بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته ماشینهای کشاورزی

گرایش مکانیک ماشینهای کشاورزی

رسم نقشه بعد از کاشت مکانیزه و تفکیک نقاط کاشت و نکاشت با نصب حسگر بر روی موزع نیوماتیکی

استاد راهنما:

دکتر کاظم جعفری نعیمی

استاد مشاور:

دکتر سید محمدعلی محمدی

مؤلف:

زهراسادات موسویان

بهمن ماه ۱۳۹۰

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

گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

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

دانشجو : زهراسادات موسویان

استاد راهنما : دکتر کاظم جعفری نعیمی

استاد مشاور : دکتر سید محمدعلی محمدی

داور ۱ :دکتر محسن شمسی

داور۲ :دکتر احمد غضنفری مقدم

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر مجید رحیم پور

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

به رسم ادب تقدیم می کنم به:

ساحت مقدس امام رضا «علیه السلام»

مادرم که صبر و محبتش در خاطرم ماندنیست

پدرم که سرخی قلبش به زلالی آبی دریاست

خواهر و برادرانم که تپش قلبم به حضورشان گره خورده

همسر مهربانم

و

دختر قشنگم هلیا

تشکر و قدردانی :

با تشکر از جناب آقای دکتر کاظم جعفری نعیمی که با همراهی خودشان مرا در انجام این تحقیق یاری کردند.

از آقای دکتر سید محمدعلی محمدی که مشاورت پایان نامه اینجانب را به عهده گرفتند نیز تشکر می نمایم.

با تشکر از همدلی و همراهی آقای مهندس حسین فیروزیان؛ همسر خوبم؛ که بی او زندگی برایم ناممکن است.

در آخر از مادر مهربانم که دوست و همدم همیشگی لحظات زندگی‌ام، خواهرم که وسعت قلب مهربانش آرامش همیشگی قلبم و مجید برادر کوچکم که نگاه گرمش پناه لحظه های سخت زندگی‌ام است، متشکرم.

چکیده :

یکی از موارد پیشرفت کشاورزی دقیق، کاشت محصول به وسیله دقیق کارهای نیوماتیکی است که با بوجود آمدن این ماشین آلات، تک تک بذرها در عمق و فواصل مناسب بر روی ردیف قرار می گیرند. ولی باز با توجه به شرایط محیطی و پستی و بلندی های زمین ممکن است قسمتی از مزرعه کاشته نشده باقی بماند که پس از کاشت، الگویی برای دانستن کیفیت کاشت در دسترس نیست. عیبی که برای تمامی انواع کارنده ها مد نظر است این است که بعد از کاشت، طرح دقیقی از چگونگی کاشت دستگاه در دسترس نیست و فهمیدن اینکه آیا کارنده کارش را به درستی انجام داده یا نه؛ تا زمانی که بذرها جوانه زده و از زیر خاک بیرون بیایند، میسر نیست. به همین دلیل در این پژوهش مدار کنترل الکترونیکی به منظور رسم نقشه بعد از کاشت مکانیزه، طراحی شده و بر روی موزع صفحه ای خلائی ردیفکار نیوماتیکی ۴ ردیفه ذرت نصب و ارزیابی گردید. این مدار شامل مدارهای سنسور نوری، مغناطیسی و فرمان بود که هر کدام با مدار میکروکنترلر در ارتباط بودند. نقشه کاشت پس از اتمام کار با اتصال مدار میکروکنترلر به کامپیوتر و فراخوانی اطلاعات به وسیله نرم افزار متلب، رسم شد.

کلمات کلیدی: کاشت مکانیزه، دقیق کار نیوماتیکی ذرت، موزع صفحه ای خلائی، مدار کنترل الکترونیکی، میکروکنترلر، رسم نقشه کاشت.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و هدف ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- انگیزه و هدف ۵

