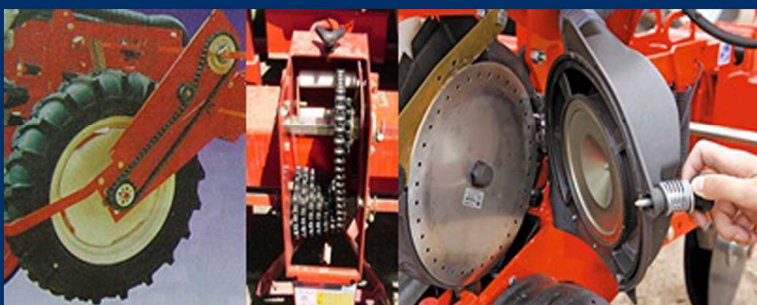


نشریه فنی ۸

ردیف کارها و روش کالیبراسیون آنها

روح اله یوسفی



AERI

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مؤسسہ تحقیقات فنی و مہندسی کشاورزی

نشریہ فنی:

ردیف کارها و روش کالیبراسیون آنها

تہیہ و تدوین:

روح الہ یوسفی

عضو ہیئت علمی مؤسسہ تحقیقات برنج کشور

سال انتشار:

۱۳۹۸



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: نشریه فنی
عنوان نوشتار: ردیف کارها و روش کالیبراسیون آنها
نگارنده: روح اله یوسفی
داوران و ویراستاران: محمدرضا بختیاری، الیاس دهقان
صفحه آرا: صدیقه پردیس کیان
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۳۹۸



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۵۶۳۲۶ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۳۹۸/۰۷/۲۲

مخاطبان نشریه:

رانندگان ماشین‌های کاشت، کارشناسان و مروجان مسئول پهنه

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- انواع ردیف‌کارها
- روش کالیبراسیون انواع ردیف‌کار

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان اصلی
۱	مقدمه
۲	معرفی ردیف کارها
۴	اجزای واحد اندازه گیری (موزع) بذر کارندها
۵	انواع موزع در ردیف کارها
۱۲	تعیین فاصله بذرها بر روی ردیف کاشت
۱۶	روش های تنظیم مقدار ریزش بذر در ردیف کارها (کالیبراسیون)
۲۵	منابع

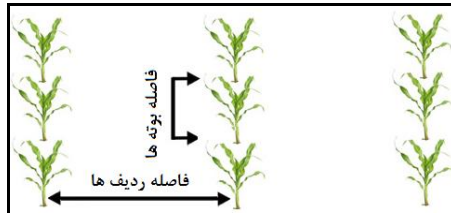
مقدمه

رشد روز افزون جمعیت در کشورهای مختلف، بالا رفتن سطح زندگی و تمایل به مصرف بیشتر، نیاز به افزایش مواد غذایی را تشدید نموده است. به همین خاطر روز به روز بر اهمیت افزایش تولید محصولات کشاورزی افزوده می‌شود. در این راستا کاربرد صحیح ماشین، به خصوص ماشین‌های کاشت بر افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و کاهش مصرف نهاده‌های مصرفی مانند کود و بذر، تأثیرگذار است. یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی عملکرد کارنده‌ها، یکنواختی فاصله بین بذور است.

ردیف کار ماشینی است که بذور را روی ردیف‌های کاشت، در عمق مناسب و با فاصله‌ای یکسان درون بستر بذر قرار می‌دهد. بنابراین فاصله طولی بین بذور بر روی یک ردیف همواره ثابت است. از ردیف کارها برای کشت گیاهانی استفاده می‌شود که برای رشد و نمو به فضای بیشتری نیاز دارند و ضروری است با فاصله‌ای کشت شوند که انجام عملیات داشت و برداشت با ماشین‌های مربوطه به راحتی در بین ردیف‌های کشت امکان پذیر باشد. به منظور دستیابی به عملکرد بالاتر و کیفیت بهتر محصول، باید هنگام کاشت از کاشته شدن تعداد بذر مورد نظر در واحد سطح اطمینان حاصل نمود. برای کسب اطمینان از تعداد بذر خارج شده از موزع در واحد سطح، باید ماشین کارنده را از نظر میزان و فواصل ریزش بذر بررسی کنیم. عملیاتی که برای آزمایش کارنده انجام می‌گیرد، واسنجی (کالیبراسیون) نامیده می‌شود. در صورت عدم کالیبراسیون، ممکن است بذر کمتر یا بیشتر از مقدار توصیه شده کاشته شود. مصرف بذر به مقدار نامناسب افت عملکرد یا افزایش هزینه تولید را به دنبال خواهد داشت. در این نوشتار، دستورالعمل کالیبراسیون ردیف کارها جهت استفاده کارشناسان و کاربران ماشین‌های کاشت (ردیف کارها) ارائه می‌شود.

معرفی ردیف کارها

ردیف کارها، ماشین‌های دقیق‌کاری هستند که بذور را با فاصله‌های یکسان، روی ردیف‌هایی با فاصله مشخص، درون بستر بذر قرار می‌دهد. بنابراین فاصله طولی بین بذور بر روی یک ردیف همواره ثابت است. در ردیف کارها، فاصله ردیف‌های کاشت با توجه به نوع محصول و ماشین‌هایی که برای داشت و برداشت آن محصول استفاده می‌شود، قابل تنظیم است. در کشت با ردیف کارها تعداد بذر در هکتار مهم است (شکل ۱).



شکل ۱- محصول کشت شده با ردیف کار

ردیف کارها به انواع مکانیکی، پنوماتیکی و یک یا چند ردیفه قابل تقسیم‌بندی می‌باشند. ردیف کارها بر اساس چگونگی انتقال بذر از مخزن به صفحه موزع به دو نوع پنوماتیکی (شکل ۲) و مکانیکی (شکل ۳) تقسیم می‌شوند.



شکل ۲- ردیف کار مکانیکی



شکل ۳ - ردیف کار پنوماتیکی

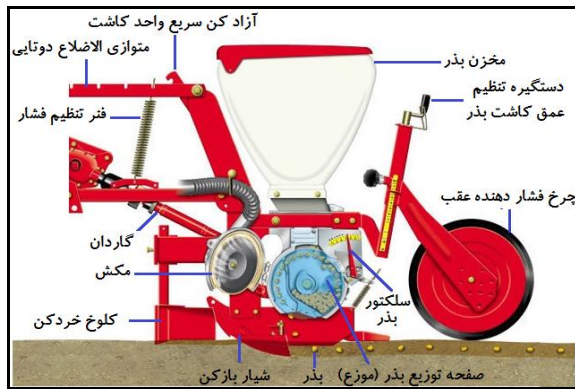
از نظر ساختار کلی، هر ردیف کار شامل چند واحد کارنده است. هر واحد کارنده دارای یک مخزن بذر بوده که بذر از آن به روی صفحه موزع منتقل می شود (شکل ۴).



