



پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی کشاورزی گرایش مکانیک ماشینهای

کشاورزی

طراحی و ساخت سیستم کنترل لغزش برای تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵

استادان راهنما:

دکتر رحیم ابراهیمی و دکتر محمد علی قضاوی

استاد مشاور:

دکتر سید علی موسوی

پژوهشگر:

علی کاظمی نجف آبادی

اسفند ماه ۱۳۹۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره پایان نامه: ...



پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی کشاورزی گرایش مکانیک ماشینهای

کشاورزی

طراحی و ساخت سیستم کنترل لغزش برای تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵

استادان راهنما:

دکتر رحیم ابراهیمی و دکتر محمد علی قضاوی

استاد مشاور:

دکتر سید علی موسوی

پژوهشگر:

علی کاظمی نجف آبادی

اسفند ماه ۱۳۹۱



دانشگاه شاهرود

گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی

پایان نامه آقای علی کاظمی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته کشاورزی گرایش مکانیک ماشینهای کشاورزی با عنوان: طراحی و ساخت سیستم کنترل لغزش بر روی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ در تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۲۲ با حضور هیات داوران زیر بررسی و با نمره ۱۸/۱۶ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. استادان راهنمای پایان نامه:

دکتر رحیم ابراهیمی (استادیار).....

دکتر محمد علی قضاوی (استادیار).....

۲. استاد دکتر سید علی موسوی (استادیار) مشاور پایان نامه.....

۳. استادان داور پایان نامه:

دکتر داود قنبریان (استادیار).....

مهندس شاهین بشارتی (مربی).....

دکتر سید حسن طباطبایی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده کشاورزی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه
متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

چکیده:

کنترل لغزش چرخ یکی از مهم‌ترین عوامل در حصول بازده کششی مطلوب می‌باشد. بیشترین بازده کششی در محدوده‌ی ۸ تا ۱۵ درصدی لغزش اتفاق می‌افتد. سامانه کنترل در تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ بر اساس نیروی کششی طراحی شده و قادر به کنترل لغزش نمی‌باشد. از طرفی مدت ۶ ثانیه طول می‌کشد تا راننده ماهر لغزش‌های بیش از ۳۰ درصد را احساس کند. بنابراین اندازه‌گیری و کنترل لغزش چرخ‌های محرک ضروری است. به‌منظور اندازه‌گیری لغزش، باید سرعت واقعی و سرعت تئوری اندازه‌گیری گردد. سرعت واقعی با نصب اینکودر بر روی چرخ جلو و سرعت تئوری با نصب اینکودر بر روی محور توان‌دهی تراکتور اندازه‌گیری شد. لغزش بیش از ۱۲ درصد با کاهش عمق کار ادوات توسط موتور پله‌ای کنترل گردید. آزمون‌های مزرعه‌ای با سه تکرار در دو سطح سرعت پیشروی و دو نوع وسیله خاک‌ورز در خاک شنی - رسی اجرا شد. سامانه طراحی شده در مقایسه با سامانه کنترل کشش توانست لغزش را به مقدار ۳۳/۵ درصد و سوخت مصرفی را به مقدار ۱۴/۶۵ درصد کاهش دهد.

کلمات کلیدی: تراکتور، درصد لغزش، سوخت مصرفی، کنترل کشش، کنترل لغزش.

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

	فصل اول - مقدمه
۶	۱-۱ مقدمه
۸	۲-۱ هدف
۸	۳-۱ فصل بندی
	فصل دوم- کلیات و پیشینه تحقیق
۹	۱-۲ تاریخچه تولید تراکتور در ایران
۹	۲-۲ تعاریف
۱۰	۳-۲ رابطه درصد لغزش با نیروی کشش تراکتور
۱۱	۴-۲ رابطه درصد لغزش با بازده نیروی کششی
۱۲	۵-۲ تعریف طراحی و روش های آن
۱۳	۱-۵-۲ مراحل طراحی و ساخت
۱۳	۲-۵-۲ روش های طراحی
۱۵	۶-۲ سامانه های کنترل
۱۵	۱-۶-۲ ساختار سامانه های کنترل
۱۵	۱-۶-۲-۱ سامانه های کنترل مدار باز
۱۶	۲-۶-۲-۱ سامانه های کنترل مدار بسته
۱۶	۲-۶-۲ سامانه های کنترل سخت افزاری
۱۶	۳-۶-۲ سامانه های کنترل نرم افزاری
۱۷	۷-۲ سامانه کنترل خودکار کشش هیدرومکانیکی
۱۹	۱-۷-۲ سیستم هیدرولیک اتصال سه نقطه‌ای تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵
۱۹	۲-۷-۲ ساختمان پمپ هیدرولیک
۱۹	۳-۷-۲ طرز کار پمپ هیدرولیک
۲۰	۴-۷-۲ تجهیزات سیستم هیدرولیک
۲۰	۱-۴-۷-۲ کنترل حساسیت (کنترل فرود ادوات)
۲۰	۲-۴-۷-۲ کنترل فشار
۲۱	۳-۴-۷-۲ کنترل موقعیت
۲۱	۴-۴-۷-۲ کنترل کشش
۲۳	۸-۲ سامانه کنترل خودکار الکترو هیدرولیکی
۲۳	۹-۲ روش های اندازه گیری لغزش
۲۳	۱-۹-۲ اندازه گیری لغزش به روش دستی

