دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی

اثر پوشش نیکل نانو ساختار بر کاهش سایش تیغه خاک‌ورز

توسط:

نیلوفر عابد

استاد راهنما

دکتر مهدی کسرایی

اساتید مشاور

دکترمحمد ابراهیم بحرالعلوم

دکتر سید حسین کار پرورفرد

اسفندماه۱۳۹۲

به نام خدا

اظـهـارنـامـه

اینجانب نیلوفر عابد دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل تلاش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آئین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام‌خانوادگی: نیلوفر عابد

تاریخ و امضا: ۱۳۹۲/۱۲/۱۲

به نام خدا

اثر پوشش نیکل نانو ساختار بر کاهش سایش تیغه خاک ورز

به کوشش

نیلوفر عابد

پایان نامه ی

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ مدرک کارشناسی ارشد

در رشته ی

مکانیک ماشین های کشاورزی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه ی : عالی

دکتر مهدی کسرایی، استادیار بخش مهندسی بیوسیستم(استادراهنما).....

دکتر محمد ابراهیم بحرالعلوم، استاد بخش مهندسی مواد(استاد مشاور).....

دکتر سید حسین کارپرورفرد، دانشیار بخش مهندسی بیوسیستم(استاد مشاور).....

دکتر عبدالعباس جعفری، استادیار بخش مهندسی بیوسیستم(داور متخصص داخلی).....

اسفند ماه ۱۳۹۲

تقدیم به دردانه پسرم

آبتین

سپاسگزاری

تحقیق پیش رو با استعانت از پروردگار متعال به سرانجام رسید، لیکن این مهم بدون یاری اساتید بزرگوارجناب آقایان دکتر مهدی کسرایی، دکتر ابراهیم بحرالعلوم، دکتر سیدحسین کارپرورفرد و دکتر علی اصغر زمردیان و زحمات بی‌شائبه و بی‌دریغ سرکار خانم دکتر محزون، همچنین راهنمایی های جناب دکتر نجفی و تلاش های دلسوزانه آقایان مهارلویی، رعیت و امیری تکنسین های بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز به طور جد، امکان‌پذیر نبود. از سرکار خانم مهندس پایدار و سرکارخانم نداف مسئولین محترم آزمایشگاه بخش مواد دانشگاه شیراز، جناب آقای اشجع مسئول محترم آزمایشگاه اپتیک بخش فیزیک دانشگاه شیراز و مهندس غضنفری و همکارانشان در آزمایشگاه مرکز تحقیقات مهندسی سازمان فضایی ایران کمال تشکر و امتنان را به سبب امکان‌پذیر سازی انجام آزمایشات، دارم. باشد که خداوند باری تعالی ایشان را در کلیه امور مساعدت فرماید.

چکیده

اثر پوشش نیکل نانو ساختار بر کاهش سایش تیغه خاک‌ورز

به وسیله:

نیلوفر عابد

تیغه در عملیات خاک‌ورزی بیش‌ترین درگیری را با ذرات سخت خاک دارد، همین مطلب موجب سایش خراشان این قطعه شده و در مقایسه با سایر اجزای خاک‌ورز زودتر تحلیل می‌رود. این سایش نه تنها از حیث اقتصادی مقرون به صرفه نیست بلکه از نظر کاهش کیفیت عملیات خاک‌ورزی، بالا رفتن توان مصرفی و در نهایت مصرف سوخت بیش‌تر، نیز حائز اهمیت است. هدف از این پژوهش بهره‌گیری و مطالعه اثر سه روش پوشش‌دهی شامل آبکاری خطی، آبکاری ضربانی و روش الکتروپلاسما با پوشش‌هایی از ترکیب‌های نیکل بر قطعات تراشیده شده از جنس فولاد ساده کربنی (Ck60) است. در روش آبکاری خطی با قرار دادن قطعه در محلول حاوی ترکیب‌های نیکل، به عنوان کاتد و قرار دادن آند نیکلی جریان مستقیم اعمال شد. در روش آبکاری ضربانی نیز روند کلی به شیوه آبکاری خطی بود ولی در این روش اعمال جریان، به صورت موج های مربعی تحت کنترل انجام شد. در روش الکتروپلاسما جریان بین کاتد و آند به صورت تخلیه بار الکتریکی در محلولی، که نوع و درصد ترکیب‌های آن برای نخستین بار در همین پژوهش به کار گرفته شد، صورت پذیرفت. مقاومت به سایش پوشش ها با معیاردرصد کاهش وزن ناشی از سایش در عملیات خاک‌ورزی مزرعه‌ای سنجش گردید. پوشش حاصل از آبکاری خطی، مقاومت به سایش را ۳۰/۴۱ درصد افزایش داد. پوشش هایی که با روش آبکاری ضربانی بر قطعات انجام گرفت توانست مقاومت به سایش را به میزان۵۵/۸۳ درصد نسبت به نمونه های خام بهبود بخشد. در روش الکتروپلاسما با ایجاد پوشش‌هایی که دارای ترکیب‌های مجتمع بودند، مقاومت به سایش تا۹۰ درصد نسبت به نمونه‌های خام افزایش یافت لازم به ذکر است که چنین مقاومت به سایشی مربوط به نمونه هایی با سختی۴۸۰ ویکرز و اندازه متوسط دانه۳۸ نانومتر بود. همچنین نتایج نشان داد که هر چه اندازه متوسط دانه‌ها در پوشش‌های نیکل نانو ساختار کم‌تر شود میزان سختی و به تبع آن مقاومت به سایش افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: پوشش نیکل، نانو، تیغه خاک‌ورز، الکتروپلاسما، آبکاری ضربانی

