بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
بخش مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

پایان‌نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

بررسی اثرات استفاده از قفل دیفرانسیل بر برخی از پارامترهای مزرعه‌ای تراکتور به هنگام کار با گاو آهن برگردان دار (مطالعه‌ی موردی تراکتور MF285)

مؤلف :
علی عباس زاده

استاد راهنما:
دکتر سید ناصر علوی نائینی

استاد مشاور اول:
دکتر قاسم محمدی نژاد

استاد مشاور دوم:
دکتر کوروش قادری

بهمن ماه ۱۳۹۰

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط اخذ درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: علی عباس زاده

استاد راهنما : دکتر سید ناصر علوی نائینی

استاد مشاور اول: دکتر قاسم محمدی نژاد

استاد مشاور دوم: دکتر کوروش قادری

داور اول : دکتر کاظم جعفری نعیمی

داور دوم: دکتر محسن شمسی

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر مجید محمود آبادی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به همسر مهربانم :

که با تشویق، همکاری و ایثار و فداکاری زمینه

انجام این مهم را برایم فراهم نمود.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم :

که دعاهایشان همواره گره گشای کارم بودند.

تشکر و قدردانی

سپاس فراوان خداوند منان را که دلها را با نور علم و دانش منور ساخت به این وسیله بر خود لازم می دانم از جناب آقایان دکتر سیدناصر علوی نائینی، دکتر قاسم محمدی نژاد و دکتر کوروش قادری که با راهنمایی‌های ارزشمندشان یاری‌ام نموده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر کاظم جعفری نعیمی، دکتر محسن شمسی، مهندس امیر نقدی نسب، مهندس محمود داوری شمس آبادی و همه اساتید و دوستانی که هر یک به طریقی از اینجانب حمایت نموده و راهنمایی های ارزشمندشان را دریغ ننموده اند کمال تشکر را دارم.

چکیده

با توجه به این که قفل دیفرانسیل یکی از قسمت های مهم و اثربخش در کشش و بکسوات تراکتور به ویژه در هنگام خاکورزی اولیه می باشد، ولی تاکنون مطالعه کمی در مورد میزان اثر بخشی آن در کشور انجام شده است لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر استفاده از قفل دیفرانسیل بر برخی پارامترهای مزرعه ای به صورت طرح آماری کرت های سه بار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید. قفل دیفرانسیل در دو سطح درگیر و آزاد به عنوان فاکتور اصلی، عمق شخم در سه سطح۱۰، ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر و سرعت پیشروی در سه سطح ٤/٥، ٥/٧ و ٦/٨ کیلومتر بر ساعت و رطوبت نیز در سه سطح ۱۰/۵۳، ۱۲/۱ و ١٤/٥ درصد بر پایه وزن خشک به عنوان فاکتور های فرعی در نظر گرفته شدند. بررسی اثرات فاکتورها با اندازه گیری پارامترهای بکسوات چرخ های محرک، مصرف سوخت تراکتور و شاخص مخروطی خاک در حالت های مختلف ذکر شده انجام شد.

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که استفاده از قفل دیفرانسیل اثر معنی داری بر مصرف سوخت و بکسوات چرخ های محرک تراکتور و شاخص مخروطی خاک در سطح احتمال یک درصد داشته است و استفاده از قفل دیفرانسیل به هنگام شخم با گاوآهن برگردان دار سبب کاهش مصرف سوخت و بکسوات چرخ های محرک تراکتور شده است. براساس نتایج این تحقیق با افزایش عمق شخم میزان بکسوات چرخ های محرک و مصرف سوخت تراکتور افزایش یافته است. به طوری که با افزایش عمق از ۱۰ به ۲۵ سانتی متر میزان بکسوات ٪۶۴/۸۰، سوخت ٪۲۵/۳۹ و شاخص مخروطی ٪۶۱/۱۹ در شرایط استفاده از قفل دیفرانسیل کاهش نشان داد و با افزایش سرعت از ۴/۵ به ۶/۸ کیلومتر بر ساعت، میزان بکسوات ٪۵۱/۵۵ ، سوخت ٪۱۹/۹۱ و شاخص مخروطی ٪۱۶/۰۴ در شرایط استفاده از قفل دیفرانسیل کاهش نشان داد و افزایش رطوبت نیز (در محدوده رطوبتی تحقیق) باعث کاهش بکسوات چرخ های محرک و مصرف سوخت تراکتور شده است. افزایش رطوبت از ۱۰/۵۳ به ١٤/٥ سبب کاهش ٣٤/٢٢، ٦/٢٧ و ٦٠/٨٦ درصدی به ترتیب در بکسوات، سوخت و شاخص مخروطی گردید.