فصل دوم: پیشینه تحقیق ۷

۲-۱- توسعه ماشینهای کاشت ۸

۲-۲- کاشت مکانیزه ۹

۲-۳- دقیق کارهای نیوماتیکی ۱۰

۲-۴- موزع ها (دستگاه های اندازه گیری بذر) ۱۱

۲-٤-۱- موزع های دقیق کار نیوماتیک (بادی) ۱۱

۲-۵- مقایسه موزع های دقیق کار ۱٦

۲-۶- کاشت دقیق ۱۷

۲-٦-۱- فواید کاشت دقیق ۱۸

۲-٦-۲- معایب و محدودیتهای کاشت دقیق ۱۸

۲-۷- عوامل مؤثر در فاصله بین بذرها ۱۹

۲-۸- پیشینه تحقیق ۱۹

۲-۹- تحقیقات انجام شده بر روی موزع ۲۳

۲-۱۰- سنسور ۲۹

۲-۱۰-۱- سنسور نوری ۳۰

۲-۱۰-۱-۱- سنسورهای نوری یکطرفه ۳۰

۲-۱۰-۱-۲- سنسورهای نوری دو طرفه ۳۱

۲-۱۰-۱-۳- سنسورهای نوری رفلکتوری ۳۲

۲-۱۰-۲- لیزر ۳۲
۲-۱۰-۲-۱- اصول کلی تابش لیزر ۳۳
۲-۱۰-۳- سنسورهای مغناطیسی ۳٤
۲-۱۰-۳-۱- حسگر مجاورتی صوتی ۳۵
۲-۱۰-۳-۲- حسگر مجاورتی فتوالکتریکی ۳۵
۲-۱۰-۳-۳- حسگر مجاورتی القایی ۳٦
۲-۱۰-۳-٤- حسگر مجاورتی خازنی ۳٦
۲-۱۰-٤- موارد کاربرد سنسورهای نوری و مغناطیسی ۳۷
۲-۱۱- میکروکنترلر ۳۸
۲-۱۱-۱- میکروکنترلرهای AVR ٤۱
۲-۱۱-۱-۱- ساختار اصولی میکروکنترلرهای AVR ٤۲
فصل سوم: مواد و روش ها ٤۷
۳-۱- کلیات ٤۸
۳-۲- مواد ٤۸
۳-۲-۱- ردیفکار نیوماتیکی ٤ ردیفه ذرت ٤۹
۳-۲-۲- مدار میکروکنترلر ٤۹
۳-۲-۳- مدارات سنسور نوری و مغناطیسی ۵۰
۳-۲-٤- کامپیوتر ۵۰
۳-۲-۵- نرم افزار ۵۰
۳-۲-٦- نمونه مورد نیاز ۵۰
۳-۳- دلایل طراحی مدار ۵۰
۳-۴- دلایل انتخاب ردیفکار نیوماتیکی ذرت ۵۱
۳-۵- طراحی مدار کنترل الکترونیکی ۵۲
۳-۵-۱- مدار سنسور نوری ۵۳

۳-۵-۱-۱- قطعات مدار سنسوری نوری ٥٤
۳-۵-۲- مدار سنسور مغناطیسی دور سنج ٥٤
۳-۵-۲-۱- قطعات مدار سنسور مغناطیسی دور سنج ٥٥
۳-۵-۳- مدار سنسور فرمان ٥٧
۳-۵-٤- مدار میکروکنترلر ٥٨
۳-۵-٤-۱- ساختار میکروکنترلر AVR, ATmega8 ..... ٥٩
۳-۶- فلوچارت کلی مدار ٦١
۳-۷- اطلاعات خروجی میکروکنترلر طراحی شده ٦٣
۳-۸- نصب مدارهای طراحی شده ٦٤
۳-۸-۱- نصب مدار سنسور نوری ٦٤
۳-۸-۲- نصب مدار سنسور مغناطیسی ٦٤
۳-۸-۳- نصب مدار سنسور فرمان ٦٦
۳-۸-٤- اتصالات ٦٦
۳-۸-۵- منبع تغذیه ٦٦
۳-۹- روش کار مدار کنترل الکترونیکی ٦٦
۳-۹-۱- محاسبه طول نقطه نکاشت ٦٦
۳-۹-۲- محاسبه ردیف (عرض) نقطه نکاشت ٦٨
فصل چهارم: نتایج و بحث ٦٩
۴-۱- کلیات ۷۰
۴-۲- ارزیابی مدارهای طراحی شده ۷۰
٤-۲-۱- مدار سنسور نوری ۷۰
٤-۲-۲- مدار دورسنج ۷۱
٤-۲-۳- مدار فرمان ۷۱
۴-۳- ارزیابی مدار کنترل الکترونیکی ۷۲