شکل ۴ - اجزای ردیف کار پنوماتیکی

در هر صفحه، تعداد و قطر حفره های بذر، یکسان است. برای بذریابی با اندازه های مختلف به صفحه های متفاوتی نیاز است و برای هر نوع بذر بایستی صفحه ای مناسب آن انتخاب شود. صفحه موزع در اثر حرکت چرخ کارنده (زمین گرد) و انتقال نیروی آن توسط زنجیر و چرخ دنده های مختلف به حرکت در می آید.

در مسیر حرکت دورانی صفحه موزع، نقطه‌ی رهاسازی و خروجی بذر واقع شده است. با رسیدن هریک از حفره‌های موزع به این نقطه، بذر داخل آن حفره، از آن خارج شده و به درون شیار باز شده توسط شیاربازکن می‌افتد. در انواع مکانیکی، بذرها به صورت مکانیکی به روی صفحه موزع افقی منتقل می‌شوند. در حالی که در انواع پنوماتیکی، بذرها در اثر نیروی مکش به داخل حفره‌های موزع مکیده شده و در دهانه حفره بذر قرار می‌گیرند (شکل ۵).



شکل ۵ - اجزای یک واحد ردیف‌کار پنوماتیکی

اجزای واحد اندازه‌گیری (موزع) بذر کارندها

موزع‌ها ابزارهایی هستند که بذر را به اندازه معین از مخزن جدا و از طریق سیستم انتقال (مانند لوله سقوط)، بذر را به‌داخل شیار ایجاد شده در داخل خاک هدایت می‌کنند (شکل ۵).

وظایف اصلی سیستم توزیع بذر عبارت‌اند از:

- بذر را بر اساس مقدار یا تعداد از پیش تعیین شده (بر حسب تعداد بذر در واحد طول ردیف‌های کشت و یا در واحد سطح) از مخزن بردارد.

- بذر را با دقت مناسب و کافی بر اساس الگوی کشت (ردیفی) انتخابی در لحظه مناسب برای سقوط در شیار کاشت رها کند.
- در فرآیند توزیع، حداقل خسارت به بذر وارد شود.

انواع موزع در ردیف کارها

موزع‌های دقیق، بذر را تک تک از مخزن بر می‌دارند و با وقفه‌ای زمانی آن را توزیع می‌کنند. اگر این وقفه زمانی در هنگام تحویل و قراردعی بذر در بستر نیز حفظ شود، بذرها با فاصله‌های مساوی از یکدیگر (الگوی کشت ردیفی) در طول شیار کاشته می‌شوند (شکل ۶).



شکل ۶ - کشت بذر با فاصله یکسان و از پیش تعیین شده

ذرت، چغندر قند، سورگوم، آفتابگردان و انواع لوبیا از جمله محصولات هستند که معمولاً با استفاده از ردیف کارهای مجهز به موزع‌های دقیق کاشته می‌شوند. به‌طور مرسوم، سیستم‌های موزع دقیق در کارنده‌هایی به کار می‌روند که عموماً برای کشت محصولات ردیفی استفاده می‌شوند.

انواع زیادی از موزع‌های دقیق وجود دارد اما رایج‌ترین آنها را می‌توان به موزع‌های صفحه ای معمولی (مکانیکی)، صفحه ای مکشی و انگشتی دار دسته‌بندی کرد (شکل ۷).



شکل ۷ - انواع موزع مرسوم در ردیف کارها

۱ - موزع‌های صفحه‌ای:

در موزع‌های صفحه‌ای اصولاً صفحه‌ای متحرک حاوی تورفتگی‌هایی مثل حفره، سلول یا گودی واقع در محیط آن به کار گرفته می‌شود و ابعاد این سلول‌ها به اندازه بذر بستگی دارد. موزع‌های صفحه‌ای به انواع صفحه افقی، صفحه مایل و صفحه عمودی تقسیم می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۸ - انواع موزع‌های صفحه‌ای

در شکل ۹، نمونه‌هایی از موزع‌های صفحه افقی نشان داده شده است، صفحه در محیط خود دارای تعدادی حفره یا سلول است و تنها قسمتی از صفحه برای پر شدن حفره‌ها با بذرها در تماس است. با چرخش صفحه بذر، بذرها به داخل حفره‌های صفحه بذر می‌افتند. در صورتی که اندازه حفره‌های صفحه بذر صحیح باشد، فقط یک بذر به داخل هر حفره می‌افتد. در این نوع موزع، وسیله کنار زن بذر

(تک کن) تحت فشار فنر وجود دارد تا از سقوط بذرهای اضافی به غیر از بذری که در داخل حفره صفحه بذر است، جلوگیری نماید. همچنین، اگر به علت اختلاف در اندازه بذر، بیش از یک بذر در داخل حفره قرار گیرد، کنار زن، بذر اضافی را از داخل سلول بیرون می‌اندازد. وقتی که یک سلول حاوی بذر از روی سوراخ خروج ته مخزن عبور کند، یک وسیله بیرون انداز (بذر انداز) تحت فشار فنر ضربه‌ای به بذر می‌زند و آن را از طریق این سوراخ به داخل لوله سقوط می‌اندازد.



