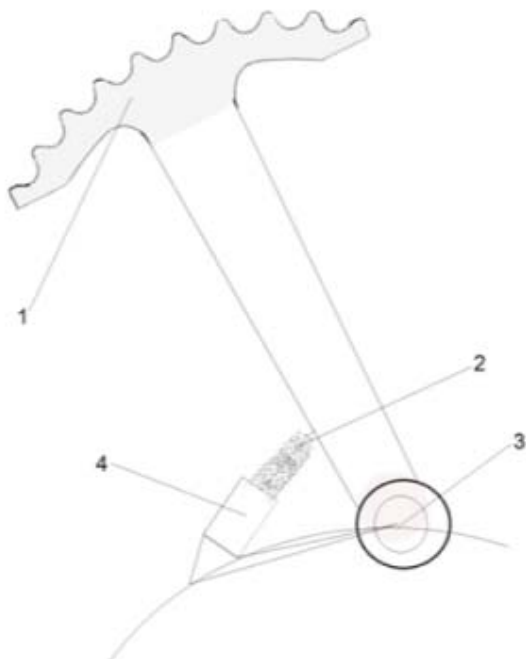
لازم به ذکر است که ایده ی این طرح کاملا نو می باشد و برای اولین بار، توسط نویسندگان مقاله ارایه می شود و منابع ذکر شده تنها جهت توضیح علمی طرح مورد استفاده قرار گرفته است.

### مکانیزم عمل تعویض دنده موجود

در ابتدا باید اشاره ای داشته باشیم به سیستم های تسمه - پولی و چرخ زنجیر- خورشیدی؛ در این نوع سیستم ها با استفاده



شکل ۲: شیوه ی سوار شدن بازو ها بر روی محور دورانی (البته تعداد بازوها بیشتر می تواند باشد).



شکل ۳: بازوی اهرمی که بر روی محور چرخان نسب می شود. قسمت شماره (۱) نشان دهنده ی تکه ای خورشیدی می باشد که زنجیر بر روی آن سوار می شود. قسمت شماره (۲) نشان دهنده ی فنر مذکور برای کنترل، قسمت (۳) محل اتصال اهرم به محور گردان و قسمت شماره (۴) تکیه گاه اهرم و فنر می باشد (در این شکل جهت چرخش محور اصلی که اهرم بر آن سوار است، ساعتگرد می باشد، که البته اهرم برای کاهش شعاع باید در جهت پاد ساعتگرد و برای افزایش شعاع در جهت ساعتگرد چرخش دوران با زاویه ی حاده داشته باشد).

همان طور که می دانیم؛ در رابطه ی بیان شده ۷ نشان دهنده ی سرعت خطی در طول زنجیر یا تسمه و  $\omega$  سرعت زاویه ای هر یک از خورشیدی ها و R شعاع خورشیدی ها می باشد. با عمل مشتق گیری و محاسبات به این نتیجه می رسیم؛ که با افزایش شعاع محور گرداننده و ثابت بودن شعاع محور گردان نیروی مورد نیاز برای چرخش محور گرداننده افزایش می یابد و با کاهش شعاع محور گرداننده عکس این عمل رخ می دهد که در واقع عمل تعویض دنده می باشد [۲].

### مکانیزم جدید تعویض دنده

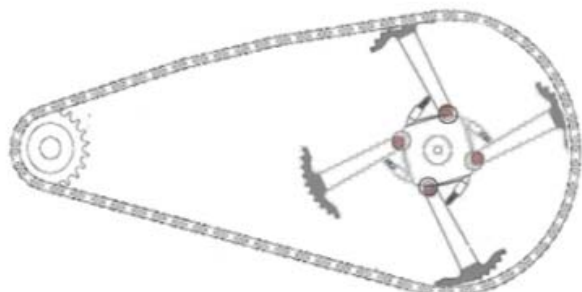
در تعویض دنده ی دستی ممکن است فرد، متناسب با نیرو ها عمل نکند. در نتیجه برای بهتر شدن عملکرد ماشین، به مکانیزه کردن این فرایند روی می آوریم.

همان طور که در قسمت قبل مشاهده کردیم با تغییر شعاع محورها می توان نیروی خروجی را کاهش و یا افزایش داد و در نتیجه به سرعت بالا (دنده ی سبک) و یا قدرت بالا (دنده ی سنگین) دست یافت که نتیجه ی این امر دست یافتن به بازدهی مورد نظر می باشد. این عمل می تواند به وسیله ی فنر ها و با استفاده از قابلیت ذخیره سازی انرژی در آن ها صورت پذیرد؛ بدین شکل که خورشیدی چرخاننده (و یا پولی چرخاننده در سیستم تسمه - پولی) را طبق شکل ۲ و ۳ به چند قسمت بازویی تقسیم کرده و هر بازویی را با زاویه ی آزادی حاده به صورت اهرمی به یک فنر متصل کنیم.

البته در این سیستم شعاع محور چرخان ثابت می باشد که در آغاز، مشکل مورد بحث، مقدار اضافی زنجیر می باشد، که مشکل را می توان توسط جمع کننده ی زنجیر بر طرف کرد.

جمع کننده های زنجیر مکانیزمی ساده دارند و از توضیح آن در این مقاله به دلیل طولانی شدن متن صرف نظر می کنیم.

رسیدن به بازدهی خاص، می توان ضریب سختی فنر  $k$  را محاسبه کرد.



شکل ۵: مدل خورشیدی جدید به کار برده شده در دوچرخه.

