طراحی ردیف‌کار دستی پیاز خوراکی مناسب مزارع کوچک

بهزاد رعنا بناب[۱]- اسداله اکرم[۲]- کریم کاطمین خواه[۳]- علی محمد برقعی[۴]

چکیده

زراعت پیاز خوراکی در ایران بصورت کاملاً سنتی اجرا می‌شود. کشت پیاز به روش سنتی معایب فراوانی دارد. از معایب این روش کشت می‌توان به تخریب بافت خاک به دلیل مصرف بی‌رویه ماسه در مرحله کاشت، نیاز به کار کارگری فراوان در نتیجه کوچک ماندن سطوح زیر کشت، مصرف کود و مواد شیمیایی دیگر در حجم زیاد، کیفیت پایین محصول تولیدی و غیره اشاره کرد. در این تحقیق به منظور رفع عیوب ذکر شده، همچنین کاهش هزینه‌ها از طریق کاهش در مقادیر نهاده‌های مصرفی و ... سعی شد بذرکاری از نوع ردیف‌کاری مناسب ابعاد مزارع زیرکشت پیاز خوراکی طراحی شود. ردیف‌کار طراحی شده با کاهش بذر مصرفی و ماسه، افزایش عملکرد مفید، ایجاد شرایط مناسب جهت استفاده از ماشینهای داشت و برداشت، افزایش سطوح زیر کشت و ... گامی جهت توسعه روشهای مکانیزه بشمار می‌رود. ردیف‌کار مذکور با نیروی انسانی کاری می‌کند و نیاز به نیروی محرکه دیگری چون تراکتور ندارد. قابل تنظیم برای کشتهای دو تا چهار ردیفه است. پارامترهایی چون عمق قرارگیری بذر، فواصل بین ردیفی و بین بوته‌ای همچنین میزان پوشش روی بذور قابل کنترل بوده برحسب شرایط قابل تنظیم است. با تغییراتی ردیف‌کار حاضر برای کشت انواع دیگر ریزدانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱- کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی

۲- استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

۳- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی

۴- استاد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

واژه‌های کلیدی

ردیف‌کار ـ نشاءکار ـ پیازکار ـ مکانیزاسیون ـ طراحی ـ کشت ردیفی ـ پیاز

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت در جهان، افزایش تقاضا برای غذا و در نتیجه آن محصولات گیاهی را در برخواهد داشت. به منظور تأمین نیازهای غذائی ساکنان زمین ضمن استفاده از اراضی موجود بایستی به فکر افزایش در عملکرد و کیفیت محصولات تولیدی نمود. در این بین مکانیزاسیون کشاورزی از یک طرف با کاهش نیاز به نیروی انسانی در مراحل تولید و از طرف دیگر با کاهش خطاهای انسانی راه را جهت تولید بیشتر و با کیفیت هموارتر می‌کند. برای گسترش مکانیزاسیون در اراضی وسیع مشکل چندانی از لحاظ کمبود ماشین وجود ندارد. چرا که اغلب ماشینهای کشاورزی مورد نیاز برای سطوح بزرگ طراحی و ساخته شده‌اند. برای گسترش و توسعه سیستمهای مکانیزه در اراضی کوچک برخی از کشورهای جنوب شرق آسیا و اروپا اقدام به طراحی و ساخت ماشینهای متناسب کرده‌اند. بعضی دیگر نیز به جهت استفاده از ماشینهای موجود به فکر یک پارچه‌سازی اراضی افتاده‌اند. هر دو این روشها دارای معایب و مزایای خاص خود می‌باشند. اما آنچه مسلم است انتخاب روش مناسب منوط به پارامترهای زیادی همچون، امکانات اجرائی، شرایط فرهنگی، اعتبارات تخصیصی و ... است. آنچه می‌بایست مدنظر قرار گیرد، در پاره‌ای مواقع لزومی به یک پارچه‌سازی اراضی نبوده و بایستی به جای آن سمت و سوی مکانیزاسیون را به مزارع کوچک متمایل کرد. و این کار با طراحی و ساخت ماشینهای کشاورزی مختلف متناسب با این سطوح میسر می‌شود. پیاز خوراکی از مهمترین سبزیجات تولیدی در کشور است. کشور ایران با ۵۶ هزار هکتار سطح زیرکشت و محدود ۱/۷ میلیون تن تولید و متوسط عملکرد ۲۹ تن در هکتار مقام پنجم جهانی را در اختیار دارد[۳]. این در حالی است که متوسط سطوح زیر کشت این محصول در حدود یک هکتار است[۳]. با توجه به اراضی کوچک امکان استفاده از ماشینهای پشت‌تراکتوری به منظور کاشت و داشت غیرممکن و یا بسیار سخت است. همچنین این کار هزینه‌های قابل توجهی به کشاورز وارد می‌کند. از طرف دیگر به دلیل تراکم کم کاشت با ردیف‌کارها یا نشاءکارهای پشت‌تراکتوری به خاطر فواصل بین ردیفی زیاد، عملکرد پایین است و کشاورز رغبت چندانی به