واژه های کلیدی : قفل دیفرانسیل، بکسوات، مصرف سوخت، شاخص مخروطی خاک

فهرست

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تعریف مسأله ۳

۱-۳- اهداف تحقیق ۵

فصل دوم: پیشینه ی پژوهش ٦

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- دیفرانسیل ۷

۲-۲-۱- دیفرانسیل های معمولی ۱۰

۲-۲-۲- دیفرانسیل های تنظیم لغزش (LSD) ۱٤

۲-۲-۳- دیفرانسیل نوع کلاچ صفحه ای ۱٤

۲-۲-۴- دیفرانسیل نوع کلاچ مخروطی ۱٦

۲-۲-۵-دیفرانسیل نوع گاورنری ۱٦

۲-۳- مفهوم قفل دیفرانسیل: ۱۷

۲-۳-۱- قفل دیفرانسیل دستی ۱۸

2-3-2- قفل دیفرانسیل مکانیکی ۲۰

۲-۳-۳- قفل دیفرانسیل هیدرولیکی ۲۰

۲-۳-۴- قفل دیفرانسیل بادی ۲۰

۳-۴- اندازه گیری میزان بکسوات تراکتور ۲۱

۲-۵- اندازه گیری رطوبت: ۲۳

۲-۵-۱- روش اندازه گیری مستقیم : ۲۳

۲-۵-۱-۱- اشتباهات معمول ۲۵

۲-۵-۱-۲- جامدات محلول ۲٦

۲-۵-۲- روشهای غیر مستقیم: ۲٦

۲-۵-۲-۱- نوترون متر ۲٦

۲-۵-۲-۲- بلوک گچی ۲۷

۲-۵-۲-۳- تانسیومتر: ۲۹

۲-۵-۲-۴- دستگاهTDR ۳۱
۲-۵-۲-۵- دستگاه تابش گاما ۳۳
۲-۶- تعیین بافت خاک ۳٤
۲-۶-۱-تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری: ۳۵
۲-۷- مرور منابع ۳۹
۲-۷-۱- تحقیقات انجام شده در رابطه با قفل دیفرانسیل ۳۹
۲-۷-۲-تحقیقات انجام شده در رابطه با مصرف سوخت ٤۱
۲-۷-۳- تحقیقات انجام شده در رابطه با بکسوات ٤۳
۲-۷-۴-تحقیقات انجام شده در رابطه با شاخص مخروطی خاک ٤٤
فصل سوم:مواد و روشها ٤٦
۳-۱- تیمارها و سطوح تغییرات ٤۷
۳-۱-۱- عمق شخم ٤۷
۳-۱-۲-سرعت پیشروی ٤۷
۳-۱-۳- رطوبت ٤۷
۳-۱-۴- قفل دیفرانسیل ٤۷
۳-۲- تجهیزات و مواد استفاده شده: ٤۷
۳-۲- ۱- نوع تراکتور : ٤۷
۳-۲-۲- گاوآهن مورد استفاده : ٤۸
۳-۲-۳-استوانه ی مصرف سوخت : ٤۸
۳-۲-۴- پنترولاگر ٤۹
۳-۲-۵- ترازوی آزمایشگاهی ۵۵
۳-۲-۶- آون آزمایشگاهی ۵۵
۳-۳- روش ها : ۵٦
۳-۳-۱ طرح آزمایش و روش اجرای طرح ۵٦
۳-۳-۲- آماده سازی زمین برای آزمایش های مزرعه ای : ۵۸
۳-۳-۳- اندازه گیری شاخص مخروطی خاک : ٦۰
۳-۳-۴- تنظیم سرعت در آزمایش های مزرعه ای : ٦۱