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۲۴	۲-۹-۲ اندازه‌گیری لغزش به روش مکانیزه
۲۴	۲-۹-۳ اندازه‌گیری سرعت واقعی
۲۶	۲-۱۰-۲ پیشینه تحقیق
۲۷	۲-۱۰-۱ اندازه‌گیری سرعت
۲۷	۲-۱۰-۲ سامانه‌های اندازه‌گیری پارامترهای عملکردی تراکتور
۲۹	۲-۱۰-۳ اندازه‌گیری درصد لغزش
۳۳	۲-۱۰-۴ کنترل خودکار درصد لغزش
فصل سوم: مواد و روش‌ها	
۳۸	۳-۱ مقدمه
۳۹	۳-۲ انتخاب و نصب تجهیزات اندازه‌گیری لغزش
۳۹	۳-۲-۱ اندازه‌گیری سرعت واقعی
۳۹	۳-۲-۲-۱ انتخاب نوع حسگر
۴۰	۳-۲-۲-۲ انتخاب محل نصب حسگر
۴۱	۳-۲-۲-۳ حسگر اندازه‌گیر سرعت تئوری (نظری)
۴۱	۳-۲-۲-۳-۱ انتخاب و نصب حسگر
۴۲	۳-۳ تجهیزات کنترل لغزش
۴۲	۳-۳-۱ انتخاب محل نصب موتور
۴۳	۳-۳-۲ انتخاب نوع موتور
۴۴	۳-۳-۳ طریقه نصب موتور پله‌ای
۴۵	۳-۳-۴ اهرم‌بندی انتقال نیروی موتور به سیستم هیدرولیک
۴۷	۳-۳-۵ تعیین مقدار چرخش موتور پله‌ای
۴۸	۳-۳-۶ تعیین مقدار گشتاور مورد نیاز
۴۹	۳-۳-۷ مدار کنترل کننده (پردازشگر)
۵۲	۳-۴ اندازه‌گیری سوخت مصرفی موتور تراکتور
فصل چهارم: ارزیابی دستگاه و بررسی نتایج	
۵۴	۴-۱ مقدمه
۵۴	۴-۲ ارزیابی دستگاه
۵۴	۴-۲-۱ ارزیابی حسگر سرعت واقعی
۵۵	۴-۲-۲ ارزیابی حسگر سرعت تئوری (نظری)
۵۶	۴-۲-۳ ارزیابی عملکرد سیستم اندازه‌گیری لغزش
۵۶	۴-۳ آزمون‌های مزرعه‌ای

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۵۸	۴-۳ نتایج و بحث
۵۸	۱-۴-۴ تأثیر سامانه‌های مختلف بر روی درصد لغزش
۵۸	۱-۱-۴-۴ مقایسه میانگین درصد لغزش در تیمارهای مختلف سامانه و دور موتور
۵۹	۲-۱-۴-۴ مقایسه میانگین درصد لغزش در تیمارهای مختلف سامانه و نوع خاک‌ورزی
۶۱	۲-۴-۴ تأثیر سامانه‌های مختلف بر روی سوخت مصرفی
۶۱	۱-۲-۴-۴ مقایسه میانگین سوخت مصرفی در تیمارهای مختلف سامانه و دور موتور
۶۲	۲-۲-۴-۴ مقایسه میانگین مصرف سوخت در تیمارهای مختلف سامانه و نوع وسیله خاک‌ور
۶۳	۳-۴-۴ مقایسه میانگین ظرفیت مزرعه‌ای در تیمارهای مختلف سامانه و سرعت
	فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات
۶۵	۱-۵ نتایج
۶۶	۲-۵ پیشنهادات
۶۸	پیوست‌ها
۷۸	منابع

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

۱۰	شکل (۱-۲) رابطه بین نیروی کششی و لغزش
۱۲	شکل (۲-۲) رابطه بین درصد لغزش و بازده کشش
۱۳	شکل (۳-۲) روش طراحی مهندسی
۱۵	شکل (۴-۲) بخش‌های یک سامانه کنترل
۱۶	شکل (۵-۲) قسمت‌های مختلف یک سامانه کنترل مدار باز
۱۶	شکل (۶-۲) قسمت‌های مختلف در سامانه‌های کنترل مدار بسته
۱۸	شکل (۷-۲) اجزای سامانه کنترل کشش هیدرومکانیکی
۲۰	شکل (۸-۲) مجموعه‌ی اهرم‌های هیدرولیک تراکتور فرگوسن ۲۸۵
۲۲	شکل (۹-۲) حسگر بازوی وسط و اهرم‌بندی کنترل کشش تراکتور فرگوسن ۲۸۵
۲۶	شکل (۱۰-۲) تصویر شماتیک اینکودر
۳۲	شکل (۱۱-۲) تراکتور مجهز به اینکودرهای نصب شده برای چرخهای جلو و عقب
۳۸	شکل (۱-۳) طرحواره کلی سیستم.
۳۹	شکل (۲-۳) معرفی علائم و مشخصات نوشته شده بر روی اینکودر
۴۰	شکل (۳-۳) دو روش نصب اینکودر بر روی تراکتور جهت اندازه‌گیری سرعت پیشروی
۴۱	شکل (۴-۳) طرز نصب اینکودر اندازه‌گیری سرعت تئوری
۴۵	شکل (۵-۳) میله رابط کنترل کشش و میله عامل مونتاژ شده بر روی آن
۴۶	شکل (۶-۳) تصویر اهرم بندی سیستم کنترل لغزش
۴۷	شکل (۷-۳) موتور پله‌ای و مکانیزم انتقال نیرو
۴۹	شکل (۸-۳) نمودار سرعت-گشتاور موتور پله‌ای
۴۹	شکل (۹-۳) دیاگرام بلوکی کنترل لغزش
۵۰	شکل (۱۰-۳) تصویر ترسیمه فیبر چاپی دو رو مدار الکترونیک
۵۱	شکل (۱۱-۳) تجهیزات مدار الکترونیک
۵۹	شکل (۱-۴) مقایسه درصد لغزش در سامانه‌ها و دوره‌های مختلف
۶۰	شکل (۲-۴) مقایسه درصد لغزش در سامانه‌ها و نوع خاک ورزی
۶۱	شکل (۳-۴) مقایسه سوخت مصرفی در سامانه‌ها و دوره‌های مختلف
۶۲	شکل (۴-۴) مقایسه سوخت مصرفی در سامانه‌ها و نوع خاک ورز
۶۴	شکل (۵-۴) مقایسه ظرفیت مزرعه‌ای در سامانه‌ها و دوره‌های مختلف