فهرست مطالب

فصل اول

مقدمه ۲

۱-۱- خاک‌ورز ۳

۱-۲- سایش ۹

۱-۳- اهداف تحقیق ۱۰

فصل دوم

پیشینه پژوهش ۱۲

۲-۱- مروری بر تاریخچه آبکاری کروم ونیکل ۱۲

۲-۲- آبکاری ۱۳

۲-۲-۱- آبکاری الکتریکی نیکل ۱۳

۲-۲-۲- تکنیک آبکاری ضربانی[1] ۱۸

۲-۲-۳- مکانیزم رشد در آبکاری الکتریکی ۱۹

۲-۳- فناوری الکترولیتی - پلاسمائی (EPT)[1] ۲۱

۲-۴- پژوهش‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی ۲۲

فصل سوم

مواد و روش‌ها ۳۷

۳-۱- طرح کلی آزمایش ۳۷

۳-۲- جنس نمونه‌ها ۳۸
۳-۳- طرح آماری ۴۰
۳-۳-۱- انواع تیمارها ۴۰
۳-۴- آماده سازی وپوشش‌دهی هر یک از نمونه‌ها ۴۱
۳-۴-۱- روش آبکاری خطی ۴۳
۳-۴-۲- روش آبکاری ضربانی ۴۵
۳-۴-۳- روش الکترو پلاسما ۴۸
۳-۴-۴- نمونه شاهد ۵۳
۳-۵- تعیین اندازه متوسط دانه‌ها به روش XRD[1] ۵۴
۳-۶- توزین اولیه نمونه‌ها ۵۵
۳-۷- نصب نمونه‌ها بر روی تیغه ۵۶
۳-۸- انتخاب زمین ۵۸
۳-۹- توزین ثانویه قطعات ۵۹

فصل چهارم

بحث و نتایج ۶۱
۴-۱- نتایج ۶۱
۴-۱-۱- نتایج سختی‌سنجی ۶۱
۴-۱-۲- نتایج سایش نمونه‌ها در آزمایش مزرعه‌ای ۶۵
۴-۱-۳- بررسی ومقایسه نتایج حاصل از XRD و SEM ۶۸
۴-۲- بحث ۷۲
۴-۲-۱- نمونه‌های اولیه ۷۲

۴-۲-۲- نمونه‌های پوشش داده شده به روش آبکاری خطی ۷۲
۴-۲-۳- نمونه‌های پوشش داده شده به روش آبکاری ضربانی..... ۷۴
۴-۲-۴- نمونه‌های پوشش داده شده به روش الکتروپلاسما..... ۷۴
۴-۳- نتیجه‌گیری نهایی..... ۷۶
۴-۴- پیشنهادها ۷۷

منابع..... ۷۸

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول ۲-۱- ترکیب شیمیایی الکترودها در آزمایش ییلماز(۲۰۰۶) ۳۴