۳-۳-۵- تنظیم عمق شخم ٦٢
۳-۳-۶- اندازه گیری بکسوات هنگام عدم استفاده از قفل دیفرانسیل ٦٢
۳-۳-۷- اندازه گیری بکسوات هنگام استفاده از قفل دیفرانسیل ٦٣
۳-۳-۸- اندازه گیری میزان مصرف سوخت ٦٤
۳-۴- مفروضات و اطلاعات تجزیه واریانس ٦٤
فصل چهارم نتایج و بحث ٦٦
۴-۱- پارامترهای اندازه گیری شده ٦٧
۴-۱-۱- میزان بکسوات چرخ های محرک ٦٧
۴-۱-۲ میزان مصرف سوخت تراکتور ٦٩
۴-۱-۳ شاخص مخروطی خاک ٧٠
۴-۲ نتایج تجزیه واریانس داده ها ٧٢
۴-۳- بحث :..... ٧٥
۴-۳-۱ میزان بکسوات چرخ های محرک تراکتور ٧٥
۴-۳-۲ میزان مصرف سوخت تراکتور ٨١
۴-۳-۳ شاخص مخروطی خاک ٨٤
۵-۴- رگرسیون ٨٧
۶-۴- همبستگی ٩٠
فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات ٩٢
۵-۱- نتیجه گیری ٩٣
۵-۲- پیشنهادات ٩٥
منابع: ٩٧

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

ماشین های بخار اولیه که در کشاورزی به کار می رفتند با گرداندن تسمه و فلکه ایجاد قدرت می‌کردند، ولی خودرو نبودند. این ماشین ها به وسیله ی دام از یک نقطه مزرعه به نقطه دیگر کشیده می شدند. قدم بعدی در تحول تراکتور، تبدیل ماشین های بخار به صورت موتورهای کششی خودرو بود. اولین تراکتورهای بخاری که موفق شدند در مزرعه شخم بزنند در دهه ۱۸۵۰ پیشرفت قبال ملاحظه ای پیدا کردند و تا سال ۱۹۰۰ پیشرفت آنها صورت مرتب ادامه یافت.

علی رغم این پیشرفت ها هنوز نقص های بسیاری مانند گیرایی پایین و غیر یکنواخت چرخ ها در امر کشش تراکتور مشهود بود. این نقص‌ها، مخترعان تراکتورهای بزرگ را که کوشش می‌کردند مشکلات مربوطه را با چرخ های پهن تر مرتفع کنند آزار می داد. برای رفع این مشکلات تراکتورهایی ساخته شد که قطر چرخ های آنها ۲/۷۴۵ متر و پهنای هر چرخ ۴/۵۷۵ متر بود. هر یک از این تراکتورها وزنی برابر ۴۱ تن داشتند. کوشش های دیگری که برای مسائل کششی در جریان بود موجب تکامل تراکتورهای کشاورزی چرخ زنجیری در سال ۱۹۰۰ شد.

محققان زیادی از ابتدا در امر ساخت و تکامل تراکتور تحقیق کردند و به موفقیت هایی نائل شدند. یکی از این موفقیت ها که تا حد زیادی مشکلات مربوط به کشش را مرتفع ساخت، اختراع قفل دیفرانسیل بود. قفل دیفرانسیل اجازه می دهد که تمام گشتاور برای یک چرخ (چرخ با کشش بیشتر) مصرف شود در صورتی که دیفرانسیل گشتاور را بین چرخ های محرک توزیع می کند.

۱-۲- تعریف مسأله

سیستم دیفرانسیل در ماشین ها وظیفه تنظیم دور چرخ های محرک در پیچ ها و توزیع گشتاور نیرو بین آنها را به عهده دارد. در اغلب ماشین های سنگین مانند تراکتورها، ماشین های راه سازی (لودر، گریدر و...) و بعضی از کامیونها که اغلب اوقات خارج از جاده ها کار می کنند و معمولاً دارای توان بالایی می باشند به علت شرایط کاری آنها در بعضی مواقع چرخ های محرکشان در شرایط نامساوی از لحاظ درگیری با خاک، قرار می گیرند.

در این مواقع دیفرانسیل باعث چرخش یک چرخ (چرخ با درگیری کم) با سرعت زیاد و چرخش چرخ مقابل با دور کمتر می شود. این امر باعث کاهش شدید توان مورد استفاده ماشین می شود. برای تراکتورها با توجه به موقعیت کاری، این مشکل بیشتر در موقع شخم زدن بوجود می آید زیرا چرخی که در شیار شخم قرار دارد در مقایسه با چرخی که روی زمین شخم نخورده قرار دارد، معمولاً دارای کشش بهتری است. به دلیل اینکه اولاً بیشتر وزن تراکتور روی چرخ درون شیار است و ثانیاً به علت عدم وجود مواد آلی در کف شیار و رطوبت بالاتر آن، گیرایی این چرخ بیشتر است.