استفاده از این ماشینها ندارد. بنابراین کشاورز مجبور به کشت بصورت دست‌پاش شده است. این روش کشت معایب بسیاری همچون، تراکم نامناسب و در نتیجه تولید محصول غیریکنواخت، تخریب بافت‌های خاکی به خاطر افزودن مقادیر زیاد ماسه هنگام کاشت، افزایش مصرف نهاده‌هایی چون آب، کود و سم، طاقت‌فرسا بودن عملیات وجین‌کاری دستی و برداشت، کیفیت پایین محصول تولیدی و .... دارد[۷و۱]. به منظور کشت مکانیزه پیاز خوراکی انواع ردیف‌کارها، نشاءکارها و پیازکارها در شرکتهای خارجی و بندرت داخلی طراحی و تولید شده‌اند. اما آنچه مشخص است اغلب این ماشینها برای اراضی با مساحت متوسط و بزرگ طراحی شده و نیروی محرکه خود را از تراکتور می‌گیرند. هدف از اجرای این تحقیق، طراحی یک ردیف‌کار دستی متناسب با سطوح کوچک بود. بطوریکه با کشت مکانیزه پیاز خوراکی ضمن حل برخی معضلات کنونی، امکان استفاده از انواع ماشینهای کشاورزی در مراحل بعد از کاشت را مهیا کند.

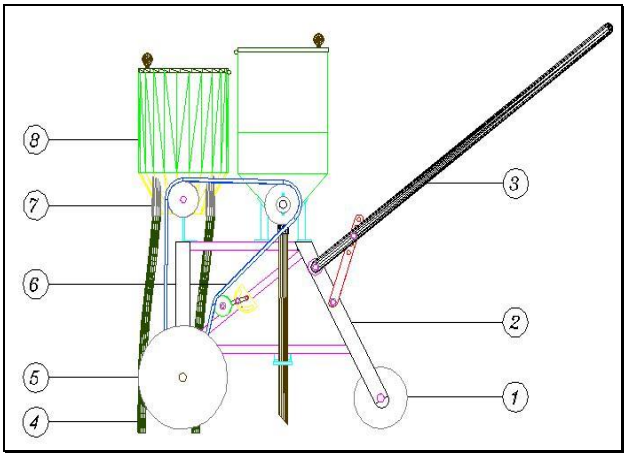
مواد و روشها

با توجه به ابعاد زمینهای زراعی ردیف‌کار از نوع دستی انتخاب شد. نیروی محرکه ردیف‌کار توسط اپراتور تأمین می‌شود. این مسئله در طراحی قسمتهای مختلف بسیار مورد توجه بوده است. روش کار در طراحی بدین گونه بوده است که ابتدا با توجه به فرضیاتی نیروهای موجود تخمین زده شد، محاسبات اولیه انجام گرفت. سپس با محاسبه نیروهای واقعی ناشی از بارهای واقعی، اجزاء مختلف با ضریب اطمینان مناسب انتخاب و طراحی شد. لازم به ذکر است در برخی مواقع که نیروهای موجود ناچیز و یا مؤثر نبوده‌اند، قطعه با توجه به استانداردهای موجود طراحی و سپس ضریب اطمینان محاسبه شد. در طراحی و انتخاب قسمتهای مختلف ردیف‌کار، تلاش بر این بود که از مکانیزمهای استاندارد بیشتر استفاده شود، چرا که با انتخاب قطعات استاندارد و موجود در بازار ضمن تسهیل در ساخت، قیمت تمام شده نیز پائینتر می‌شد. در حین محاسبات، نقشه‌های دوبعدی قطعات با نرم‌افزار اتوکد طراحی شدند سپس با کمک فضای سه‌بعدی اتوکد قطعات به شکل سه‌بعدی ترسیم گردیدند.