جدول ۳-۱- آنالیز نمونه‌ها با استفاده از روش کوانتومتری ۴۰

جدول۳-۲- شرایط آبکاری خطی نیکل ۴۳

جدول ۳-۳- شرایط آبکاری ضربانی نیکل ۴۶

جدول ۳-۴- ترکیبات محلول الکتروپلاسما ۵۰

جدول ۳-۶- مقدار جریان و اختلاف پتانسیل منبع تغذیه در حین پوشش‌دهی ۵۱

جدول ۳-۷- میزان کوارتز در خاک منطقه باجگاه ۵۸

جدول ۳-۸- مشخصات خاک شناسی ۵۸

جدول ۳-۹- مشخصات فیزیکی خاک ۵۸

جدول ۴-۱- نتایج سختی‌سنجی ۶۱

جدول ۴-۲- میزان کاهش وزن نمونه ها پس از خاک‌ورزی ۶۵

جدول ۴-۳- اندازه متوسط دانه ها و میکروکرنش پوشش تیمار ۷ ..... ۶۹

جدول ۴-۴- مقایسه تغییرات کاهش وزن ۷۵

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱- گاوآهن چوبی (مصر ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد) ۳

شکل ۱- ۲ – استفاده از حیوانات برای کشیدن ابزار خاک‌ورز ۴

شکل ۱-۳- خاک‌ورز چرخ دار با پیش بر و صفحه برگردان (اروپا، قرن شانزدهم)..... ۴

شکل ۱- ۴- تراکتور بخار ۵

شکل ۱- ۵- تراکتور بنزینی، تولید سال ۱۸۹۷ میلادی ۶

شکل ۱-۶- خاک‌ورز مرکب ۷

شکل ۱-۷- بخش‌های کلی یک خیش برگردان‌دار ۸

شکل ۲-۱- تغییرات غلظت بر حسب فاصله از سطح کاتد الف: در مدل نرنست، ب: در اثر کاربرد جریان ضربانی ۱۸

شکل ۲-۲- سه نوع جریان متداول در روش آبکاری ضربانی الف: مستطیلی، ب: دوره ای معکوس، ج: سینوسی ۱۹

شکل ۲-۳- مکانیزم‌های رشد در آبکاری الکتریکی الف و ب: رشد ساختار صفحه‌ای و ج: رشد سه بعدی کریستالی ۲۰

شکل ۲-۴- شماتیک سطح مقطع ساختار ستونی پوشش ۲۱

شکل ۲-۵- الگوهای مختلف جوشکاری ۲۴

شکل ۲-۶- روش‌های سخت کاری روی لبه تیغه‌ها ۲۵

شکل ۲-۷- انباره خاک ۲۶

شکل ۲-۸- مقایسه نوک تیغه‌های نو و فرسوده ۲۷

شکل ۲-۹ – اندازه گیری مقدار سایش در آزمایش ناتسیس و همکاران(۱۹۹۹)..... ۲۸

شکل ۲-۱۰ – تیغه‌های خاک‌ورز چیزل در آزمایش ییلماز(۲۰۰۶) ۳۴
شکل ۳-۱- ابعاد نمونه، الف- نمای جانبی ، ب- نمای عمودی ۳۷
شکل ۳-۲ – نمونه مستطیلی ۳۸
شکل ۳-۳- ابعاد طوقه ۳۸
شکل ۳-۴- شمای تابش و بازتابش پرتوها در محفظه کوانتومتر ۳۹
شکل ۳-۵- نمونه بعد از آزمون کوانتومتری ۳۹
شکل ۳-۶- دستگاه پالیش دو صفحه‌ای ۴۲
شکل ۳-۷ الف : قطعه تراشیده شده پیش از پالیش ب: قطعه پس از پالیش مکانیکی ۴۲
شکل ۳-۸- جانمایی درشرایط آبکاری ۴۳
شکل ۳-۹- منبع تغذیه DC خطی ۴۴
شکل ۳-۱۰– نمونه آبکاری شده به روش خطی الـف: تیمار شماره ۱ ب: تیمار شماره ۲ ج: تیمار شماره۴ ..... ۴۴
شکل ۳-۱۱- منبع تغذیه جریانDC پالسی ۴۵
شکل ۳-۱۲- اثر تغییر زمان‌بندی جریان قطع و وصل بر شکل موج مربعی ۴۶
شکل ۳-۱۴ منبع تغذیه برای الکتروپلاسمای قطعه‌های کوچک ۴۸
شکل ۳-۱۵-منبع تغذیه برای الکتروپلاسمای قطعه‌های بزرگ ۴۹
شکل ۳-۱۶- نحوه قرارگیری نمونه در محلول ۵۲
شکل ۳-۱۷- قاب تفلونی و لاک گرفتن یک سمت نمونه ۵۲
شکل ۳-۱۸- نمونه پوشش داده شده به روش الکتروپلاسما ۵۳
شکل ۳-۱۹- نمونه پوشش داده شده با ترکیب اصلی اوره ۵۳
شکل ۳-۲۰- دستگاه Bruker D8 advance diffractometer ۵۵
شکل ۳-۲۱- ترازوی دیجیتال ۵۶