شکل ۹ - انواع موزع صفحه افقی

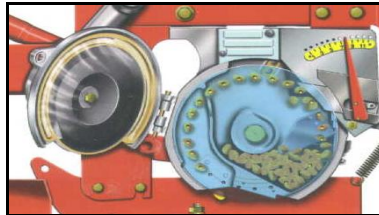
فاصله بذرهای روی ردیف با تغییر نسبت سرعت چرخشی صفحه بذر نسبت به سرعت خطی کارنده و یا با جایگزین کردن صفحاتی حاوی حفره یا سلول‌های کمتر یا بیشتر تغییر داده می‌شود. عملکرد دقیق این موزع‌ها به استفاده از بذرهای یک اندازه و انتخاب صفحه‌ای متناسب با اندازه بذرها بستگی دارد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ - عوامل تاثیرگذار بر روی تغییر مقدار توزع بذر

۳ - موزع‌های صفحه‌ای مکشی:

موزع‌های صفحه‌ای مکشی اساساً شامل مخزن بذر، پوسته شکافدار، یک صفحه مدور چرخان دارای سوراخ‌هایی با فواصل معین روی محیط آن و یک مکانیزم برای ایجاد مکش هستند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ - موزع صفحه مکشی

صفحه بذر به کار رفته در موزع‌های مکشی به دو دلیل با صفحه بذر به کار رفته در موزع‌های صفحه‌ای تفاوت دارد. یکی این که بذر انتخاب شده به جای قرار گرفتن در داخل حفره‌ها روی سوراخ‌های صفحه قرار می‌گیرد و دیگر این که به مکانیزم مکش نیاز دارد در حالی که موزع‌های صفحه‌ای به این مکانیزم نیاز ندارند. در موزع‌های مکشی، قطر سوراخ‌ها از کوچکترین بعد بذر در مقطع عرضی آن کوچکتر است. قطر حفره تا آن اندازه کوچک است که اطمینان حاصل شود بذر نمی‌تواند وارد حفره شده و از آن عبور کند (شکل ۱۲).



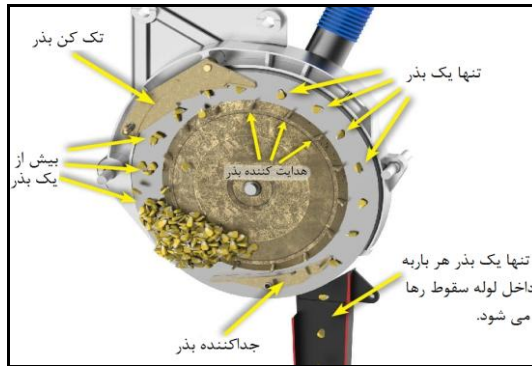
شکل ۱۲ - شکل صفحه بذر

همان طور که در شکل ۱۳، نشان داده شده، صفحه موزع بین دو نیمه پوسته نگهدارنده می‌چرخد و از یک طرف تحت فشار منفی (خلأ) و از طرف دیگر در تماس با بذر است. همزمان با چرخش صفحه، بذرها بر اثر اختلاف فشار در دو طرف صفحه بذر و مکش ایجاد شده، به دهانه‌ی حفره‌ها چسبیده و تا رسیدن به زمان رهاسازی بر روی حفره‌های صفحه بذر نگه داشته می‌شوند.



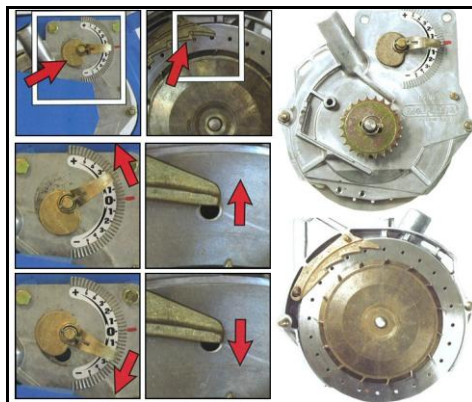
شکل ۱۳ - محل قرار گیری صفحه موزع

با چرخش صفحه بذر، حفره‌های روی صفحه به نوبت به تک کن یا جداکننده بذرها اضافه می‌رسند. اگر تک کن درست تنظیم شده باشد، تنها یک بذر در بر روی لبه‌های هر حفره باقی مانده و حمل می‌شود. در پایین صفحه، قسمتی بدون فشار مکشی یا خلأ نسبی وجود دارد که بذر با رسیدن به این قسمت، از حفره جدا می‌شود و در اثر نیروی ثقل به داخل لوله سقوط می‌افتد. مقدار مکش باید به اندازه‌ای باشد که اختلاف فشار کافی برای نگه داشتن بذر بر روی لبه‌های حفره به وجود آید و امکان جداسازی بذرها اضافه با تک کن نیز وجود داشته باشد. برای بذرها سنگین‌تر، اختلاف فشار بیشتری لازم است (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ - عملکرد موزع مکشی

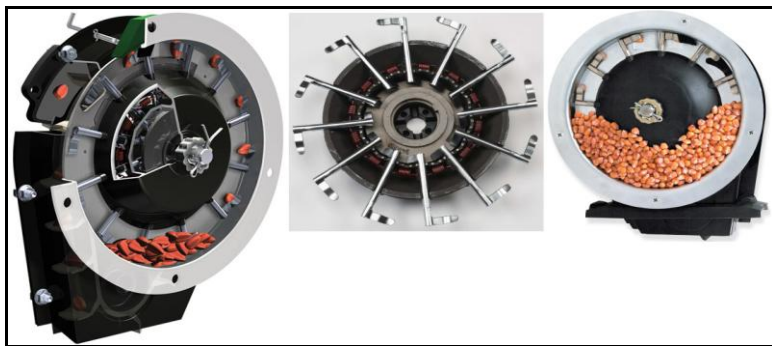
تنظیم موقعیت تک کن، در عملکرد صحیح موزع بسیار مهم است. تک کن اگر درست تنظیم نشده باشد، ممکن است به جای یک بذر، دو یا چند بذر به لوله سقوط تحویل شود یا این که اصلاً بذری روی حفره باقی نماند. سرعت بیش از حد صفحه بذر نیز کارایی موزع را کاهش می‌دهد، زیرا زمان تماس هر یک از حفره‌های صفحه با بذر محدود می‌شود و در اثر نیروی گریز از مرکز امکان جدا شدن بذر از صفحه وجود دارد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ - تنظیم موقعیت تک کن

۳ - موزع‌های انگشتی دار:

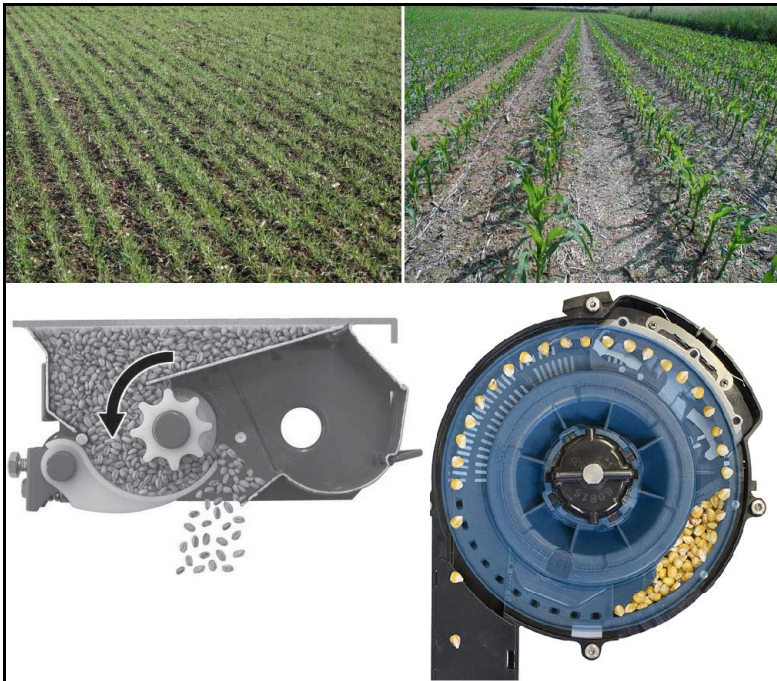
این موزع‌ها به منظور حذف دشواری‌های ناشی از تغییر اندازه و به تبع آن تعویض صفحه موزع بذر یا استوانه موزع به‌هنگام تغییر اندازه بذر، توسعه پیدا کردند. بذر در اثر نیروی ثقل از مخزن به محفظه برداشت بذر وارد می‌شود که در آن انگشتی‌های بلندکن وجود دارند که تحت فشار فنری قرار دارند و به دور صفحه‌ای عمود می‌چرخند. همچنان که انگشتی به سمت پایین محفظه برداشت بذر حرکت می‌کند، بادامک آن را می‌چرخاند و در نتیجه لبه بردارنده آن از صفحه ثابت پشت خود فاصله می‌گیرد و دهانه آن باز می‌شود. وقتی انگشتی‌ها از درون توده بذر عبور می‌کنند، بادامک لبه بردارنده انگشتی‌ها را می‌بندد و یک یا چند بذر بین لبه بردارنده و صفحه پشت آن قرار می‌گیرد. با ادامه چرخش انگشتی، بذره‌ای اضافه‌ای که ممکن است زیر انگشتی قرار گرفته باشند، در هنگام عبور از دو قسمت تو رفتگی واقع بر صفحه ثابت، بیرون می‌افتند. بذر به جا مانده که در اثر فشار فنر محکم نگه داشته شده است، به طرف دهانه خروج حمل و به محض رسیدن به نقطه خروج، به طرف بخش انتقال بذر پرتاب می‌شود و در واقع بذرها با فواصل زمانی معین به سیستم تحویل موزع، انتقال می‌یابند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- موزع انگشتی دار

تعیین فاصله بذرها بر روی ردیف کاشت

در ماشین‌های ردیف‌کار با موزع دقیق، مقدار بذر مصرفی به‌صورت تعداد در هکتار محاسبه می‌شود. تنظیم بودن ردیف‌کار و دسترسی به تراکم مطلوب با توجه به نوع بذر و شرایط خاک باید قبل از بردن ردیف‌کار برای کاشتن بذر در مزرعه کنترل شود. در ردیف‌کارها، فاصلهٔ بذور از هم (روی ردیف) و فاصله بین ردیف‌ها قابل تنظیم است. برای هر بذری، فاصله ردیف‌ها با توجه به ماشین‌های داشت و برداشتی که برای آن محصول استفاده می‌شود، ثابت است، ولی برای رسیدن به تراکم مناسب می‌توان فاصله بذرها را روی ردیف تغییر داد. تفاوت اصلی ردیف‌کار و خطی‌کار در مکانیزم‌های سنجش و استقرار بذر است (شکل ۱۷).






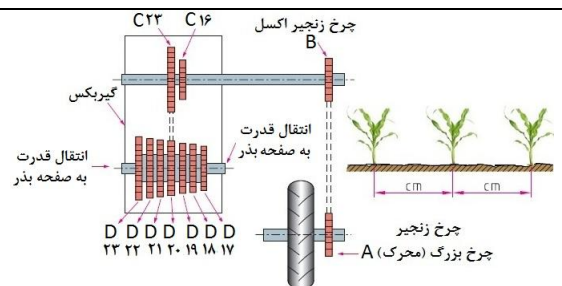


شکل ۱۷- تفاوت خطی کار و ردیف کار

تعیین فاصله بذرهای از یکدیگر بر روی ردیف کشت از دو طریق امکان پذیر است:

۱ - تعویض صفحه بذر با تعداد بیشتر یا کمتر حفره روی محیط آن: یکی از روش‌های تنظیم ردیف کارها از نقطه نظر تعداد بذر کاشته شده در هکتار از طریق انتخاب صفحه بذر بر حسب تعداد حفره‌ها انجام می‌گیرد. در جدول ۱ برای هر واحد کاشت ردیف‌کار، کارخانه سازنده ۵ صفحه بذر با تعداد سوراخ‌های مختلف ارائه نموده است، با فرض این که نسبت چرخش چرخ محرک به صفحه بذر ثابت باشد، فاصله بذرهای بر روی ردیف با کم یا زیاد شدن تعداد سوراخ‌های صفحه بذر تغییر می‌کند. با داشتن فاصله ردیف و فاصله بذرهای روی ردیف، می‌توانیم تعداد بذر در هکتار را محاسبه نماییم.

جدول ۱- انتخاب صفحه بذر جهت تنظیم ردیف کارها (تعداد بذر در هکتار)

تعداد سوراخ‌های روی صفحه بذر					چرخ زنجیرهای مسیر انتقال قدرت			
					D	C	B	A
فاصله بذرهای بر روی ردیف (سانتی‌متر)								
۳/۴	۴/۷	۶/۸	۹/۴	۱۲/۲	۲۰	۲۳	۲۰	۲۳
<ul style="list-style-type: none"> • با افزایش تعداد سوراخ‌های صفحه بذر، فاصله بین بذرهای کمتر، در نتیجه تعداد بذر در هکتار بیشتر می‌شود. • با کاهش تعداد سوراخ‌های صفحه بذر، فاصله بین بذرهای بیشتر، در نتیجه تعداد بذر در هکتار کمتر می‌شود. 								
 <p>The diagram illustrates the seed drill mechanism. It shows a seed hopper (گیربکس) at the top, connected to a series of gears (انتقال قدرت) that transfer power to the seed row. The seed row is shown with plants spaced at 'cm' intervals. Labels include 'چرخ زنجیر اکسل B', 'چرخ زنجیر A (محرک)', and 'انتقال قدرت به صفحه بذر'. The diagram also shows the seed row with labels 'D D D D D D D D' and '۲۳ ۲۲ ۲۱ ۲۰ ۱۹ ۱۸ ۱۷'.</p>								