فهرست جداول

صفحه

عنوان

۵۸	جدول (۱-۴) نتایج تجزیه واریانس سامانه‌های کنترل و دور مختلف موتور برای گاوآهن برگردان‌دار
۵۹	جدول (۲-۴) نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده برای نوع خاک‌ورزی در دور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه
۶۱	جدول (۳-۴) نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده سامانه‌های کنترل برای دور ۲۰۰۰ گاوآهن
۶۳	جدول (۴-۴) نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده سامانه‌های کنترل برای دور ۲۰۰۰ کولتیواتور

فصل اول

مقدمه و فصل بندی

۱-۱ مقدمه

به کاهش سرعت حرکت تحت شرایط بارگذاری نسبت به سرعت حرکت تحت شرایط بدون بار، لغزش گفته می‌شود. دو عامل محدود کننده در تراکتورها هنگام کشیدن ادوات در زمین وجود دارد. عامل محدود کننده اول، مقدار توان کششی تولید شده در قسمت درگیری چرخها با زمین می‌باشد و در صورتیکه نیروی مقاوم موجود در خاک از توان کششی تولید شده در قسمت درگیری چرخ با زمین زیادتر گردید چرخ شروع به لغزش می‌کند. عامل محدود کننده دیگر، که در صورت وجود تنش برشی کافی در خاک خود نمایی می‌کند، حالتی است که نیروی مقاوم خاک در مقابل ادوات از حداکثر توان موتور تراکتور زیادتر شده و باعث خاموش شدن موتور تراکتور می‌شود. در تراکتورها معمولاً برای جلوگیری از این حالت سیستم کنترل کشش بر اساس مقدار نیروی اعمال شده از ادوات به تراکتور طراحی گردیده است. هنگامی که مقدار نیروی اعمالی از ادوات به تراکتور از حد مشخص و تنظیم شده افزایش یابد سیستم هیدرولیک به صورت خودکار ادوات را از عمق فعلی تا عمق کمتری بالا می‌آورد تا نیروی مقاوم ادوات کمتر شده و تراکتور با تولید نیروی کشش ثابتی عمل کند. سیستم کنترل کشش در تراکتورها به شکلهای مختلفی طراحی گردیده مثلاً در تراکتور رومانی و فرگوسن، پایه بازوی وسط سیستم هیدرولیک بصورت ثابت به بدنه متصل نشده بلکه توسط یک ورقه فلز تخت در

تراکتور رومانی و یا یک فنر مارپیچ در مسی فرگوسن به بدنه متصل شده که این مکانیزم در واقع حسگر سیستم می‌باشد. هر زمان عامل خاک‌ورز به مانعی برخورد کرد و یا به زمین سختی رسید که منجر به افزایش نیروی مقاوم ادوات گردد دو بازوی تحتانی تحت کشش و بازوی وسط تحت فشار قرار می‌گیرد. فشرده شدن بازوی وسط توام با حرکت بوده که در نهایت منجر به حرکت قرقره سیستم هیدرولیک می‌شود و باعث بالا آمدن بازوهای هیدرولیک، کاهش عمق کار ادوات و کم شدن نیروی مقاوم می‌شود. در تراکتور جان‌دیر ۳۱۴۰ دو سر بازوهای تحتانی به یک میله افقی وصل شده و در حین کار موقعی که بازوهای تحتانی تحت کشش قرار می‌گیرد، میله افقی نیز تحت خمش قرار گرفته و این خمش موقعی که از یک حد مشخص زیادتر شد سیستم هیدرولیک را تحت تاثیر قرار داده و باعث بالا آمدن بازوهای هیدرولیک می‌شود. در تراکتورهای جدید، سیستم هیدرولیک به مقدار کرنش پیش‌بینی محور خروجی از جعبه دنده حساسیت نشان می‌دهد. بدین شکل که این محور از یک طرف تحت تاثیر نیروی محرکه موتور قرار گرفته و تحت چرخش قرار می‌گیرد و از طرف دیگر نیروی مقاوم ادوات درگیر در خاک از چرخش این محور ممانعت می‌کند که باعث ایجاد کرنش زاویه‌ای در این محور می‌گردد. موقعی که این کرنش از یک حد مشخص زیادتر گردید حسگر حساسیت نشان داده و باعث عمل کردن سیستم هیدرولیک می‌شود و بازوهای هیدرولیک بالا آمده و عمق کار ادوات را کم می‌کند. در تمام روشهای فوق عامل محدود کننده توان تراکتور می‌باشد ولی همانطور که قبلاً نیز گفته شد عامل محدود کننده دیگر، که مقاومت غلتشی چرخ در مقابل لغزش می‌باشد در نظر گرفته نشده و در بعضی از مواقع قبل از اینکه سیستم کنترل کشش عمل کند حالت بکسوات پیش آمده و مانع از عمل کردن سیستم کنترل کشش می‌شود. در تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵ در صورتی که نیروی مقاوم ادوات به صورت ناگهانی افزایش پیدا کرد (حالت ضربه‌ای) بازوی وسط فشرده شده و حسگر سیستم کنترل کشش عمل کرده و عمق کار ادوات کم می‌شود ولی در صورتیکه نیروی مقاوم بصورت تدریجی افزایش پیدا کرد، قبل از اینکه سیستم کنترل کشش عمل کند حالت بکسوات پیش می‌آید و راننده مجبور می‌شود که با اهرم کنترل کشش عمق کار ادوات را کاهش داده تا از حالت بکسوات خارج شود و عملاً سیستم کنترل کشش کارایی لازم را ندارد. بنابراین لازم است که کاربران در حین کار با ادوات در شرایط مختلف بطور دائم و بصورت دستی بر روی عمق کار ادوات، کنترل داشته باشند و عمق کار را کم و زیاد کند تا حالت بکسوات پیش نیاید. این حالت باعث کاهش تمرکز راننده بر روی تراکتور و ادوات و خستگی بیشتر راننده می‌شود از طرفی با توجه به اینکه راننده با تاخیر متوجه لغزش چرخها شده و دیر عکس العمل نشان داده در نتیجه در اثر بکسوات چرخها مقداری خاک در پشت چرخها عقب تراکتور جمع شده که باعث ناهموار شدن سطح زمین می‌گردد. واضح است که در صورت کم تجربگی راننده مشکل حادث خواهد بود.