شکل ۳-۲۲- طوقه ونحوه قرار گیری بر روی نمونه ۵۶
شکل ۳-۲۳-موقعیت نمونه ها بر روی خاک‌ورز ۵۷
شکل ۳-۲۴- تراکتور مدل ۳۹۹ تراکتور سازی ایران ۵۷
شکل ۴-۱-اثر سختی‌سنج بر تیمارشماره ۱ ..... ۶۲
شکل ۴-۲-اثر سختی‌سنج بر تیمار شماره ۲ ..... ۶۲
شکل ۴-۳- اثر سختی‌سنج بر تیمار شماره ۴ ..... ۶۳
شکل ۴-۴- اثر سختی‌سنج بر تیمار شماره ۵ ..... ۶۳
شکل ۴-۵- اثر سختی‌سنج بر تیمار شماره ۶ ..... ۶۴
شکل ۴-۶- اثر سختی‌سنج بر نمونه شاهد بدون پالیش مکانیکی تیمار شماره۹ ..... ۶۴
شکل ۴-۷- مقایسه مقدار میانگین سختی نمونه ها به روش دانکن ۶۵
شکل ۴-۸- نمودارمقایسه مقاومت به سایش نسبی به روش دانکن ۶۶
شکل ۴-۹- وضعیت ظاهری نمونه ها پس از خاک‌ورزی ۶۶
شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین سختی و میانگین سایش هر تیمار ۶۷
شکل ۴-۱۱-رابطه رگرسیونی سختی و مقاومت به سایش در کل نمونه ها ۶۷
شکل ۴-۱۲- SEM، تیمار شماره ۷ ..... ۶۸
شکل ۴-۱۳- SEM، تیمار شماره ۸ ..... ۶۹
شکل ۴-۱۴- XRD ، نمونه پوشش‌دهی شده به روش آبکاری ضربانی(تیمار۷) ۷۰
شکل ۴- ۱۵- XRD، نمونه شماره۴پوشش‌دهی شده به روش الکتروپلاسما ۷۰
شکل ۴-۱۶- XRD، نمونه شماره۲پوشش‌دهی شده به روش الکتروپلاسما تیمار۸ ..... ۷۱
شکل ۴-۱۷- اثر پراب با اعمال نیروی یکسان برسطح نمونه‌ها الف: تیمار۹، ب: تیمار ۴، ج: تیمار ۶ ..... ۷۳
شکل ۴-۱۸- نمودار مقایسه تأثیر نسبی روش‌های مختلف در کاهش سایش به روش دانکن۷۵

فصل اول

مقدمه

در طراحی و تولید ماشین‌های کشاورزی مانند سایر تولیدات صنعتی، مشکلات مربوط به انتخاب جنس قطعات، با توجه به خصوصیات مکانیکی آنها نظیر سختی، مقاومت به سایش، مقاومت به ضربه[1] و انعطاف‌پذیری[2] مطرح است. این مشکلات ازآنجا ناشی می‌شود که قطعات ماشین‌های کشاورزی همواره در محیطی کار می‌کنند که در معرض خستگی، بارهای پیوسته سیکلی، سایش، خوردگی ،ضربه و غیره قرار دارند. این شرایط تنوع انتخاب مواد اولیه در تولید ابزار کشاورزی را با محدودیت مواجه می‌کند. لازم به ذکر است که برخی اوقات خصوصیات مطلوب در فلزات اولیه یافت نمی‌شود یا در فلزات معدودی موجود است که توجیه اقتصادی در تولیدات انبوه را ندارد. به همین منظور از روش‌های آلیاژسازی برای تولید ماده‌ای جدید با ویژگی‌های خاص یا از عملیات حرارتی برای سخت‌کاری یا ایجاد خواص متالورژیکی در فلزات استفاده می‌شود. در بعضی موارد نیازی به تولید کل قطعه از ماده پیش‌بینی شده در طراحی نیست بلکه قرارگیری پوششی از ماده مورد نظر بر فلز ساده یا آلیاژی متعارف کافی است.