۲ - تغییر سرعت صفحه بذر نسبت به سرعت خطی کارنده: یکی دیگر از روش‌های تنظیم ردیف‌کارها از نقطه نظر تعداد بذر کاشته شده در هکتار، از طریق تغییر سرعت صفحه بذر نسبت به سرعت خطی کارنده انجام می‌گیرد. در ردیف‌کارها برای تغییر سرعت صفحه بذر از جعبه دنده با چرخ دنده‌هایی با تعداد دنده‌های مختلف استفاده شده است. جدول ۲ نشان می‌دهد که با ثابت بودن صفحه بذر می‌توانیم با درگیر نمودن دنده‌های مختلف (بعنوان ورودی و خروجی) سرعت چرخش صفحه بذر را کم یا زیاد کنیم. در نهایت با تغییر سرعت چرخش صفحه بذر می‌توانیم فاصله بذرها بر روی ردیف را تغییر دهیم.

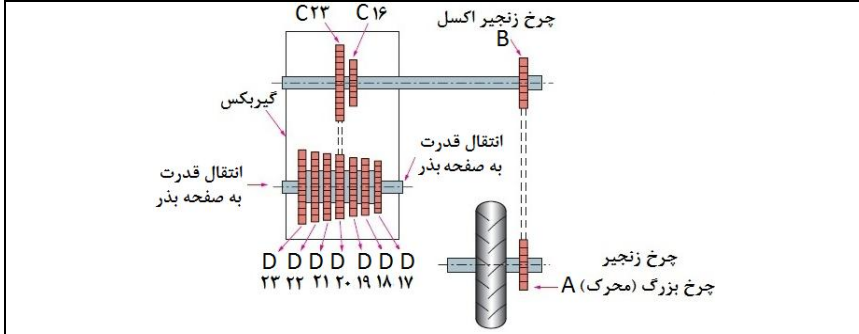
جدول ۲ - انتخاب چرخ دنده جهت تنظیم ردیف‌کارها (تعداد بذر در هکتار)

تعداد سوراخ های صفحه بذر = ۲۰	چرخ زنجیرهای مسیر انتقال قدرت				
	آرایش درگیری چرخ دنده‌های در مسیر انتقال قدرت	D	C	B	A
فاصله بذرها (سانتی‌متر) ۱۰/۴		۱۷	۲۳	۱۶	۲۳
۱۱/۰		۱۸	۲۳	۱۶	۲۳

ردیف کارها و روش کالیبراسیون آنها

۱۱/۷		۱۹	۲۳	۱۶	۲۳
۱۲/۲		۲۰	۲۳	۱۶	۲۳
۱۲/۹		۲۱	۲۳	۱۶	۲۳
۱۳/۵		۲۲	۲۳	۱۶	۲۳
۱۴/۰		۲۳	۲۳	۱۶	۲۳

- در صورتیکه چرخ دنده ورودی ثابت باشد (C)، هر چه چرخ دنده خروجی (D) بزرگتر انتخاب گردد، سرعت دوران صفحه بذر کمتر شده، فاصله بین بذرها بیشتر، در نتیجه تعداد بذر در هکتار کمتر می شود.
- در صورتیکه چرخ دنده ورودی ثابت باشد (C)، هر چه چرخ دنده خروجی (D) کوچکتر انتخاب گردد، سرعت دوران صفحه بذر بیشتر شده، فاصله بین بذرها کمتر، در نتیجه تعداد بذر در هکتار بیشتر می شود.



روش های تنظیم مقدار ریزش بذر در ردیف کارها (کالیبراسیون)

کالیبراسیون ردیف کار به معنای تنظیم ردیف کار برای کاشت بذر با فاصله ی بین ردیف و روی ردیف مشخص است. به دو روش می توانیم ردیف کار را جهت کاشت تعداد مشخصی بذر در هکتار تنظیم (کالیبره) نماییم:

با استفاده از جدول و دفترچه راهنما

مرحله (۱) انتخاب صفحه بذر: کارخانه سازنده کارنده برای کاشت بذره های گوناگون برای هر واحد کاشت صفحه های بذر با قطر سوراخ های مختلف تحویل می دهد. لازم به توضیح است، قطر و تعداد سوراخ صفحه بذر در کارنده های ثقلی یا پنوماتیکی برای هر بذر، متفاوت است. در جدول ۳ صفحه های بذر مناسب برای کاشت هر بذر در کارنده های پنوماتیکی مشخص شده است. بطور مثال اگر بخواهیم بذر ذرت را با فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر بکاریم. با توجه جدول ۳ صفحه بذر با تعداد سوراخ ۲۶ را انتخاب می نماییم.

جدول ۳ - انتخاب صفحه بذر

بذر	قطر سوراخ صفحه موزع (میلی متر)	تعداد سوراخ صفحه موزع
ذرت	۴/۵	۲۶
ذرت	۴/۵	۳۶
آفتابگردان	۲/۵	۲۶
چغندر قند	۲/۱	۳۶
چغندر قند	۱/۷	۷۲
پنبه	۳	۳۶
لوبیا	۳/۵	۵۲

مرحله ۲) در صورت مشخص بودن تعداد بوته در هکتار، از روی جدول ۴ فاصله بین بذرهای مشخص می‌گردد. در جدول ۴ ردیف افقی بیانگر فواصل مختلف بین ردیف‌ها و ستون عمودی بیانگر فاصله بین بذرهای بر روی ردیف است. مقادیر موجود در جدول بیان کننده تعداد بذر در هکتار است. با توجه به اینکه فاصله ردیف‌ها را ۷۰ سانتی متر در نظر بگیریم، می‌خواهیم حدود ۷۱۰۰۰ بذر در هکتار بکاریم. در ردیف ۷۰ سانتی متر، عدد ۷۱۰۰۰ یا نزدیک ترین عدد به آن را در جدول انتخاب می‌کنیم. عدد ۷۰۸۰۰ را پیدا کرده و به سمت چپ آن (ستون مربوط به فواصل) می‌رویم، به عدد ۲۰/۱۵ می‌رسیم. یعنی فاصله بین بذور بر روی هر ردیف ۲۰/۱۵ سانتی متر است.

