طراحی، خت و ارزیابی نشاءکار نیمه‌اتوماتیک کلم (۱۹۱)

عباس مهدیان‌سلطان‌آبادی، محسن حیدری سلطان آبادی، تیمور توکلی‌هشجین، محمدهادی خوش‌تقاضا[۱]

چکیده

با هدف بالابردن سرعت و دقت‌کاشت و پایین آوردن هزینه‌ها، نشاءکار نیمه اتوماتیک کلم طراحی و ساخته شد، دستگاه از پنج قسمت مهم عملیاتی شیاربازکن، ساز وکار انتقال نشاء، نشاءگیرها، چرخهای فشاردهنده و ساز وکار آبدهی وسه قسمت پشتیبانی شاسی‌ها (اسی‌اصلی، شاسی‌مخزن آب و شاسی‌جعبه‌های نشاء)، تواندهی وکنترل تشکیل‌شده‌است. نشاءگیرها از نوع گره‌ای V شکل بوده و توان چرخش آن ها از زمین و بواسطه چرخهای فشار تامین می‌شود و شیاربازکن از نوع بیلچه‌ای است. ارزیابی دستگاه در دو قسمت مشخص‌کردن سرعت بهینه و مقایسه روش کاشت دستی با مکانیزه انجام گردید. این نشاءکار برای کاشت نشاء کلم پیچ‌سفید (Brassica oleracea var. capitata) استفاده‌گردید. دستگاه با سرعت بهینه ۱km/h عمل کشت را انجام‌داده و دارای سرعت کشت۳۳ بوته درهر ردیف بردقیقه می‌باشد. کاشت با این دستگاه ازنظر دقت، سرعت و هزینه نسبت به روش کشت دستی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ بوده و برروش دستی ارجحیت دارد.

کلیدواژه: نشاء، نشاءکار، نیمه‌اتوماتیک، کلم، نشاءکاری

۱- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد مکانیک اشین های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
پست الکترونیک: abmas_mahean@yahoo.com
۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، دانشیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

تعداد زیادی ازگیاهان، بخصوص گروهی از سبزیجات بصورت نشاء کشت می‌شوند و این روش کشت بدلایل داشتن دوره رشد طولانی‌تر، نامساعد بودن زمین کشت اصلی برای جوانه‌زدن بذر، دو مرتبه کشت کردن در یک سال زراعی در زمینهای حاصلخیز، ریز و حساس‌بودن بذر بعضی از سبزیجات و غیره بر روشهای دیگر ارجحیت دارد. در دنیا برای مکانیزه‌کردن کشت نشاء سبزیجات، وسایل زیادی با هدف بالابردن سرعت و دقت کاشت و پایین آوردن هزینه‌ها، طراحی و ساخته‌شده‌اند، ولی در کشور ما با اینکه زمین‌های وسیعی زیرکشت نشاء سبزیجات می‌رود تاکنون در این زمینه کاری انجام نشده و از وسایل ساخت خارج آن هم بسیار محدود استفاده شده‌است. گیاه کلم نیز یکی از انواع سبزیجاتی است که کشت آن بصورت نشاءکاری انجام می‌شود و در ایران مناطق وسیعی زیرکشت نشاء این گیاه می‌رود و لازم است که کشت آن بصورت مکانیزه درآید.

کشت مکانیزه کلم در جهان به دو روش نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک انجام می‌گیرد که درروش نیمه اتوماتیک عمل تغذیه نشاء بداخل نشاءکار توسط کارگر انجام می‌شود ولی درروش تمام اتوماتیک تغذیه توسط دستگاه انجام می‌گیرد [۹].

در کشور ما با توجه به قطعات کوچک زمین کشت کلم، ضعیف بودن قدرت سرمایه‌گذاری کشاورزان، هزینه بالای کشت نشاء بصورت تمام اتوماتیک و پیچیدگی زیاد نشاءکار اتوماتیک، بر طراحی، ساخت و ارزیابی نشاءکار نیمه اتوماتیک کلم کار شد .

چاوو همکاران[1] نشاءکار نیمه اتوماتیکی را برای نشاءکاری کاهو طراحی‌کردند. سرعت نشاءکاری در مزرعه برابر ۲۰۰۰ نشاء بر ساعت وخطای کشت بوته‌ها درفواصل ۳۰cm برابر ۳ درصد بود [۸]. مارگلین[2] و همکاران نشاءکار نیمه اتوماتیکی را طراحی‌کردند که نشاءها داخل یک نقاله افقی، در فواصل معین قرار گرفته و به فنجانهایی شکافدار منتقل می‌شدند و فنجانها نشاءها را به مین منتقل می‌کردند. این سیستم با سرعت ۹۰ نشاء بردقیقه کارمی‌کرد [۱۱]. عماد غفار[3] در کشور امارات متحده عربی نشاءکاری را طراحی کرد که سازوکار انتقال نشاء تسمه نقاله‌أی بود و برای نشاءکردن نشاءهای داخل‌گلدان و همچنین نشاء لخت تنظیم می‌شد. این نشاءکار تک‌ردیفه بوسیلهتراکتور با توان ۴۵kw حمل می‌شد ودارای ظرفیت مزرعه‌ای ۰/۰۹ تا ۰/۷۲ha/h بود[۹]. لادینده[4]و همکاران در کشور نیجریه نشاءکار تک‌ردیفه‌أی را برای کاشت قلمه گیاه کاساوا که شبیه قلمه نیشکر است طراحی‌کردند. این دستگاه با سرعت میانگین ۴/۳۹km/h ، ظرفیت مزرعه‌أی۰/۳۹ ha/h و راندمان مزرعه‌أی ۶۰ درصد کارمی‌کرد و برای کارمداوم به ۴ نفر کارگر احتیاج داشت [۱۰].