۴-۴- ساختمان میکروکنترلر طراحی شده و طرز کار آن..... ۷۵
۴-۵- رسم نقشه پس از کاشت ۸۰
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۸۲
۵-۱- نتیجه گیری ۸۳
۵-۲- پیشنهادات ۸۳
منابع..... ۸۵
ضمیمه ۸۹
ضمیمه(الف): واژه نامه ۹۰
ضمیمه(ب): برنامه تدوین شده برای میکروکنترلر به زبان C ۹۲
ضمیمه(ج): کد های برنامه متلب برای رسم نقشه کاشت و نکاشت ۹۵

فصل اول

مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه

کاشت محصولات ممکن است در رابطه با قرار دادن بذرها یا غده ها (مانند سیب زمینی) در دل خاک و در عمق معین؛ پراکنش تصادفی یا توزیع بذرها در سطح مزرعه (بذر افشانی) و یا استقرار بوته ها در داخل خاک باشد. ماشینهایی که بذر را در داخل خاک قرار داده و به طور همزمان آن را می پوشانند، ردیفهای مشخصی را بوجود می آورند. اگر ردیف ها یا بسترهای کاشت آنقدر از هم فاصله داشته باشند که امکان بکارگیری ماشین های مخصوص انجام عملیات داشت بین ردیفی، وجود داشته باشد، روش مزبور به کشت ردیفی موسوم است.

هدف اصلی از هر نوع عمل کاشت عبارت است از تأمین تراکم مطلوبی از بوته ها و فاصله مطلوبی بین آنها و در نهایت حصول حداکثر محصول در هکتار. تراکم بوته در هکتار و فاصله لازم بین بوته ها تحت تأثیر عواملی چون نوع محصول، نوع خاک، میزان حاصلخیزی خاک، میزان رطوبت موجود قرار می گیرد و فاصله بین بوته ها و ردیف ها بر هزینه و سهولت انجام عملیاتی چون تنک کردن، کنترل علف های هرز، سله شکنی و برداشت تأثیر می گذارد.

در مورد تعداد زیادی از محصولات چون ذرت حداکثر میزان محصول تحت ترکیب معینی از شرایط مربوط به حاصلخیزی خاک و در محدوده تنگاتنگی از تراکم مطلوب بوته ها حاصل می گردد، بدین ترتیب که با افزایش حاصلخیزی خاک تعداد مطلوب بوته در هکتار هم افزایش پیدا می کند، برای سایر محصولات مانند پنبه و ریزدانه ها به نظر می رسد که میزان محصول در محدوده نسبتاً وسیعی از تراکم بوته ها، تغییر قابل ملاحظه ای پیدا نکند. در مورد چنین محصولاتی عمدتاً سعی بر این است که تعداد بوته در هکتار بالاتر از میزان حداقلی نگه داشته شود.

ردیفکارها معمولاً برای محصولاتی از قبیل ذرت، سویا، پنبه و چغندرقند و حتی سبزیجات استفاده می شوند. این محصولات نیاز به فواصل معین بین خطوط کشت و فواصلی یکسان بین بوته ها بر روی خطوط کشت دارند. ردیفکارها به طریقی طراحی شده اند که بذرها را بر روی

ردیف هایی که به اندازه ی کافی از یکدیگر فاصله دارند، قرار دهند. فاصله بین ردیف های کشت به اندازه ای است که عملیات وجین علفهای هرز و سله شکنی به آسانی در بین ردیف های کشت انجام گرفته و عملیات برداشت محصول با بازدهی بهتر اجرا گردد.

مهمترین انواع ردیفکارها عبارتند از کپه کارها، تک دانه کارها و دقیق کارها.

کاشت دقیق شامل کاشتن تک تک بذرها با فواصل مناسب بر روی ردیف، کنترل دقیق عمق کاشت و تدارک شرایط محیطی یکنواخت برای جوانه زدن تک تک بذرها می باشد. در صورت استفاده از ماشین های کاشت دقیق و مناسب که بذر ها را در فواصل معین و شرایط مناسب و یکسان قرار می دهند، از مصرف بیش از اندازه نهاده هایی مانند بذر، آب، کود وسموم ممانعت شده و عملیات داشت و برداشت نیز سهل تر، با هزینه کمتر و با کیفیت بهتری انجام خواهند گرفت.