این موضوع در تراکتور به علت بکسوات بیش از حد چرخ محرک روی زمین شخم نخورده و درنتیجه افزایش متوسط بکسوات چرخ های محرک باعث بوجود آمدن مشکلات زیر می شود:

سایش غیر یکنواخت لاستیک چرخ های عقب؛

پایین آمدن سرعت شخم زنی؛

بالا رفتن مصرف سوخت؛

مشکل شخم زدن با عمق زیاد.

برای جلوگیری از این مشکلات، سیستم قفل دیفرانسیل در این گونه ماشین ها از جمله تراکتورها تعبیه شده است. قفل دیفرانسیل برای قفل کردن اکسل ها و یکسان کردن دور چرخ ها و درنتیجه بهبود کشش مورد استفاده قرار می گیرد. این سیستم اجازه می دهد که تمام گشتاور به یک چرخ منتقل شود در صورتی که دیفرانسیل گشتاور را بین چرخ های محرک توزیع می کند. برای مثال: با استفاده از قفل دیفرانسیل هنگام شخم زدن چرخی که داخل شیار قرار دارد می تواند کشش بیشتری داشته باشد که درنتیجه کشش کل تراکتور افزایش می یابد (ثقفی، ۱۳۶۹).

طبق تحقیقات به عمل آمده قفل دیفرانسیل اثر بخش ترین روش برای افزایش و بهبود میزان کار تراکتور است (داکوسن و همکاران[1] 1995a, b).

به علت اینکه پدال قفل دیفرانسیل برای رعایت مسائل ایمنی در جایی است که استفاده مداوم از آن مشکل می باشد و همچنین با توجه به اینکه اغلب رانندگان تراکتور از فلسفه این سیستم آگاهی ندارند در کشور ما معمولاً از این سیستم به ندرت استفاده می شود(ملکی، ۱۳۷۶).با توجه به پرسش نامه ای که بین تعدادی از رانندگان تراکتور در ۵ شهرستان استان کرمان توزیع شد نیز مشخص شد که اکثر رانندگان از کارایی قفل دیفرانسیل آگاهی کافی ندارند که در زیر نتایج این نظرسنجی در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱- نتایج نظرسنجی اطلاعات رانندگان تراکتور در خصوص قفل دیفرانسیل

میزان آگاهی			استفاده یا عدم استفاده		زمان استفاده		
خوب	متوسط	ضعیف	بلی	خیر	گیر افتادن در گل ولای	لغزنده بودن زمین	سایر موارد
۱۰ درصد	۳۵ درصد	۵۵ درصد	۹۰ درصد	۱۰ درصد	۷۰ درصد	۲۰ درصد	۱۰ درصد

[1] Duquesne et al

۱-۳- اهداف تحقیق

در این تحقیق در نظر است تا اثرات استفاده از قفل دیفرانسیل تراکتور MF285 در شرایط مختلف کاری تراکتور بررسی شود. اهداف این تحقیق به طور خلاصه عبارتند از:

۱- ارزیابی تاثیر استفاده از قفل دیفرانسیل بر بکسوات تراکتور.

۲- بررسی تاثیر استفاده از قفل دیفرانسیل برمصرف سوخت تراکتور

۳- ارزیابی تاثیر استفاده از قفل دیفرانسیل بر شاخص مخروطی خاک

۴- بررسی تاثیر پارامتر های عمق شخم، سرعت پیشروی و رطوبت خاک بر بکسوات، مصرف سوخت و شاخص مخروطی خاک.

۵- تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از داده ها و انتخاب بهترین حالت استفاده از قفل دیفرانسیل

فصل دوم

پیشینه ی پژوهش

۲-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا دیفرانسیل و اجزای آن تشریح می شود، سپس در مورد انواع مختلف دیفرانسیل و روش کار هر یک توضیحاتی داده می شود. در مورد قفل دیفرانسیل و انواع آن نیز بحث خواهد شد و در پایان نیر مروری بر تحقیقات انجام شده در جهان و ایران انجام خواهد شد.