مکانیزم

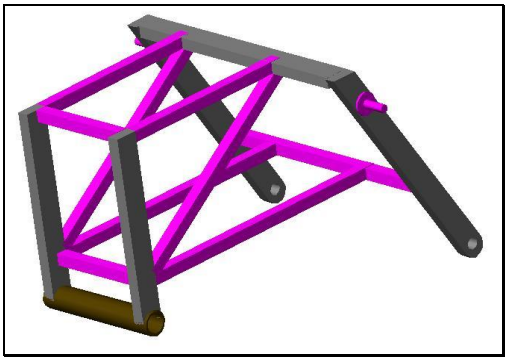
ردیف‌کار موردنظر که اجزای آن در شکل (۱) مشاهده می‌شود شامل چهار مجموعه شاسی، قسمت تغذیه بذر، انتقال توان و قسمتهای درگیر در خاک است. برای طراحی تنه اصلی شاسی از پروفیلهای ۲۰*۲۰ و ۲۰*۴۰ میلی‌متر استفاده شد. مقاوم و سبک بودن این پروفیلها در انتخاب آنها مدنظر بوده است. شاسی در

واقع بشکل یک خرپاست شکل(۲). وزن کل شاسی در حدود ۵۲ نیوتن محاسبه شد. نیروهای وارده به شاسی که در شکل(۳) نشان داده شده است مبنای محاسبات بود.

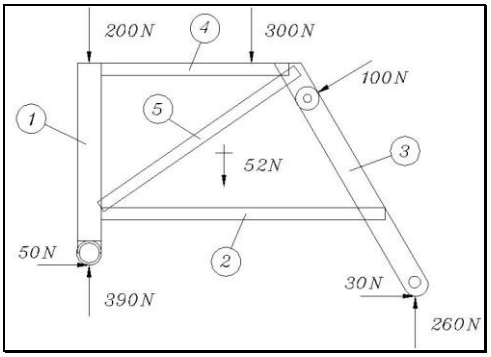


۱ـ چرخ عقب
۲ـ شاسی
۳ـ دسته
۴ـ شیار بازکن
۵ـ چرخ جلو
۶ـ سیستم انتقال توان
۷ـ موزع
۸ـ مخزن بذر

شکل(۱) اجزاء متشکله ردیف‌کار



شکل(۲) شاسی



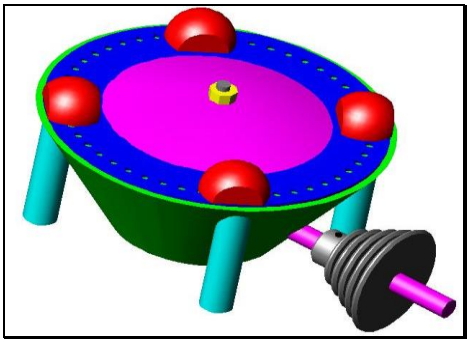
شکل(۳) نیروهای موجود روی شاسی

با توجه به محاسبات انجام گرفته، شاسی طراحی شده با یک ضریب اطمینان بزرگ قادر به تحمل بارهای موجود است. با استفاده از روابط زیر حداکثر مقادیر تنش برشی و تنش عمودی برای عضو تحت بیشترین تنش برابر بترتیب، ۳/۳۶ و ۴/۳۵ مگاپاسکال بدست آمد[۱۰].

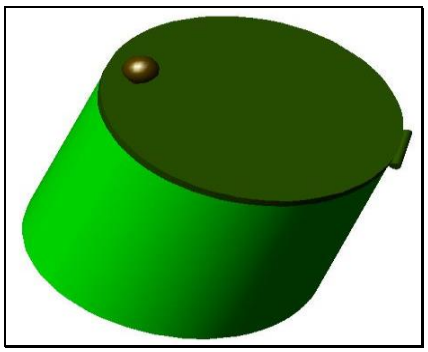
$$\sigma = \frac{P}{A} \qquad \tau = \frac{VQ}{It} \qquad Q = A\bar{Y} \qquad \sigma_{\max} = \frac{MC}{I}$$