موزع های هوایی که در کشور ما موزع های پنوماتیک نامیده می شوند در سالهای اخیر غالباً در ردیفکارها مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع موزع ها برای بذرهای با اندازه و شکل های متفاوت موجودند. موزع های نیوماتیکی به بذرها کمتر صدمه می زند و تک دانه کاری با این نوع موزع ها با سرعت و دقت بیشتری نسبت به موزع های متداول انجام می گیرد. سه نوع مهم موزع های هوایی عبارتند از:

- استوانه موزع تحت فشار هوا(استوانه موزع بادی)
- بشقاب موزع تحت فشار هوا(صفحه موزع بادی)
- بشقاب موزع مکشی(بشقاب موزع خلائی)

در اکثر موزع های نیوماتیک خلائی پنج عمل اصلی برای اندازه گیری و کاشت بذر به ترتیب انجام می گیرد. به عبارت دیگر فرآیند اندازه گیری در چنین موزع هایی شامل پنج عمل مجزا و مرتب می باشد، این اعمال به ترتیب عبارتند از:

- قرار دادن دانه ها در اتاقک بذر
- مکش دانه و برداشتن آن
- نگه داشتن دانه و انتقال آن
- حذف دانه های اضافی چسبیده به نازل
- پرتاب دانه به درون خاک

دقیق کارهای صفحه ای خلائی از انواع دقیق کارهای نیوماتیک می باشند که به دلیل کاشت دقیق تر، سریعتر، درصد شکستگی کمتر دانه ها(در حد نزدیک به صفر) و انعطاف پذیری خوب نسبت به شکل و ابعاد دانه ها، توسعه زیادی پیدا کرده اند.

بشقاب موزع خلائی، از یک صفحه عمودی که بر روی آن سوراخ هائی با فواصل معین تعبیه شده، تشکیل گردیده است. بذرها توسط فشار اتمسفری هوا در سوراخ ها نگهداشته می شوند، زیرا فشار مقابل بذرها به وسیله خلاء نسبی به وجود آمده توسط یک پروانه، تقلیل یافته است. در قسمت پایین صفحه، قسمتی بدون خلاء نسبی وجود دارد، با رسیدن بذر به این قسمت، بذر از سوراخ خود جدا شده و به داخل لوله سقوط افتاده، و از آنجا به داخل خاک سقوط می کند.

عوامل مهمی که جوانه زدن بذر و خروج گیاهک را تحت تأثیر قرار می دهد عبارتند از زنده بودن بذر(در صد قوه نامیه تحت شرایط کنترل شده آزمایشگاهی)، حرارت خاک، فراهم بودن رطوبت خاک برای جوانه زدن، هوای کافی در خاک و مقاومت مکانیکی خاک در مقابل خروج گیاهان.

عملکرد یک بذرکار نمی تواند تمام فاکتورهای دخیل در خروج گیاهک را کنترل کند ولی می تواند اثر مهمی بر تعداد زیادی از این فاکتورها داشته باشد، در مورد گیاهانی که خروج گیاهک آنها حالت بحرانی دارد برای حصول تراکم کافی محصول، کارکرد مطلوب بذرکار ضرورت دارد [کپنر و برگر، ۱۳۸۷].

۱-۲- انگیزه و هدف

عوامل مؤثر بر عملکرد محصول در ارتباط با کاشت آن شامل: شرایط بستر بذر، دقت سیستم سنجش، دقت ریزش دانه ها، جوانه زنی دانه ها و پایداری محصول می باشند. همانطور که دیده می شود، یکی از عوامل مؤثر بر دقت دستگاه کارنده و همچنین یکنواختی محصول، سیستم سنجش بذر است که تراکم کاشت مطلوب را بدون ایجاد آسیب به دانه فراهم می آورد. اهمیت موزع به قدری است که تقسیم بندی کارنده ها اکثراً با توجه به نوع و چگونگی کارکرد موزع ها صورت می گیرد. به عبارت دیگر، وجه تمایز اکثر کارنده ها نوع موزع آنها می باشد. یکی ازمهمترین موزع ها در کارنده های دقیق نیوماتیکی نوع صفحه ای خلائی قائم است که از لحاظ سرعت کار و دقت کاشت بر موزع های دیگر برتری دارد .برخی از مزایای موزع صفحه ای خلائی عبارت است از : درصد شکستگی در حدود صفر، بالا بودن درصد پرشدگی موزع، سرعت کار بالا و ... .