اندازگیری لغزش چرخ به دو روش دستی و مکانیزه امکان پذیر است. در روش مکانیزه، محاسبه درصد لغزش چرخهای محرک از اختلاف سرعت تئوری و سرعت واقعی تراکتور بدست می‌آید که شامل دو بخش می‌باشد در ابتدا سرعت تئوری براساس تعداد دور چرخ محرک و با احتساب محیط چرخ محرک بدست می‌آید ولی سرعت واقعی تراکتور با استفاده از چرخهای متحرک، اضافه کردن چرخ پنجم، استفاده از داپلر یا امواج میکرو رادار و استفاده از اینکودرهای نوری قابل تعیین می‌باشد. در تحقیقی که توسط چانسلور و زهانگ (۱۹۸۸) انجام گردید مشخص شد که وجود لغزش در محل تماس چرخهای تراکتور با زمین پیامدهای متعددی در پی دارد که از آن جمله می‌توان به کاهش سرعت پیشروی تراکتور، استهلاک شدید لاستیکها و افزایش مصرف

سوخت تراکتور اشاره نمود. در تحقیق دیگری که توسط اسماعیل و همکاران (۱۹۸۱) انجام گردید، گزارش شده که اگر لغزش چرخ های محرک بین ۰/۰۷ تا ۰/۱۴ کنترل شود راندمان کششی به بیشترین حد ممکن خود نزدیک خواهد شد. و همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که تنها وقتی که لغزش بیش از ۳۰ درصد است مدت ۶ ثانیه طول می کشد تا راننده ماهر لغزش را احساس کند و اقدام به حرکت اهرم کنترل سیستم هیدرولیک نماید، تا تراکتور از حالت بکسوات خارج شود. لذا طراحی و ساخت سیستم کنترل لغزش که در صرفه جویی انرژی و افزایش کیفیت کار تاثیر بسزایی دارد یک امر ضروری به حساب می آید.

۲-۱ هدف

هدف اصلی این تحقیق، طراحی، ساخت و نصب سیستم اندازه گیری و کنترل لغزش بر روی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ می باشد. بطوری که مقدار لغزش چرخ های محرک را در مدت زمان یک ثانیه محاسبه کرده و سپس با کاهش عمق کار ادوات، مقدار لغزش را در حد کمتر از ۱۲ درصد (متوسط محدوده بیشینه بازده کشش) کنترل نماید. همچنین ارزیابی مختصر عمل کرد سیستم کنترل لغزش در مقابل سامانه کنترل کشش و سامانه ترکیبی کنترل لغزش و کنترل کشش جهت کنترل لغزش و سوخت مصرفی می باشد.

۳-۱ فصل بندی

این تحقیق به انضمام این فصل مشتمل بر ۵ فصل می باشد که محتویات هر فصل به شرح زیر ارائه می گردد. فصل دوم شامل دو قسمت اصلی می باشد در قسمت اول ابتدا مقدماتی درباره مفاهیم اساسی درگیری و تولیدی توان کششی در تراکتور آورده می شود. بعد مطالبی درباره مدارات کنترل و سامانه های کنترل ارائه شده سپس درباره سیستم های کنترل کشش هیدرولیک تراکتور روشهای اندازه گیری لغزش مطالبی ارائه می شود. قسمت دوم این فصل تحقیقات انجام شده در زمینه اندازه گیری سرعت، روشهای کنترل لغزش و اندازه گیری پارامترهای عملکردی تراکتور مطرح می شود.

فصل سوم در این فصل روش طراحی، ساخت و نصب سیستم اندازه گیری و کنترل لغزش و سپس روش کنترل لغزش و مدار پردازشگر آن طراحی و ساخته می شود. در ادامه تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمون های مزرعه ای ارائه می گردد.