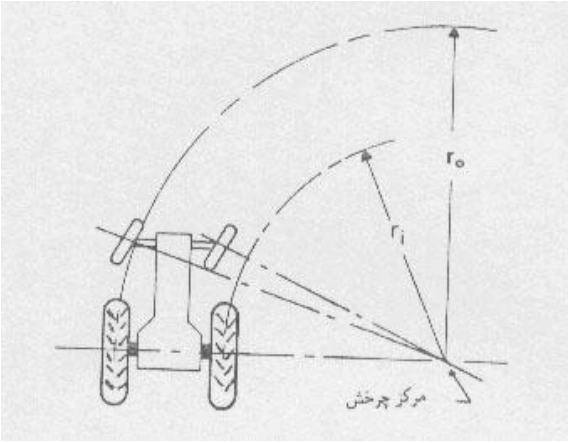
۲-۲- دیفرانسیل[1]

دور وگشتاوری که از جعبه دنده اصلی یا جعبه دنده کمک خارج شده وارد قسمت دیگری از سیستم انتقال قدرت به نام دیفرانسیل می گردد.این مرحله در اتومبیل آخرین مرحله انتقال قدرت به حساب می آید ولی در تراکتور،کاهنده نهایی آخرین مرحله ی انتقال قدرت می باشد. در دیفرانسیل که مورد بحث ما می باشد، تبدیل هایی انجام می شود که دراین گفتار به شرح آن می پردازیم.

موتوری را در نظر بگیرید؛ حرکت دورانی این موتورباید به چرخها که مقصد نهایی آن است انتقال داده شود تا منجر به حرکت تراکتور گردد. حرکت موتور مذکور با عبوراز مسیر های مختلف به مرحله ای می رسد که باید به چرخهای چپ و راست تقسیم شود یعنی درواقع بایدحرکت به اندازه ۹۰ درجه تغییر مسیر دهد تا به چرخها منتقل شود. حال اگر به وسیله یک چرخ دنده کوچک به نام پینیون حرکت دورانی به یک چرخ دنده بزرگ به نام کرانویل انتقال داده شود وکرانویل به نوبه خود دو چرخ دنده جانبی را در طرفین خود به حرکت در آورد می توان مسیر حرکت را به اندازه ی ۹۰ درجه تغییر داد، این سیستم که تقسیم حرکت را انجام می دهد دیفرانسیل نامیده می شود. اگر حرکت تراکتور منوط به حرکت مستقیم باشد، می توان گفت این

[1] Differential

دیفرانسیل کامل است اما تراکتور وسیله ای است که دائماً در حال تغییر جهت است در این تغییرجهت ها باید دیفرانسیل هماهنگی لازم را بین چرخهای تراکتور به وجود آورد. برای تامین این هماهنگی باید به دیفرانسیلی که در بالا ذکر شد چهار عدد هرزگرد اضافه شود. هرزگردها در هنگام دور زدن تراکتور باعث می شوندکه از طریق کاهش و افزایش تعداد دور چرخها نسبت به یکدیگر هماهنگی لازم برای دور زدن بین چرخها به وجود آید.



شکل۲-۱- مسیر چرخ های عقب تراکتور در موقع دور زدن (رنجبر و همکاران، ۱۳۷۹).

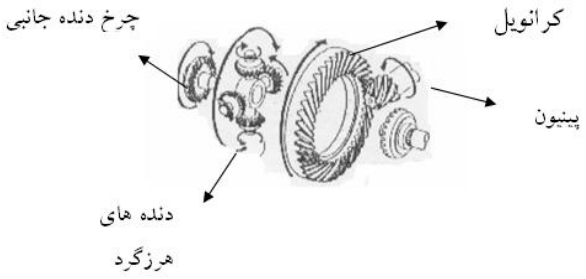
وظیفه اصلی سیستم دیفرانسیل تنظیم دور چرخ های محرک در پیچ جاده ها و توزیع گشتاور نیرو بین آنها می باشد. هنگام حرکت ماشین در پیچ یا هنگام دور زدن، چرخ محرک نزدیکتر به مرکز چرخش، مسیر کوتاه تری را نسبت به چرخ محرک دیگر طی می کند(شکل ۲-۱)، به این معنی که شعاع r_i مسیر داخلی کوتاهتر از شعاع r_o مسیر خارجی است. بنابراین، یک چرخ محرک باید سریعتر از دیگری بچرخد. هدف دیفرانسیل این است که در موقع دور زدن ماشین به چرخ های