جدول ۴ - تعیین تعداد بذر مصرفی در هکتار

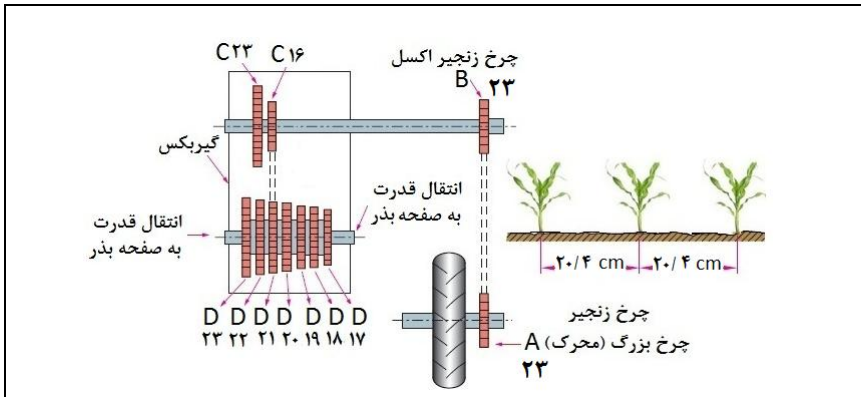
فاصله بذر روی ردیف (سانتی‌متر)	فاصله ردیف‌های کاشت بذر						
	۴۵	۵۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵
	تعداد بذر در هکتار						
۱۸/۱۵	۱۲۲۴۰۰	۱۱۰۱۰۰	۸۴۷۰۰	۷۸۷۰۰	۷۳۴۰۰	۶۸۸۰۰	۶۴۸۰۰
۱۸/۴۵	۱۲۰۴۰۰	۱۰۸۴۰۰	۸۳۳۰۰	۷۷۴۰۰	۷۲۲۰۰	۶۷۷۰۰	۶۳۷۰۰
۱۸/۵۰	۱۲۰۱۰۰	۱۰۸۱۰۰	۸۳۱۰۰	۷۷۲۰۰	۷۲۰۰۰	۶۷۵۰۰	۶۳۵۰۰
۱۹/۱۵	۱۱۶۰۰۰	۱۰۴۴۰۰	۸۰۳۰۰	۷۴۵۰۰	۶۹۶۰۰	۶۵۲۰۰	۶۱۴۰۰
۱۹/۳۵	۱۱۴۸۰۰	۱۰۳۳۰۰	۷۹۵۰۰	۷۳۸۰۰	۶۸۸۰۰	۶۴۵۰۰	۶۰۷۰۰
۱۹/۴۰	۱۱۴۵۰۰	۱۰۳۰۰۰	۷۹۲۰۰	۷۳۶۰۰	۶۸۷۰۰	۶۴۴۰۰	۶۰۶۰۰
۲۰/۱۵	۱۱۰۲۰۰	۹۹۲۰۰	۷۶۳۰۰	۷۰۸۰۰	۶۶۱۰۰	۶۲۰۰۰	۵۸۳۰۰
۲۰/۲۵	۱۰۹۷۰۰	۹۸۷۰۰	۷۵۹۰۰	۷۰۵۰۰	۶۵۸۰۰	۶۱۷۰۰	۵۸۰۰۰
۲۰/۴۰	۱۰۸۹۰۰	۹۸۰۰۰	۷۵۴۰۰	۷۰۰۰۰	۶۵۳۰۰	۶۱۲۰۰	۵۷۶۰۰
۲۱/۱۵	۱۰۵۰۰۰	۹۴۵۰۰	۷۲۷۰۰	۶۷۵۰۰	۶۳۰۰۰	۵۹۱۰۰	۵۵۶۰۰

مرحله ۳) تعیین سرعت صفحه بذر: در جدول ۵ ابتدا شماره صفحه بذری را که انتخاب کرده بودیم را پیدا کرده (موزع ۲۶ سوراخه) و در این ستون عدد مربوط به فاصله بذر روی هر ردیف را پیدا می‌کنیم (۲۰/۱۵ سانتی متر)، سپس در کنار این عدد (سمت چپ، ستونهای اول تا چهارم) اعداد مربوط به شماره دنده‌های چرخ محرک کارنده، چرخ دنده اکسل و نیز شماره چرخ دنده‌های درگیر در جعبه دنده را پیدا می‌کنیم. با انتخاب چرخ دنده‌های چرخ محرک، دنده‌های جعبه دنده و نیز صفحه موزع، بذرکار را تنظیم کرده ایم.