در فصل چهارم ابتدا روشهای واسنجی و ارزیابی عملکرد سیستم کنترل لغزش مورد بحث قرار می گیرد و در ادامه روش انجام آزمون های مزرعه ای ارائه شده و در نهایت نتایج بدست آمده مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

فصل پنجم مشتمل بر دو قسمت می باشد. که ابتدا نتایج کلی ارائه شده و سپس در قسمت پیشنهادات، راه کارهای اصلاح و بهبود عملکرد سیستم مطرح می شود.

فصل دوم

کلیات و پیشینه تحقیق

۱-۲ تاریخچه تولید تراکتور در ایران

در سال ۱۳۴۵ طبق موافقت نامه‌ای که بین دو کشور ایران و رومانی منعقد گردید، دولت اقدام به وارد کردن و مونتاژ تراکتور یونیورسال ساخت رومانی در کارخانه تراکتور سازی تبریز کرد. به طوری که از دی ماه ۱۳۴۵ تا پایان سال ۱۳۵۰ تعداد ۱۴۴۰۲ دستگاه تراکتور یونیورسال به کشاورزان فروخته شد. پس از آن تراکتور سازی تبریز به مرور زمان خط تولید خود را از حالت مونتاژ به ساخت قطعات تراکتور مسی فرگوسن تغییر داد. بطوریکه هم اکنون سالانه تعداد ۲۰۰۰۰ تراکتور مسی فرگوسن تولید می‌شود. (تراکتور سازی تبریز، ۱۳۹۱)

۲-۲ تعاریف

درصد لغزش: به علت لغزش در چرخ های محرک تراکتور در شرایط بار و بدون بار که ناشی از شرایط زمین، وضعیت چرخ و بارگذاری نامناسب بر مالبندها می باشد، کاهش سرعت پیشروی در تراکتور پیش می آید که به آن لغزش گویند. درصد لغزش از رابطه زیر به دست می آید.

$$S(\%) = \frac{n_1 - n_0}{n_1} \times 100 \quad (1-2)$$

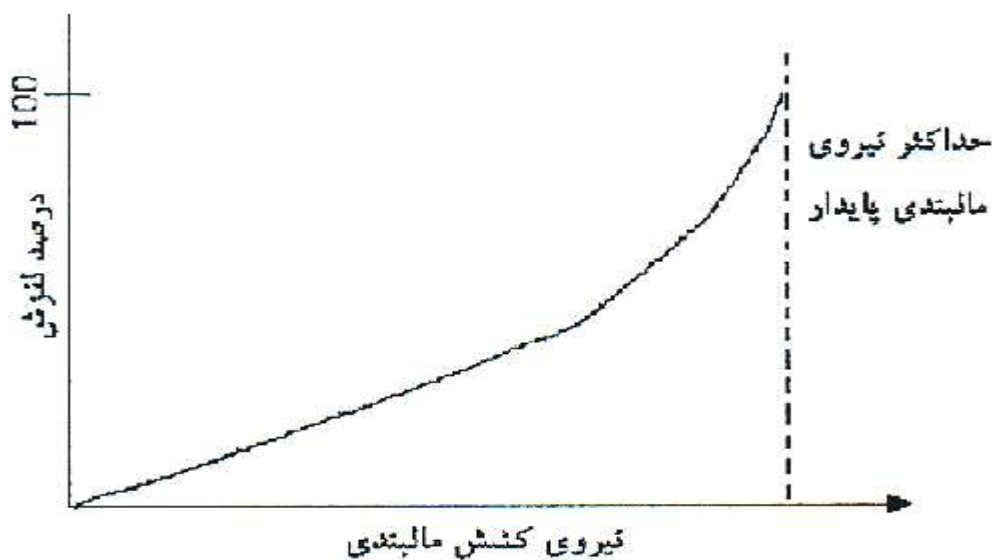
S: درصد لغزش چرخ های محرک

n_0 : تعداد دور چرخ های محرک در مسافت معین در حالت بدون بار

n_1 : تعداد دور چرخ‌های محرک در مسافت معین در حالت تحت بار
 تعداد دور چرخ‌های محرک تراکتور در مواقعی که از ادوات استفاده می‌شود، با توجه به عمق کار ادوات، سرعت کار تراکتور نسبت به شرایط بدون بارگذاری تغییر می‌کند. لغزش مختص چرخ‌های محرک می‌باشد و زمانی که نیروی مقاوم ادوات از مقاومت برشی خاک بیشتر باشد، بروز می‌کند.
 سرش: معمولاً در شرایطی که نیروی درگیری چرخ با زمین کم باشد سرش پیش می‌آید و چرخ بر روی سطح زمین بدون چرخیدن سُر می‌خورد یا به عبارتی به جابجایی خطی چرخ، هنگامی که چرخ تراکتور چرخش نداشته باشد سرش گفته می‌شود. سرش در شرایط عادی و کم بودن وزن روی چرخ، مختص چرخ‌های متحرک تراکتور است ولی در شرایطی مثل ترمز گرفتن در چرخ‌های محرک نیز پیش می‌آید (ثقفی، ۱۳۶۹؛ فاضل، ۱۳۸۲ و علیمردانی، ۱۳۸۱).