از مسائل مهم در کشاورزی خاک‌ورزی است که اغلب با بهره‌گیری از ابزار خاک‌ورزی انجام می‌شود این ابزار از فلزات سختی چون فولادها ساخته می‌شوند اما در عملیات خاک‌ورزی اغلب فولادهای ساده سریع ساییده خواهند شد و باید تعویض شوند.

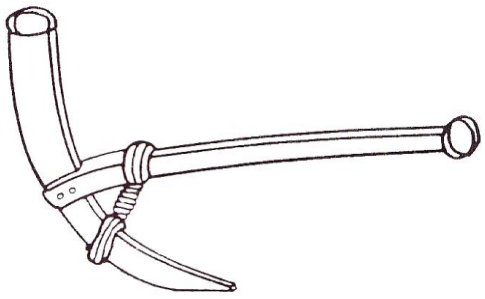
ویژگی‌های خاک از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر وحتی در یک مزرعه از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر می‌کند. خاک‌ورزی را می‌توان بهم زدن مکانیکی خاک بیان نمود اما مهم‌ترین هدف خاک‌ورزی، تهیه یک بستر مناسب برای قرارگیری بذر یا ریشه است. ساختار مطلوب خاک بصورتی است که برای نفوذ سریع باران و نگهداری آب مناسب باشد و در ضمن قابلیت تهویه با

1-Toughness
2-Ductility

فضای بیرون را نیز داشته باشد و در برابر نفوذ ریشه نیز کم‌ترین مقاومت را نشان دهد. همچنین خاک اطراف بذر باید دانه ریز و فشرده باشد تا تماس مناسبی بین بذر و خاک به منظور جذب بهتر رطوبت و مواد غذایی فراهم شود (بهروزی لار، ۱۳۷۹).

۱-۱- خاک‌ورز

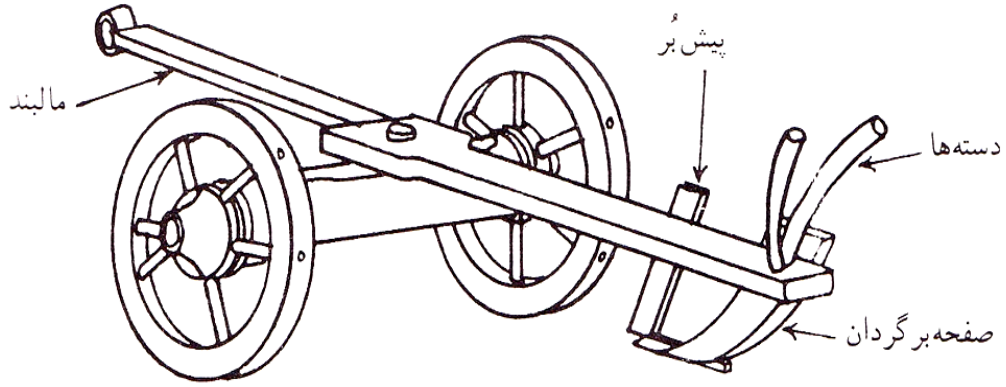
از ابزارهای ابتدایی خاک‌ورز می‌توان گاوآهنی سبک و چوبی را نام برد که ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در زمین‌های ساحل رودخانه‌های فرات و نیل مورد استفاده قرار می‌گرفت (شکل ۱-۱). نخستین گاوآهن مجهز به نوک آهنی که ابتدا با دست کشیده می‌شد، بیش از ۲۰۰۰ سال قبل در چین ساخته شد. در طول نخستین قرن میلادی از گاومیش برای کشیدن ابزارهای خاک‌ورز استفاده شد و پس از ان گاوآهن‌های سه تیغه، ابزارهای شخم – کاشت و چنگه‌ها تکامل یافت(شکل۱-۲). تیغه‌های آهنی حدود ۲۰۰۰ سال پیش در روم ساخته شدند و گاوآهن مجهز به این نوع تیغه با هشت گاو نر و روی خاک‌های سخت و سنگین کشیده می‌شد. تکامل چرخ، پیش‌بر و صفحه برگردان‌دار در ساختار گاوآهن در اوایل قرن چهاردهم در اروپا صورت گرفت (شکل ۱-۳). ظهور ابزارهای خاک‌ورزی شبیه انواع امروزی از اوایل قرن شانزدهم با عرضه گاوآهنی به نام روترهام[1] در انگلستان و اسکاتلند آغاز شد. اصول طراحی این گاوآهن هنوز معتبر است.