ردیف کارها و روش کالیبراسیون آنها

جدول ۵ - تعیین سرعت صفحه موزع

تعداد سوراخ های روی صفحه بذر					چرخ زنجیرهای مسیر انتقال قدرت			
72	52	36	26	20	D	C	B	A
فاصله بذرها بر روی ردیف (سانتی متر)								
۲/۹	۴/۰	۵/۸	۸/۰	۱۰/۴	۱۷	۲۳	۱۶	۲۳
۳/۰	۴/۲	۶/۱	۸/۵	۱۱/۰	۱۸	۲۳	۱۶	۲۳
۳/۲	۴/۵	۶/۵	۹/۰	۱۱/۷	۱۹	۲۳	۱۶	۲۳
۳/۴	۴/۷	۶/۸	۹/۴	۱۲/۲	۲۰	۲۳	۱۶	۲۳
۳/۵	۴/۹	۷/۱	۹/۹	۱۲/۹	۲۱	۲۳	۱۶	۲۳
۳/۷	۵/۱	۷/۵	۱۰/۳	۱۳/۵	۲۲	۲۳	۱۶	۲۳
۳/۹	۵/۴	۷/۸	۱۰/۸	۱۴/۰	۲۳	۲۳	۱۶	۲۳
۴/۱	۵/۷	۸/۳	۱۱/۵	۱۵/۰	۱۷	۱۶	۱۶	۲۳
۴/۴	۶/۱	۸/۸	۱۲/۲	۱۵/۸	۱۸	۱۶	۱۶	۲۳
۴/۶	۶/۴	۹/۳	۱۲/۹	۱۶/۷	۱۹	۱۶	۱۶	۲۳
۴/۹	۶/۷	۹/۸	۱۳/۵	۱۷/۶	۲۰	۱۶	۱۶	۲۳
۵/۱	۷/۱	۱۰/۳	۱۴/۲	۱۸/۵	۲۱	۱۶	۱۶	۲۳
۵/۴	۷/۴	۱۰/۸	۱۴/۹	۱۹/۴	۲۲	۱۶	۱۶	۲۳
۵/۶	۷/۷	۱۱/۳	۱۵/۵	۲۰/۲	۲۳	۱۶	۱۶	۲۳
۴/۲	۵/۷	۸/۳	۱۱/۵	۱۴/۹	۱۷	۲۳	۲۳	۲۳
۴/۴	۶/۱	۸/۸	۱۲/۲	۱۵/۸	۱۸	۲۳	۲۳	۲۳
۴/۷	۶/۴	۳/۹	۱۲/۸	۱۶/۷	۱۹	۲۳	۲۳	۲۳
۴/۹	۶/۷	۹/۸	۱۳/۵	۱۷/۶	۲۰	۲۳	۲۳	۲۳
۵/۱	۷/۱	۱۰/۲	۱۴/۲	۱۸/۴	۲۱	۲۳	۲۳	۲۳
۵/۴	۷/۴	۱۰/۷	۱۴/۹	۱۹/۳	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳
۵/۶	۷/۷	۱۱/۲	۱۵/۵	۲۰/۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
۶/۰	۸/۲	۱۱/۹	۱۶/۵	۲۱/۴	۱۷	۱۶	۲۳	۲۳
۶/۳	۸/۷	۱۲/۶	۱۷/۵	۲۲/۷	۱۸	۱۶	۲۳	۲۳
۶/۷	۹/۲	۱۳/۳	۱۸/۵	۲۴/۰	۱۹	۱۶	۲۳	۲۳
۷/۰	۹/۷	۱۴/۰	۱۹/۴	۲۵/۲	۲۰	۱۶	۲۳	۲۳
۷/۴	۱۰/۲	۱۴/۷	۲۰/۴	۲۶/۵	۲۱	۱۶	۲۳	۲۳
۷/۷	۱۰/۷	۱۵/۴	۲۱/۴	۲۷/۸	۲۲	۱۶	۲۳	۲۳
۸/۱	۱۱/۲	۱۶/۱	۲۲/۵	۲۹/۱	۲۳	۱۶	۲۳	۲۳



بدون استفاده از جدول و دفترچه راهنما

الف) روش اول:

مرحله ۱) انتخاب صفحه بذر مناسب: تعداد و قطر سوراخ‌های صفحه بذر مناسب با بذر مورد نظر که بر روی کارنده قرار دارد، را مشخص می‌نماییم (به‌طور مثال تعداد سوراخ‌های صفحه بذر ذرت: ۲۰ سوراخ) (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- تعیین تعداد سوراخ‌های صفحه بذر

مرحله ۲) تعیین محیط چرخ محرک: محیط چرخ محرک را با استفاده از نوار اندازه‌گیری پیچیده شده حول قسمت بیرونی چرخ اندازه‌گیری می‌نماییم، یا روش دیگر این است که ابتدا قطر چرخ را اندازه‌گیری کرده و سپس محیط چرخ از طریق

فرمول: { قطر چرخ (برحسب متر) $\times \frac{14}{3} =$ محیط چرخ } را بدست می آوریم (به-
طور مثال محیط چرخ محرک: $\frac{1}{5}$ متر) (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ - تعیین محیط چرخ محرک

مرحله ۳) تعیین نسبت چرخش چرخ محرک به صفحه بذر: با توجه به درگیری چرخ دندانه‌های مختلف در قسمت چرخ محرک، اکسل و داخل جعبه دنده، نسبت چرخش چرخ محرک به صفحه بذر را بدست می آوریم. برای بدست آوردن نسبت چرخش، کارنده را از زمین بلند کرده، آنقدر چرخ محرک را می چرخانیم تا صفحه بذر، یک دور کامل بزند (به‌طور مثال اگر نسبت چرخش چرخ محرک به صفحه بذر ۲ به ۱ باشد یعنی وقتی چرخ محرک ۲ دور بزند صفحه بذر یک دور می‌زند).

مرحله ۴) محاسبه فاصله بین دو بذر از رابطه زیر محاسبه می‌شود (شکل ۲۰ و

۲۱):

$$L = a \times b = \frac{1}{5} \times 2 = 3 = 3 \text{ متر} = 300 = 100 \times 3 \text{ متر}$$

در این رابطه

$a =$ نسبت بین تعداد دور چرخ محرک به صفحه بذر در شرایط اندازه‌گیری، $b =$ محیط چرخ محرک و $L =$ مسافت طی شده توسط چرخ محرک برای این‌که صفحه بذر یک دور کامل بزند، می‌باشند.

همچنین تعداد بذر ریخته شده در یک دور چرخش صفحه بذر (C) برابر است با تعداد سوراخ‌های صفحه بذر (N) که به‌طور مثال ۲۰ سوراخ در نظر گرفته می‌شود.

عدد $C = N = 20$



شکل ۲۰ - چرخ محرک - جعبه دنده - صفحه بذر

که فاصله بین دو بذر بر روی ردیف کشت به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$15 \text{ سانتی‌متر} = \frac{L}{C} = \frac{300}{20} = \text{فاصله بین دو بذر بر روی ردیف کشت}$$



شکل ۲۱ - فاصله بین دو بذر بر روی ردیف کشت

مرحله ۵) محاسبه تعداد بذر در هکتار: با مشخص بودن فاصله بین دو بذر بر روی ردیف کشت و فاصله ردیف‌ها با استفاده از رابطه زیر، می‌توان تعداد بذر در هکتار را محاسبه نمود.

$$\text{تعداد بذر در هکتار} = \frac{10000}{\text{فاصله ردیف‌ها (متر)} \times \text{فاصله بذرها (متر)}}$$

به طور مثال برای ذرت که فاصله ردیف‌ها ۰/۷۵ سانتی متر است:

$$\text{تعداد بذر برای کاشت در هر هکتار} = \frac{10000}{(0.75 \times (\text{متر}) \times 0.15 \text{ (متر)})} = 8889$$

مرحله ۶) در صورت عدم تطابق تعداد محاسبه شده با تعداد توصیه شده، دو حالت داریم:

الف: تعداد بذر محاسبه شده بیشتر از تعداد توصیه شده باشد: در داخل جعبه دنده، چرخ دنده خروجی را یک چرخ دنده بزرگتر انتخاب نموده تا سرعت صفحه بذر کمتر و در نهایت فاصله بذرها بر روی ردیف از هم بیشتر شود. در صورت داشتن صفحات بذر با تعداد سوراخ‌های مختلف، بجای کاهش سرعت صفحه بذر، صفحه بذر با تعداد سوراخ کمتر از ۲۰ را انتخاب می نماییم.