۲-۳ رابطه درصد لغزش با نیروی کششی تراکتور

اگر نیروی مقاوم وسیله بیشتر از کشش تراکتور باشد، چرخ‌های محرک تراکتور لغزش خواهند کرد. لغزش کم چرخها (حدود ۱۰٪ الی ۱۵٪)، البته با توجه به طرح تایر، کشش و شرایط خاک فرق می‌کند) برای ایمنی تراکتور (جعبه دنده و موتور) لازم است و حداکثر بازده کششی تراکتور در این محدوده درصد لغزش چرخ‌های محرک به دست آید. اما لغزش بیش از حد مجاز باعث افزایش مصرف سوخت، افزایش سایش لاستیک و کاهش ظرفیت مزرعه‌ای می‌شود (آنونیموس، ۱۹۹۵).



شکل (۱-۲) رابطه بین نیروی کششی و لغزش (فاضل، ۱۳۸۲)

می‌توان فرض کرد که نیروی کشش مالبنندی متناسب با نیروی عمودی وارد بر چرخ‌های محرک می‌باشد و برای یک نیروی عمودی ثابت درصد لغزش چرخ‌های محرک با افزایش نیروی مالبنندی، افزایش می‌یابد تا اینکه به حد بیشینه مقدار نیروی کشش پایدار می‌رسد (شکل ۱-۲).

نیروی کشش مالبنندی را سالنامه انجمن مهندسين کشاورزی آمریکا به این صورت بیان کرده است:

نیروی کشش مالبنندی نیرویی است که در جهت حرکت توسط تراکتور تولید می‌شود. نیروی کشش مالبنندی F_D از رابطه زیر به دست می‌آید

$$f_D = H - \rho w \quad (2-2)$$

در فرمول فوق H نیروی زمین گیرایی (N)، ρ ضریب مقاومت غلتش و W بار دینامیکی (N) اعمال شده بر روی محور تراکتور می‌باشد. چون چرخ و خاک صلب نیستند، نیروی زمین گیرایی از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$H = C \sum A + \sum W \tan \phi \quad (3-2)$$

در این رابطه:

$\sum A$: مجموع سطوح تماس چرخ‌های محرک (m^2)

C : پیوستگی خاک ($\frac{KN}{m^2}$)

$\sum W$: مجموع بارهای عمودی وارد بر چرخ‌ها محرک (KN)

ϕ : زاویه اصطکاک داخلی خاک (deg)

با توجه به رابطه (۳-۲) مشخص می‌شود که با افزایش وزن روی چرخ‌های محرک، مقدار نیروی کششی افزایش می‌یابد. وزن (W) که بر محور محرک تراکتور اعمال می‌شود ناشی از وزن تراکتور، وزن ادوات و نیروی عمودی بین خاک و ادوات خاک‌ورز است. از طرفی نیروی زمین گیرایی بایستی توسط گشتاور پیچشی چرخ‌های محرک تامین شود که با رابطه زیر بیان می‌شود:

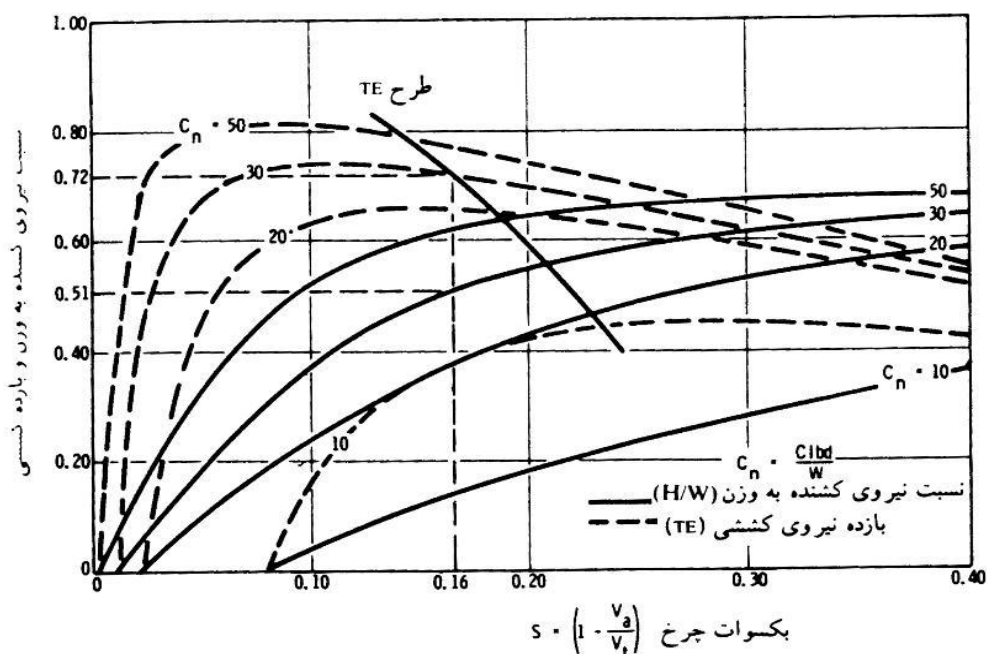
$$H = \frac{T}{r} \quad (4-2)$$

در این رابطه، H نیروی زمین گیرایی (N)، T گشتاور ورودی ($N.m$) و r شعاع غلتش چرخ محرک (m) می‌باشد. لذا کشش ایجاد شده توسط درگیری چرخ و گشتاور تولید شده توسط موتور روی محور چرخ‌ها، محدود می‌شود، در نتیجه بایستی تناسبی بین وزن تراکتور و گشتاور قابل تحمل موتور آن برقرار باشد و طراحان تراکتور، وزن تراکتور دو چرخ محرک را طوری در نظر بگیرند که حداکثر نیروی کشش مالبنندی آن ۷۵ درصد وزن تراکتور باشد (کماریزاده، ۱۳۷۷ و فاضل، ۱۳۸۲).