قسمت تغذیه شامل موزع، مخزن بذر و لوله‌های سقوط است. برای انتخاب موزع مناسب انواع موزعهای موجود بررسی شد. با توجه به اینکه ردیف‌کار مورد نظر از نوع دستی طراحی شده، موزع از نوع مکانیکی و صفحه‌ای افقی انتخاب و طراحی شد شکل(۴). لازم به ذکر است موزع نیوماتیکی بهترین گزینه برای بذور

ریز است اما به دلیل اینکه در ردیف‌کار طراحی شده از نیروی موتوری استفاده نمی‌شود، امکان استفاده از موزع نیوماتیکی مقدور نبود. صفحات مناسب برای موزع موردنظر طراحی شد. مخزن بذر به شکل استوانه‌ای از ورق آهنی گالوانیزه به ضخامت نیم‌میلی‌متر طراحی شد شکل(۵). حجم مخزن بذر در حدود ۱۲ لیتربدست آمد.

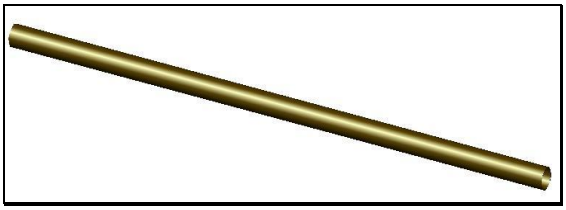


شکل(۴) موزع

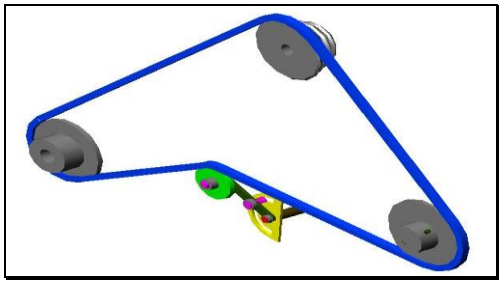


شکل(۵) مخزن بذر

لوله‌های سقوطی که برای انتقال بذور به خاک طراحی شده با توجه به اندازه بذور از نوع پلاستیکی شکل‌پذیر با قطر داخلی ۲۰ میلی‌متر است شکل(۶). با توجه به اینکه عمق کاشت در این ردیف‌کار قابل تنظیم است، لذا طول و شکل لوله سقوط بایستی اجازه تغییر عمق را بدهد.



شکل(۶) لوله سقوط



شکل(۷) سیستم انتقال توان

مجموعه سیستم انتقال توان به منظور انتقال حرکت دورانی برای موزع و به هم‌زن طراحی شد. این مجموعه شامل چرخ زنجیرها، زنجیر و سیستم قطع و وصل است شکل(۷). به منظور ایجاد فواصل بین بوته‌ای متغیر هنگام کاشت همچنین دوران به هم‌زن در سرعتهای مختلف، چرخ زنجیره‌های مختلف القطر طراحی شد. دلیل انتخاب سیستم انتقال زنجیری دستیابی به محدوده دقیق‌تر بوده است.

اندازه گشتاور لازم جهت دوران قسمتهای متحرک با توجه به روابط زیر و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان پنج برابر ۰/۲۵ نیوتن متر بدست آمد[۸و۲].

$$w = \frac{D}{t} \qquad T = I \,.\, \alpha \qquad I = \frac{۱}{۲}\, mr^{۲} \qquad w = w_{.} + \alpha t$$

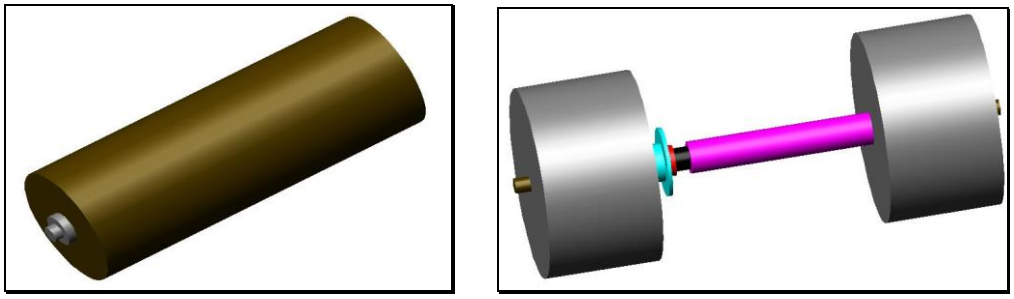
توان لازم جهت دوران قسمتهای متحرک از چرخهای جلو گرفته می‌شود. بنابراین با توجه به گشتاور لازم جهت دوران بخشهای متحرک و هم‌چنین مقاومت‌های غلتشی چرخها، چرخهای جلو طراحی شد. محاسبات لازم یک بار برای بارهای فرضی انجام شد و با توجه به قطر و عرض چرخهای محاسبه شده و با درنظر گرفتن بارهای واقعی محاسبات نهایی انجام گرفت. با توجه به روابط اساسی زیر مقادیر مقاومت غلتشی چرخهای جلو و عقب به ترتیب برابر ۱۳/۲ و ۳۰ نیوتن بدست آمد، شکل(۸).[۶].