ب: تعداد بذر محاسبه شده کمتر از تعداد توصیه شده باشد: در داخل جعبه دنده، چرخ دنده خروجی را یک چرخ دنده کوچکتر انتخاب نموده تا سرعت صفحه بذر بیشتر و در نهایت فاصله بذرها بر روی ردیف از هم کمتر شود. در صورت داشتن صفحات بذر با تعداد سوراخ‌های مختلف، بجای افزایش سرعت صفحه بذر، صفحه بذر با تعداد سوراخ بیشتر از ۲۰ را انتخاب می نماییم.

در هر دو حالت ذکر گردیده، آزمایش را تا آنجا تکرار می کنیم که به تعداد دلخواه بذر در هکتار نزدیک شویم.

ب) روش دوم:

- ۱ - ردیف کار را به تراکتور متصل نموده و از زمین بلند کنید.
- ۲ - ظروف یا کیسه‌هایی در زیر واحدهای کاشت قرار دهید.
- ۳ - مخازن بذر را حداقل تا نیمه پر نمایید.

۴ - محیط چرخ محرک را اندازه‌گیری نمایید (بطور مثال محیط چرخ محرک: $\frac{1}{5}$ متر).

۵ - با توجه به عرض کار ماشین، تعداد چرخش چرخ محرک برای کاشت $\frac{1}{40}$ هکتار (۲۵۰ متر مربع) را محاسبه نمایید (بطور مثال عرض کار ردیف‌کار: $\frac{4}{5}$ متر).

متر $\frac{4}{5} = 6 \times 0.75 = 6 \times 0.75 = 4.5$ = فاصله دو واحد کاشت از هم (متر) \times تعداد واحدهای کاشت = عرض کار ردیف‌کار

اگر عرض کار $\frac{4}{5}$ متر در نظر گرفته شود، برای اینکه مساحت ۲۵۰ متر مربعی را کشت نماییم، طول باید $\frac{55}{5}$ متر باشد. چنانچه $\frac{55}{5}$ را بر محیط چرخ محرک ($\frac{1}{5}$ متر) تقسیم نماییم، تعداد دور چرخش چرخ محرک (تقریباً عدد ۳۷) بدست می‌آید.

۶ - چرخ محرک ردیف‌کار را به تعداد دور محاسبه گردیده (۳۷ دور)، به صورت پیوسته و یکنواخت موافق عقربه‌های ساعت بچرخانید.

۷ - بذور ریخته شده در ظروف یا کیسه‌ها را وزن نمایید. وزن حاصله را در ۴۰ ضرب نموده تا مقدار بذر در هکتار بدست آید (بطور مثال بذر ریخته شده از هر ردیف: ۱۰۰ گرم)، (بذر جمع‌آوری شده از کل ردیف‌ها: ۶۰۰ گرم). در صورتی که بذور جمع‌آوری شده را بر مساحت محاسبه شده (۲۵۰ مترمربع) تقسیم نمایید، تراکم بذر در هر مترمربع بدست می‌آید (در این مثال: $\frac{2}{4}$ گرم).

نکته: در صورت داشتن وزن هزار دانه می‌توانیم تعداد بذر در هکتار را محاسبه نماییم (بطور مثال وزن هزار دانه بذر در نظر گرفته شده برابر است با: ۳۰۰ گرم). با داشتن وزن هزار دانه تراکم بذر در هر مترمربع برابر است با:

$$\text{دانه } 8 = \frac{\text{گرم } \frac{2}{4} \times \text{دانه } 1000}{\text{گرم } 300} = \text{تعداد بذر در هر متر مربع}$$

نکته: با داشتن تعداد بذر در هر متر مربع، می‌توانیم تعداد بذر در هکتار و فاصله بذر را به صورت زیر به دست بیاوریم:

$$\text{تعداد بذر در هکتار } ۸۰۰۰۰ = \frac{\text{تعداد بذر } ۸ \times \text{مترمربع } ۱۰۰۰۰}{\text{مترمربع } ۱} = \text{تعداد بذر در هر متر مربع}$$

$$\text{فاصله بذرهای روی ردیف} = \frac{\text{تعداد بذر } ۱ \times \text{مترمربع } ۱۰۰۰۰}{\text{تعداد بذر } ۸۰۰۰۰ \times \text{متر } ۰/۷۵} = ۱۶/۶ \text{ متر} = ۰/۱۶۶$$

۸ - در صورتیکه تراکم محاسبه شده با تراکم توصیه شده برای بذر مورد نظر مساوی نبود، نسبت به تغییر سرعت صفحه بذر با استفاده از تعویض چرخ دنده‌ها اقدام نموده، یا در صورت داشتن صفحه بذر مناسب با تعداد سوراخ متفاوت، از آن استفاده نمایید.

منابع

آسودار، م. میر آفتابی، م. ۱۳۸۵. ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت. انتشارات کانون یادمان هنر اندیشه. ۲۳۲ صفحه.

بیرجندی، م. حاجی احمد، ع. حسن‌خانی قوام، ف. داودی، م. عروجلو، م. قاسمی، م. کفاشان، م. سرداربنده، ه. مریخ، ف. ۱۳۹۵. کاربرد و سرویس ماشین‌های کاشت و داشت. انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۲۰۶ صفحه.

دفترچه راهنمای استفاده از ردیف‌کار پنوماتیک؛ درشت دانه‌کار، ریز دانه‌کار، درشت دانه‌کار با کودکار، ریز دانه‌کار با کودکار، دو ردیف روی یک پشته، کشت مستقیم. شرکت تراشکده.

دفترچه راهنمای استفاده از دستگاه کشت مستقیم ردیفی پنوماتیکی گاسپاردو (مدل REGINA).

دفترچه راهنمای استفاده از دستگاه کشت مستقیم ردیفی پنوماتیکی بالدان (مدل SEHA 3000).

منصوری راد، د. ۱۳۸۴. تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی، جلد اول، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. ۸۵۳ صفحه

وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور زراعت. ۱۳۹۳. دستورالعمل فنی کشاورزی حفاظتی

یوسفی، ر. ۱۳۸۶. ماشین‌های کاشت. انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دانش بهبید. ۲۶۶ صفحه

یوسفی، ر. ۱۳۹۷. شناخت و کاربری ماشین‌های کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) کشاورزی حفاظتی. انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی و مهارتی جهاد کشاورزی. ۱۱۹ صفحه.