۴-۲ رابطه درصد لغزش با بازده نیروی کششی

تغییرات بازده نیروی کششی و نسبت $\frac{P}{W}$ (نیروی کشنده به وزن روی یک چرخ محرک) با مقدار لغزش $(S = 1 - \frac{V_a}{V_t})$ در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. بیشینه بازده نیروی کششی با مقادیر درصد لغزش کمتر چرخ برای مقادیر بزرگ C_n (عدد چرخ) که با مقاومت زیاد خاک و یا بار کم وارد بر چرخ همراه است، اتفاق می‌افتد. حداکثر توان خروجی یک چرخ زمانی رخ می‌دهد که بازده نیروی کششی مربوط به آن بیشینه باشد. به هر حال نسبت $\frac{P}{W}$ به مقدار بیشینه خود در این درصد لغزش نزدیک است. شرایط برای بالا بردن نیروی کشنده مالبند ایجاب می‌کند که درصد لغزش چرخ در طرف چپ منحنی نیروی کششی بیشینه انتخاب شود.

روی سطوح سخت مانند سیمان و آسفالت (با مقادیر بالای شاخص مخروط خاک) بازده نیروی کششی بالای ۹۰ درصد نیز قابل دستیابی است. در اثر مقاومت غلتشی و لغزش روی سطوح نرم مثل ماسه، مقدار نیروی کششی به زیر ۵۰ درصد هم می‌رسد (ثقفی، ۱۳۶۹ و نقوی، ۱۳۸۲).



شکل (۲-۲) رابطه بین درصد لغزش و بازده کشش (ثقفی، ۱۳۶۹)

۲-۵ تعریف طراحی و روش‌های آن

طراحی به معنای عام

طراحی، فرمول‌بندی نقشه‌ای برای ارضای یک نیاز بشری است. ممکن است نیاز ویژه‌ای که باید ارضا شود، دقیقاً و به‌طور کامل تعریف شده باشد، از طرفی ممکن است نیاز ویژه‌ای که باید ارضا شود، مبهم و فاقد تعریف دقیق باشد که فکر و تلاش فراوانی برای بیان آن به‌عنوان مسئله‌ای که حل آن مورد نیاز است، لازم شود. مسئله طراحی به یکی از موارد ذیل منجر می‌شود:

رفع یک نیاز

ایجاد یک تغییر

برطرف کردن یک مشکل

طراحی در مهندسی مکانیک

طراحی مکانیکی به معنی طراحی اشیا و سیستم‌هایی با ماهیت مکانیکی از قبیل ماشین‌ها، فرآورده‌ها، سازه‌ها، وسایل و ابزار است. در بیشتر قسمت‌های، طراحی مکانیکی از ریاضیات، علم مواد و علم مهندسی مکانیک استفاده می‌کند طراحی در مهندسی مکانیک در برگیرنده تمامی طراحی مکانیکی است، ولی به‌خاطر

این که مشمول کلیه رشته‌های مهندسی مکانیک از قبیل علوم گرمایی و سیالات نیز می‌باشد، مبحث گسترده‌تری به کار می‌رود (دیباچی‌نیا، ۱۳۶۳).

۲-۵-۱ مراحل طراحی و ساخت

در هر طراحی، مراحل طراحی دستگاه به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

- شناخت مشکل یا هدف (Objective)

- مشخصات اولیه طرح (Preliminary design specification)

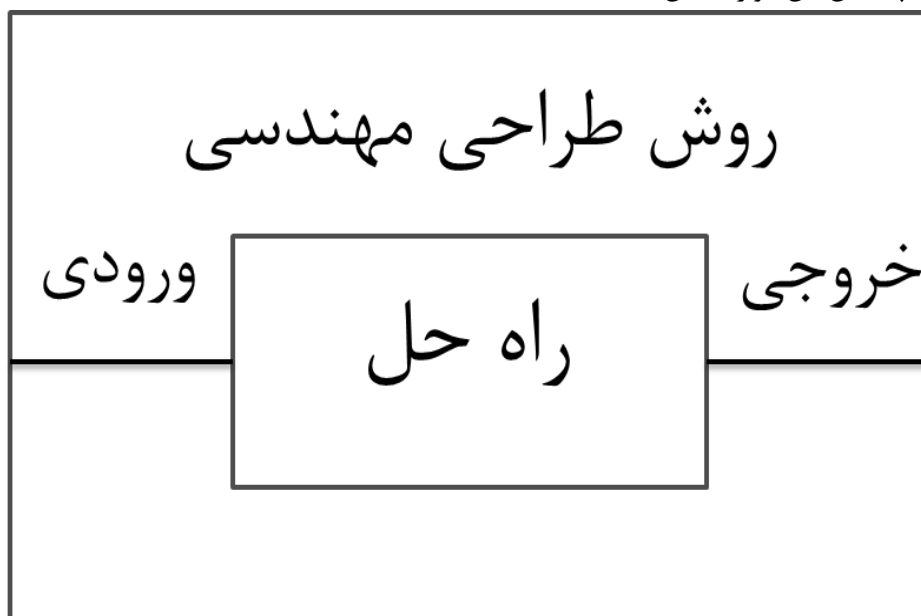
- طراحی جزئیات همراه با تجزیه و تحلیل مهندسی (Detail design with engineering analysis)

- مشخصات نهایی راه‌حل (The specification of the solution)

- ساخت و تولید (Production) (شادروان، ۱۳۷۵)

۲-۵-۲ روش‌های طراحی

در روش‌های طراحی مهندسی به‌طور کلی سه عامل مهم ورودی، راه‌حل و خروجی باید مدنظر باشد که در شکل ۲-۳ چیدمان این موارد نشان داده شده است.