محرک اجازه دهد با سرعت های متفاوتی بچرخند. البته اختلاف سرعت بین چرخ های محرک در موارد دیگری مانند اختلاف میزان باد چرخ های محرک و درنتیجه اختلاف قطر چرخ ها ممکن است پیش آید. همچنین در جاهایی که علی رغم مستقیم بودن جهت حرکت، مسیر پیموده شده توسط چرخ های محرک یکسان نیست (مثلاً مسیر حرکت یکی از چرخ ها دارای پستی و بلندی بیشتری نسبت به مسیر حرکت چرخ دیگر باشد) هم لازم است. هرزگردها درمحفظه دیفرانسیل دارای حرکت انتقالی و وضعی می باشند، منظور از حرکت انتقالی هرز گردها، چرخیدن این دنده ها همراه محورشان، حول چرخ دنده های جانبی متصل به شافت اکسل چرخها می باشد وغرض ازچرخش وضعی آنها، چرخیدن حول محور دنده های هرز گرد می باشد. زمانی که تراکتور در مسیرمستقیم حرکت می کند هرزگرد ها حرکت وضعی نداشته وفقط دارای حرکت انتقالی می باشند(شکل۲-۲) ولی هنگام دور زدن، هرزگردها هم دارای حرکت وضعی وهم دارای حرکت انتقالی می باشند(شکل۲-۳)؛ یعنی در واقع حرکت وضعی هرزگردها باعث اختلاف سرعت بین چرخهای تراکتور در سر پیچ می شود.

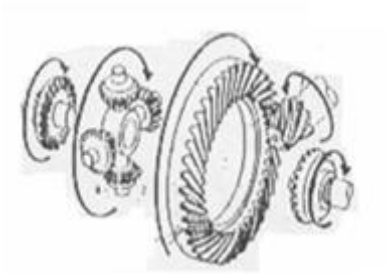
علاوه بر آنچه تاکنون بیان شد، دیفرانسیل دو وظیفه دیگر هم انجام می دهد که عبارتند از:

۱-تغییر جهت چرخش به میزان ۹۰ درجه

۲-کاهش دور و ازدیاد گشتاور خروجی جعبه دنده .



شکل۲-۲- حرکت هرزگرد ها در هنگام گردش تراکتور

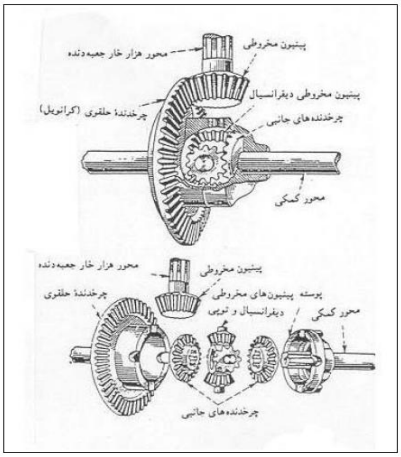


شکل۲-۳-حرکت هرزگردها در مسیر مستقیم

۲-۲-۱- دیفرانسیل های معمولی

ماشین های اولیه که ساخته می شدند فاقد دیفرانسیل بودند. اختراع اولین دیفرانسیل را به اونزیفورپکور[1] از اهالی فرانسه نسبت می دهند (ناصری، ۱۳۷٤).

[1] Onziforpekwer



شکل۲-٤: شکل تفکیکی دیفرانسیل (رنجبر و همکاران، ۱۳۷۹).

امروزه در همه ماشین های دو یا چند چرخ محرک از سیستم دیفرانسیل استفاده می شود.

شکل۲-٤ شماتیک ساده یک دیفرانسیل معمولی با چرخ دنده مخروطی را نشان می دهد. قدرت از چرخ دنده مخروطی پینیون به چرخ دنده مخروطی کرانویل منتقل می شود. مادامی که حرکت به طرف جلو در خط مستقیم باشد و لغزش یا بکسوات پیش نیاید، هر دو نیم محورها یا میل پلوس ها با سرعت یکنواخت خواهند چرخید. گشتاور نیروی محور به طور مساوی بین دو چرخ تقسیم می شود. اگر یک چرخ ثابت بماند، سرعت گردش چرخ دیگر دو برابر خواهد شد (ثقفی، ۱۳٦۹).

روابط حاکم در دیفرانسیل معمولی:

در شکل ۲-٤ تصویر شماتیک یک دیفرانسیل معمولی دیده می شود. تعداد دندانه های پینیون و کرانویل به ترتیب Z_1 وZ_2 ، و کاهنده نهایی نیز دو چرخ دنده با تعداد دندانه های Z_3 و Z_4 دارد .