از آنجائیکه در کشت مکانیزه و کارنده ها همیشه سرعت کشت بالا مد نظر است و همچنین همیشه شرایط زمین مطلوب نیست در نتیجه باعث کاهش کیفیت تغذیه و افزایش نکاشت دستگاه کارنده می شود (دولتی و کارپرورد، ۱۳۸۵)، لذا می توان گفت که کاشته نشدن برخی از نقاط مزرعه بنابه هر دلیلی اجتناب ناپذیر است .

هدف از این تحقیق طراحی و ارزیابی مدار کنترل الکترونیکی است که :

- کاشته شدن و یا کاشته نشدن بذر در دستگاه دقیق کار نیوماتیکی ذرت را تشخیص دهد.

- موقعیت نقاط مختلف کاشت و نکاشت دستگاه کارنده را همزمان با کاشت ترسیم و ثبت نماید تا مدیریت بتواند به سرعت در صورت نیاز در مورد عمل واکاری تصمیم گیری کند.

فصل دوم

پیشینه تحقیق

۲-۱- توسعه ماشینهای کاشت

فکر کاشت بذر با ماشین، و طرز ساخت آن در قبل از میلاد مسیح، به چینی ها نسبت داده می شود. بر اساس شواهد تاریخی، ایرانیان و هندیها از ماشین های بذر پاش استفاده می کرده اند، پاشیدن بذر بر روی خاک شخم خورده و پوشاندن آن با خاک به وسیله بعضی از هرس ها، تا حدود سال ۱۸۴۰ میلادی تنها روش معمول کاشت محسوب می گردید. البته اولین بذرکار اروپایی در سال ۱۶۳۶ به وسیله "جوزف لوکاتلی[۱]" ابداع شد. این ماشین دارای یک مخزن چوبی استوانه ای بود که در داخل آن محوری مجهز به چند قاشقک می چرخید و بذرها را از میان سوراخ هایی به داخل لوله های با طول متغیر، پرتاب می کرد و بذر از فاصله کوتاهی به سطح خاک می افتاد. ماشین مذکور نمی توانست بذرها را در داخل خاک قرار دهد بلکه آنها را روی ردیف هایی در سطح خاک قرار می داد، با وجود این در مقایسه با بذرکاری دستی، بذرها با پراکندگی کمتری روی خاک قرار می گرفتند. در سال ۱۷۸۵ "جیمز کوک[۲] " ماشین بذرپاشی را طراحی کرد که فکر اساسی آن تا زمان ما باقیمانده است. در سال ۱۸۰۴ "دوکت[۳] " آلمانی، ماشین بذرپاشی طراحی کرد که از دو قسمت جداگانه مستقل از یکدیگر تشکیل می شد، یک قسمت در جلوی بذرپاش، به عنوان شیار بازکن ۶ ردیفه طراحی شده بود که شیارهایی درست می کرد و بذرها به وسیله بذرکار سه ردیفه مناسب که دستی هل داده می شد، در شیارها سقوط می کردند و کاشته می شدند. در سال ۱۸۴۴ " گارت[٤] " ماشین بذر پاشی ساخت که به یک وسیله توزیع بذر مجهز بود. این وسیله از یک ردیف بشقاب های سوار شونده روی یک محور مشترک تشکیل می شد. در دو طرف هر بشقاب قاشکهایی روی میله هایی برای برداشتن بذر از جعبه و انداختن آنها به داخل لوله های متصل به شیاربازکن ها، قرار داشت. ولی بذرکار هنگام کار روی شیب ها، نسبت به تکان ها و منحرف شدن فوق العاده حساس بود[برناتسکی و همکاران، ۱۳۷۱].