$$R = f.w \qquad f = \frac{۱/۲}{cn} + ۰/۰۴ \qquad cn = \frac{CI.b.d}{w}$$

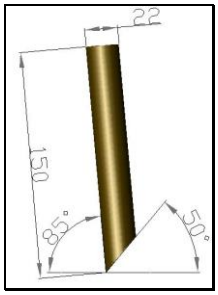
گشتاور تولیدی چرخهای جلو با توجه به رابطه زیر برابر ۳/۳ نیوتن متر بدست آمد[۵].

$$T_W = R.r$$

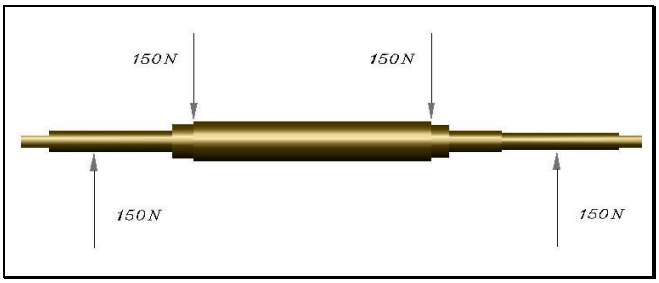
شیار بازکن از نوع بیلچه‌ای طراحی شد شکل (۹). با توجه به عمق کاشت کم (۱۰ میلی‌متر) نیروهای وارده از طرف خاک نرم شده بر روی شیار بازکن بسیار کم است. بنابراین در طراحی نیازی به محاسبات مقاومت مصالح نبود.



شکل(۸) چرخهای جلو و عقب



شکل(۹) شیار بازکن



شکل(۱۰) شفت و نیروهای اعمالی به آن

برای طراحی شفت از آئین‌نامه *ASME* برای شفتهای گردان استفاده شد. روش کار بدین گونه بود که ابتدا بارهای موجود روی شفت بررسی و حداکثر گشتاور خمشی موجود محاسبه گردید شکل(۱۰). سپس با توجه به حداکثر گشتاور پیچشی روی شفت و روابط ارائه شده از طرف *ASME* قطر مناسب شفت با یک ضریب اطمینان بدست آمد. با توجه به روابط اساسی زیر مقادیر مناسب قطر شفت برابر ۱۳/۴ میلی‌متر بدست آمد[۱۰و۸].

$$M_{\max} = \sum (fxd) \qquad \tau_{\max} = \frac{۰/۵\sigma_{YP}}{FS} = \frac{۱۶}{\pi d^{۳}} \sqrt{(C_m M)^{۲} + (C_t T)^{۲}}$$

$$C_m = ۱/۵ \qquad C_t = ۱$$

به منظور اعمال نیروی رانش به ردیف‌کار جهت حرکت آن و در نتیجه حرکت قسمتهای متحرک و شروع بذرکاری، دسته‌ای طراحی شد شکل (۱۱). با توجه به محاسبات انجام گرفته برای این منظور از لوله یک اینچی (۲۵/۴*mm*) استفاده شد.