شکل (۲-۳) روش طراحی مهندسی (امیرفضلی، ۱۳۸۰)

پس از بررسی ورودی و خروجی، در واقع محدودیت‌های طرح مشخص می‌گردد که این خود به یافتن راه‌حل‌های مناسب منتهی می‌گردد. در طراحی یک سیستم مکانیکی نکاتی باید توسط مهندسین طراح رعایت شود یکی از مهمترین نکات این است که طراحی باید در یک روند نظام‌مند صورت گیرد. یکی از مهم‌ترین مکاتبی که در آن آموزش طراحی مهندسی به‌طور مناسب آورده شده است، مکتب آلمانی می‌باشد. در مکتب آلمانی، مسائل هر سه مرحله طراحی خلاقانه و به روشنی تشریح شده و مکانیزم‌های تحقق بخشیدن کارها مشخص شده است. روش پیشنهاد شده کاملاً دقیق است، زیرا هر اقدام و زمان آن را شرح

می‌دهد. این مکتب موفقیت عظیمی در صنایع تولیدی پدید آورده و به‌طور روزافزون توجه مهندسان طراح آمریکایی را به‌خود جلب کرده است.

باتوجه به این‌که هدف از طرح چنین دستگاهی، حل مسئله به کمک دانش علمی و بهینه‌سازی جواب آن‌ها در چارچوب محدودیت‌های مادی، تکنولوژیکی و اقتصادی معین است، نظریات، آگاهی و توانایی‌های طراح بر چگونگی کالاهای ساخته شده، جذب مشتری و سودمندی کلی آن کالاها، اثر بنیادی دارد و از آن‌جایی‌که طراحی کوشش ذهنی برای برآورده کردن برخی نیازها به بهترین وجه ممکن است، باید موارد لازم برای به‌کارگیری قوانین علمی در ساخت کالاهای مفید را به‌وجود آورد.

کار طراحی چه از لحاظ روانی و چه از دیدگاه تشکیلاتی، یک مسئله خاص و در مکان ویژه، به واسطه‌ی افرادی که دارای سوابق آموزشی و تجربی بسیار گوناگونی هستند، انجام می‌گیرد. برای تقسیم مؤثرتر کار، باید مهندسانی با آموزش‌های علمی، پیشینه‌های تجربی، فن‌شناسان و نقشه‌کش‌ها همراه با یکدیگر کار را انجام دهند و همه این گروه‌ها همکاری تنگاتنگ داشته باشند (امیرفضلی، ۱۳۸۰).

در علوم مهندسی انواع مختلف طراحی وجود دارد. اصطلاحات مورد استفاده در طراحی در چند سال گذشته دگرگونی قابل توجهی یافته است. به‌عنوان مثال، وویگر بائر از بسط طرح آغازین، بسط طرح تکمیلی و طراحی اقتباسی صحبت به عمل آورده است و اوپیتز از طراحی ابتکاری، طراحی اقتباسی، طراحی گونه‌ها و طراحی اصل نام برده. گرهارد پال و ولفگانگ بایتز در کتاب علم طراحی در مهندسی سه نوع روش طراحی را تعریف می‌کنند که البته مرزهایشان به‌طور دقیق مشخص نیست (دیباچی‌نیا، ۱۳۶۳).

۱- طراحی ابتکاری

طراحی ابتکاری به معنای تهیه اصل جواب ابتکاری برای هر نظام (واحد صنعتی، ماشین یا محصول مونتاژ شده) است، که ممکن است وظیفه‌ای یکسان، همانند یا جدید نسبت به نظام‌های دیگر داشته باشد.

۲- طراحی اقتباسی

طراحی اقتباسی به معنای سازگار کردن منظومه‌ای معین برای انجام وظیفه‌ای دگرگون شده است (به شرط اینکه اصل طرح تغییری نکند)، در این‌گونه موارد اغلب به‌طرح‌های ابتکاری قطعات یا محصولات مونتاژ شده نیاز است.

۳- طراحی گونه‌ها

طراحی گونه‌ها تغییر دادن اندازه یا آرایش بعضی وجوه منظومه موردنظر را دربرمی‌گیرد، به شرط اینکه مسئله طراحی و اصل جواب آن تغییر نکند، یعنی بر اثر تغییراتی در مواد، محدودیت‌ها یا عوامل تکنولوژیکی، هیچ مسئله جدیدی پدید نیاید. طراحی گونه‌ها، کارهای سفارشی را نیز دربرمی‌گیرد که در مورد آن‌ها اصل جواب و طرح تکمیل شده یکسان است و فقط ابعاد برخی از قطعات در نقشه‌های پیشین تغییر می‌کند. برخی پژوهشگران این نوع طراحی را طراحی با اصل ثابت نامیده‌اند.

همه‌پرسی از اعضای جامعه آلمانی شرکت‌های مهندسی مکانیک در سال ۱۹۷۳ نشان داد که در صنایع مهندسی مکانیک، ساخت نزدیک به ۵۵ درصد کالاها براساس طراحی اقتباسی، ۲۵ درصد آن‌ها بر پایه طراحی ابتکاری و ۲۰ درصد دیگر بر مبنای طراحی گونه‌ها بوده است. اگرچه عدم تشخیص مرزها این سه نوع