---

۱ - Joseph Locatelli
۲ - James Cook
۳ - Ducket
٤ - Garret

″ ویلیام تی پنوک[1] ″ از اهالی پنسیلوانیا در ایالات متحده آمریکا اولین فردی بود که شروع به ساخت و تولید خطی کارهای غلات نمود، گرچه اختراع او در سال ۱۷۹۹ میلادی به نام ″ الیاکیم[2] ″ به ثبت رسیده بود. آمار سرشماری ۱۸۸۰ میلادی ایالات متحده آمریکا نشان می داد که در حدود ۵۳ در صد از گندم کشت شده در سال ۱۸۷۹ میلادی به وسیله خطی کارهای غلات کاشته شده بود. اولین ردیف کار، از یک جعبه استوانه ای شکل ساخته شده بود که در اطراف مرکز آن سوراخهایی برای بیرون ریختن بذرها وجود داشت. در سال ۱۸۳۹ میلادی وسیله ای برای کاشت ذرت به نام ″ دی.اس.راکول[3] ″ به ثبت رسید و در سال ۱۸۹۲ ″برادران دولی[4] ″ از اهالی مولین – ایلنویز ایالات متحده آمریکا وسیله کنار ریز را برای ذرت کارها ساختند که بذر را گرفته و بر روی خاک می انداخت. در سال ۱۸۷۵ میلادی ساخت یک نوع مربع کار به وسیله ″ ام . رابینز[5] ″ در ایالات متحده آمریکا به ثبت رسید[منصوری راد، ۱۳۸۷] و [یوسفی، ۱۳۸٦].

۲-۲- کاشت مکانیزه

یکی از عوامل مهم در مکانیزه کردن مراحل تولید تا فرآوری محصولات کشاورزی کاشت مکانیزه است. در صورت استفاده از ماشین های کاشت دقیق و مناسب که بذر ها را در فواصل معین و شرایط مناسب و یکسان قرار می دهند، از مصرف بیش از اندازه نهاده هایی مانند بذر، آب، کود وسموم (علف کش و آفت کش) ممانعت شده و عملیات داشت و برداشت نیز سهل تر، با هزینه کمتر و با کیفیت بهتری انجام خواهند گرفت. در این صورت عملیات تنک کردن به سهولت توسط ماشین اجرا شده و یا به کلی حذف خواهد شد. همچنین به دلیل عدم رقابت بوته ها در نواحی متراکم، محصول یکنواخت تری تولید خواهد شد که از مشکلات فرآوری محصول نیز خواهد کاست.

---

۱ - William T Pennock

۲ - Eliakim

۳ - D.s. Rockwell

٤ - Dooley

٥ - M.Robbins

۲-۳- دقیق کارهای نیوماتیکی

دانش مهندسی نیوماتیک علم نسبتاً جدیدی است و سابقه آن به چند دهه پیش بر می گردد. موارد استفاده از انرژی نیوماتیکی با توجه به مزایای آن رو به گسترش است. به همین ترتیب استفاده از علم نیوماتیک در زیر شاخه های مختلف کشاورزی نیز توسعه زیادی یافته است. یکی از موارد مهم کاربرد نیوماتیک، ماشین های کاشت هستند. با به وجود آمدن دقیق کارهای نیوماتیک و به دنبال آن خطی کارهای "هوا- فشار" انقلاب تازه ای در ماشینهای کاشت صورت گرفته است. به طوری که در حال حاضر بهترین کارنده ها از نظر دقت و سرعت کاشت کارنده های نیوماتیک (شکل۲-۱) می باشند. دقیق کارهای صفحه ای خلائی از انواع دقیق کارهای نیوماتیک می باشند که به دلیل کاشت دقیق تر، کاشت سریعتر، درصد شکستگی کمتر دانه ها(در حد نزدیک به صفر) و انعطاف پذیری خوب نسبت به شکل و ابعاد دانه ها، توسعه زیادی پیدا کرده اند[ذکی دیزجی، ۱۳۸۲]. مطالعات و بررسی های انجام شده، نشان می دهد که دقیق کار صفحه ای خلایی، بهترین کارنده برای کاشت دقیق دانه های ریز می باشد[Singh et al., 2005] و [Upadhyava et al., 1987].

این ردیفکارها می توانند بذرهایی با اندازه های مختلف همچون ذرت، کدو، لوبیا و گوجه فرنگی را کشت کنند. این ماشین ها نیروی خود را از شافت PTO تراکتور دریافت می نمایند و به صورت سوار شونده به تراکتور متصل می گردند.

شکل۲-۱ : دقیق کار