شکل(۱۱) دسته

با در نظر گرفتن حداکثر نیروهای موجود روی دسته و در نظر داشتن روابط زیر مقدار ضریب اطمینان برای بارهای موجود برابر ۵/۴ بدست آمد[۱۰].

$$\sigma = \frac{MC}{I} + \frac{P}{A} \qquad I = \frac{۱}{۴}\pi r^{۴}$$

بحث و نتجه‌گیری

در راستای گسترش مکانیزاسیون در مراحل مختلف کشت محصول پیاز خوراکی، در این پژوهش ردیف‌کاری متناسب با شرایط موجود طراحی شد. ردیف‌کار مذکور برای کاشت در سطوح کوچک است. توان لازم برای قسمتهای متحرک از چرخهای حامل جلو گرفته می‌شود. قطر این چرخها ۲۵ و عرض آنها ۱۵ سانتی‌متر است. چرخ عقب با قطر ۱۵ و عرض ۴۰ سانتی‌متر امکان فشردن روی بذور را حین تحمل قسمتی

از وزن ردیف‌کار به وجود می‌آورد. با توجه به امکانات تعبیه شده امکان کشت در فواصل بین بوته‌ای ۳ ، ۶، ۸ و ۱۰ سانتی‌متر مقدور است. کما اینکه خود این فواصل می‌تواند تغییر کند. فواصل بین ردیفی از ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر قابل تنظیم است. با محاسبات انجام گرفته کل نیروی رانشی مورد نیاز ردیف‌کار برابر حداکثر ۸۷ نیوتن است که یک انسان معمولی می‌تواند براحتی این میزان نیرو را اعمال کند.با توجه به اینکه ردیف‌کار مذکور در فواصل ردیفی مناسب، قادر به ایجاد تراکم مورد انتظار کشاورز است براحتی می‌تواند توجه کشاورزان را جلب نماید. همچنین به جهت فواصل مناسب بذور کیفیت محصول تولیدی بالا رفته امکان صادرات آن فراهم می‌شود. با کاشت ماشینی بذور امکان استفاده از انواع ماشینهای کشاورزی در مراحل پس از کاشت ایجاد شده خود باعث افزایش سطوح زیر کشت در نتیجه کاهش نیاز به نیروی انسانی می‌شود. ردیف‌کار مذکور با کاشت منظم و یکنواخت ضمن کاهش هزینه‌های تنک، کاهش قابل ملاحظه‌ای در مصرف بذر بوجود می‌آورد. تراکم مناسب باعث کاهش نهاده‌های مصرفی چون آب، کود، سم و مواد شیمیایی دیگر می‌شود. در طراحی ردیف‌کار مذکور قدرت خرید کشاورز، قابلیت ساخت در داخل، صرفه‌جویی ارزی و امکان صادرات آن به کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شد. ردیف‌کار طراحی شده بخاطر تناسب با سطوح زیرکشت موجود می‌تواند راه‌گشای مشکل مکانیزاسیون این زراعت باشد.

منابع

۱. دیزجی، رحیم. ۱۳۷۶. زراعت پیاز خوراکی در استان آذربایجان‌شرقی. شماره۵۳۴. انتشارات سازمان کشاورزی آذربایجان‌شرقی.

۲. تیمورلو، داود. ۱۳۷۹. طراحی بهینه و روش ساخت ردیف‌کار بادی ریزدانه‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۳. رعنا بناب، بهزاد. ۱۳۸۱. مقدمه‌ای بر کشت مکانیزه پیاز خوراکی موانع. راه‌کارها. سمینار یک کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۴. رعنا بناب، بهزاد. ۱۳۸۲. طراحی و روش ساخت کارنده دو ردیفه بذر پیاز در سطوح کوچک. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۵. قهرمانیان، غلامرضا. ۱۳۷۷. طراحی و روش ساخت ماشین نشاءکار پیاز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۶. کماریزاده، س.م.ج. ۱۳۷۷. مکانیک تراکتور و ماشینهای کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.

۷. ممقانی، شاپور. ۱۳۷۰. کشت نشائی پیاز. شماره۶۶. واحد انتشارات اداره کل کشاورزی آذربایجان‌شرقی

۸. موتابی، هدایت. ۱۳۷۳. طراحی اجزاء ماشین. انتشارات آشینا، جلداول. تبریز.

۹. مبشر، محمد. پیاز خوراکی و روشهای زراعت آن. شماره۹۵. واحد انتشارات اداره کل کشاورزی آذربایجان‌شرقی.

۱۰. واحدیان، احمد. ۱۳۷۸. مقاومت مصالح. انتشارات نشر علوم دانشگاهی. تهران.

11. Ulger, P. Akdemir, B. Arin, S; 1993, Mechanized planting and harvesting of onion; Agricaltural mechanization in Asia Africa and Latin America; 1993, 24:4, 23-26.

12. Bernatecki, H. Haman, J. and Kanafojski, 1972. Seeding and Planting Machines. Warsaw, Poland.