شکل ۱-۱- گاوآهن چوبی (مصر ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد)

1- Rotherham

شکل ۱- ۲ – استفاده از حیوانات برای کشیدن ابزار خاک‌ورز



شکل ۱-۳- خاک‌ورز چرخ دار با پیش بر و صفحه برگردان (اروپا، قرن شانزدهم).

رویدادهای تاریخی مهم دیگری که از ابتدای قرن هجدهم به بعد با ساخت ابزارهای خاک‌ورز ارتباط داشتند عبارتند از:

۱۷۲۱- عرضه گاوآهن چرخ‌دار با تیغه چدنی و صفحه برگردان‌دار مدور.

۱۷۶۰- ساخت صفحه برگردان‌دار خمیده .

۱۷۹۸- طراحی یک گاوآهن برگردان‌دار با محاسبات ریاضی به وسیله توماس جفرسون[۱]

۱۸۱۳- اختراع گاوآهن برگردان‌دار چدنی با تیغه، صفحه برگردان‌دار و کفش جداگانه.

۱۸۲۰- عرضه کولتیواتور اسبی بیلچه‌دار برای خاک‌ورزی و دفع گیاهان هرز بین ردیف

۱۸۳۷- ساخت گاوآهن فولادی با تیغه و صفحه برگردان‌دار یکپارچه به وسیله جان دیر[۲] آهنگر اهل الیی نوی آمریکا . این گاوآهن شخم در خاک‌های چسبنده (رسی) را عملی ساخت.

۱۸۴۷- اختراع گاوآهن بشقابی.

۱۸۵۰- به کارگیری تراکتورهای غول پیکر که با نیروی بخار کار می‌کردند (شکل ۱-۴).

۱۸۶۸- ارائه طرح صفحه برگردان‌دار سه لایه به وسیله جان لین.[۳]

۱۸۶۹- اختراع چنگه دندانه فنری.

۱۸۷۷- اختراع دیسک (چنگه بشقابی) دارای پره‌های مقعر.

۱۸۹۲- عرضه نخستین تراکتور بنزینی در ایالات متحده (شکل ۱-۵).

شکل ۱- ۴- تراکتور بخار

1- Thomas Jefferson
2- John Deere
3- John Lane

شکل ۱- ۵- تراکتور بنزینی، تولید سال ۱۸۹۷ میلادی

۱۹۰۷- ساخت ماشین شخم یا گاوآهن خودگردان در آلمان.

۱۹۱۴- ۱۹۱۸- شتاب‌گیری مکانیزاسیون به دلیل کاهش نیروی کار و افزایش تقاضا برای تولیدات کشاورزی.

۱۹۲۰- ارائه طرح هری فرگوسن[1] برای اتصال سه نقطه مکانیکی گاوآهن .

۱۹۲۴- ساخت دیسک یک زانویی (آفست[2]).

۱۹۳۰- عرضه خاک‌ورزهای دوار ساخت سویس در ایالات متحده .

دهه ۱۹۳۰ توسعه گاوآهن سوار قابل اتصال به سیستم اتصال سه نقطه (ابتدا در انگلستان).

۱۹۴۱ – عرضه جک‌های هیدرولیک روی ابزارهای کشیدنی.

۱۹۴۱ تا ۱۹۴۵- شتاب توسعه مکانیزاسیون کشاورزی بر اثر جنگ جهانی دوم.

۱۹۵۳- تکامل مکانیسم ایمنی گاوآهن ها.

دهه ۱۹۶۰- عرضه کولتیواتورهای دوار وتنک‌کن‌های انتخابی.

1-Harry Ferguson
2-Offset