می دانیم که نیروی برآیند  $F$  متغیر می باشد، به شکلی که در سراسیب افزایش و در سرازیری کاهش می یابد (که این تغییر نیرو عامل کنترل کننده ی شعاع می باشد)، لذا برای محاسبه ی اولیه ی ضریب سختی باید نیروی برآیندی میاگین در نظر داشت.

همان طور که مطرح شد؛ این مکانیزم بر اساس تغییرات نیروی برآیند وارد بر چرخ ها و در نهایت بر اساس گشتاور وارده بر خورشیدی چرخاننده و تغییر شعاع متناسب با آن عمل می کند.

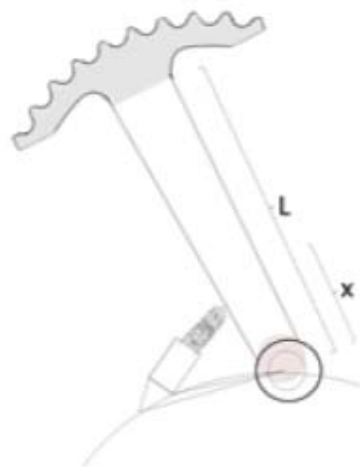
با افزایش نیرو طبق رابطه ی ۴ مقدار  $\Delta l$  افزایش می یابد که در نتیجه شعاع محر کاهش یافته و باعث کاهش نیروی مورد نیاز برای حرکت می شود. به طور کلی به این شیوه عمل تعویض دنده را انجام می دهد.

البته می توان طرح هایی مشابه ارائه کرد و یا تعداد بازو ها را بر روی محور گرداننده افزایش داد که به هر حال مکانیزم همه ی این طرح ها بر اساس مقاومت فنر در مقابل نیرو می باشد.

### نتیجه گیری

نمونه مکانیزم های موجود برای تعویض دنده یا به صورت دستی است و یا به صورت الکترونیکی و به وسیله ی حسگرها عمل می کنند.

طرح ارائه شده در این مقاله بر اساس برآیند نیروها عمل کرده و از نوعی برنامه نویسی مکانیکی بهره می برد که مهم ترین مزیت این طرح همین امر می باشد.



شکل ۴: طول بازو  $L$  و فاصله ی تکیه گاه از محور دوران  $x$  می باشد (در این شکل نیز جهت چرخش محور اصلی که اهرم بر آن سوار است، ساعتگرد می باشد، که البته اهرم برای کاهش شعاع باید در جهت پاد ساعتگرد و برای افزایش شعاع در جهت ساعتگرد چرخش دوران با زاویه ی حاده داشته باشد).

ضریب فنر های مورد نظر باید با هم برابر باشند و البته برای محاسبه ی این ضرایب داریم:

$$N = FR \quad (۲)$$

که در رابطه ی ۲؛  $N$  گشتاور،  $F$  نیرو و  $R$  فاصله از محور دوران می باشد.

اگر  $f$  را نیروی وارد بر فنر به فاصله ی  $x$  از محور دورانی و  $F$  را نیروی برآیند وارد بر نوک بازو به فاصله ی  $L$  از محور دورانی در نظر بگیریم با این حال داریم:

$$fx = FR \quad (۳)$$

با جایگذاری رابطه ی هوک برای فنر داریم:

$$k\Delta l x = FR \quad (۴)$$

( $k$  ضریب سختی فنر و  $\Delta l$  تغییر طول فنر در اثر اعمال)

در نتیجه:

$$k = \frac{FR}{\Delta l x} \quad (۵)$$

برای مثال اگر این سیستم برای یک دوچرخه به کار رود (شکل ۵) با در دست داشتن  $x, R, F$  و البته با به دست آوردن  $\Delta l$  بر حسب فشردگی مورد نظر در مواجهه با نیروی  $F$  و در پی آن

برنامه نویسی مکانیکی واژه ای است که نویسندگان مقاله برای ساختار تصمیم گیری مکانیزم تعویض دنده انتخاب کرده اند، چرا که اگر در مکانیزم های الکترونیکی ساختار تصمیم گیری بر اساس برنامه نویسی میکروکنترلر ها و یا برنامه نویسی نرم افزاری باشد در مکانیزم ارایه شده در این مقاله، ساختار تصمیم گیری بر اساس قوانین فیزیکی و مکانیک کلاسیک است و نوعی نظم مکانیکی بر آن حاکم است که این نظم و رابطه بین قوانین فیزیکی را با نام برنامه نویسی مکانیکی بیان کردیم.

نقطه ی قوت این طرح ساده بودن و عملکرد آن بر اساس قوانین فیزیکی می باشد که هیچ گاه اشتباه نمی کنند و همواره دقیق می باشند. همچنین گستره ی دنده ها در این طرح به صورت پیوسته می باشد در حالی که در طرح های عادی گستره ی دنده ها گسسته است.

#### مرجع ها

[۱] گ.ر. فاولر؛ «مکانیک تحلیلی» مرکز نشر دانشگاهی.

[۲] P. R. N. Childs; "Mechanical Design"; ۲<sup>th</sup> edition, (2004).

Surf and download all data from SID.ir: [www.SID.ir](http://www.SID.ir)

Translate via STRS.ir: [www.STRS.ir](http://www.STRS.ir)

Follow our scientific posts via our Blog: [www.sid.ir/blog](http://www.sid.ir/blog)

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: [www.sid.ir/workshop](http://www.sid.ir/workshop)