مواد و روش‌ها

خصوصیات نشاء گیاه کلم:

زمانی که نشاء کلم آماده کشت در زمین اصلی است دارای طول ۲۵cm–۲۰ و۵–۶ برگ می‌باشد. این گیاه در فواصل۵۰cm درردیف و۵۰cm دربین‌ردیف‌ها از هم‌دیگر کشت می‌شود و عمق کاشت بین ۱۵cm–۱۰ است [۲]. پس از کشت نشاء زاویه ساقه نسبت به‌خط قائم (زاویه استقرار) نباید از۳۰ درجه بیشترگردد [۳].

طراحی وساخت :

نشاءگیر[5] *:* نشاءگیر همانطور که درشکل۱ نشان داده شده از صفحات لاستیکی، فنر پیچشی سیمی، بازوهای فشاردهنده و شاسی تشکیل شده‌است. صفحات لاستیکی بصورت V شکل توسط دو عدد فنر پیچشی سیمی روی میله نگهدارنده‌ای به قطر ۱۰mm قرار می‌گیرند .

تعداد حلقه‌های فنر و دیگر خصوصیات آن از روابط زیر بدست می‌آیند [۵].

---

1 **Chow**
2 **Margolin**
3 **Haffar**
4 **Ladeinde**
5 **Plant Pocket**

$$\sigma_d = \frac{32 \cdot M.K_b}{\pi.D_w}$$

$$\theta = \frac{M.L_w}{E.I}$$

در روابط بالا : σ_d= تنش‌طراحی (MPa) ، M = گشتاور وارد به فنر ($N.mm$) ، K_b = ضریب تصحیح انحنا ، D_w = قطر سیم فنر (mm) ، L_w = طول سیم فنر(mm) ، E = ضریب الاستیسیته سیم فنر ($۲۰۰\times۱۰^۳ MPa$) و I= ممان اینرسی ($mm^۴$) هستند.

شکل ۱- نشاءگیر و اجزای آن

با توجه به نیرویی که در هنگام بسته شدن فنرها به بازوهای فشاردهنده و همچنین نیروی اصطکاکی که به آنها درحین حرکت از بین صفحات راهنما وارد می‌شود این بازوها از مفتول مقاوم به سایش و ضد زنگ با قطر$۵mm$ ساخته می‌شود. شاسی نشاءگیر از ورق‌گالوانیزه با ضخامت $۱/۲۵mm$ ساخته شد [۵].

سازوکار انتقال نشاء: ساز وکار انتقال نشاء از صفحه نشاءگیرها، محور نشاءگیرها، یاتاقانها و صفحات راهنما تشکیل دهاست . برای طراحی محور با توجه به نیروها و گشتاورهای پیچشی و خمشی وارد به محور از رابطه تنش مرکب، قطر قسمتهای مختلف محور بدست می‌آید [۵].

شیار بازکن: شیاربازکن از نوع بیلچه‌ای است که درخاکهای رسی همراه با کلوخه، بهتر کار می‌کند . این شیاربازکن دارای زاویه برشی و زاویه بازکنندگی‌خاک ۴۵ درجه است و عامل خاک‌ورز، باله‌ها و ساق از ضمائم آن می‌باشند [۷].

چرخهای فشار: چرخهای فشار دو عمل تواندهی برای چرخش نشاءگیرها و خاکدهی دراطراف نشاء را به عهده دارند. چرخها بصورت Vشکل درکنارهم قرار می‌گیرند تا عمل خاکدهی به‌خوبی انجام شود. زاویه چرخها با خط قائم برزمین ابر۲۰ درجه، قطرچرخها $۶۰۰mm$ ، عرض چرخها $۱۰۰mm$ و فاصله بین دو چرخ $۷۵mm$ هستند[۱۰].

سازوکار آبدهی: این ساز وکار از قسمت الکترونیکی برای کنترل و هیدرولیکی برای به جریان انداختن آب تشکیل یافته است. قسمت الکترونیکی از باطری V ۱۲ ، سیم‌های اتصال، کلید، میکروسوئیچ، بوبین و قسمت هیدرولیکی از مخزن‌آب $۵۰l$ ۲، اتصالات هیدرولیکی، شیریکطرفه آب (یورگ) تشکیل شده‌اند. با بازشدن شیر، درهرثانیه از آن بطور میانگین $۰/۸l$ آب می‌گذرد که شیر برای هرنشاء حدود ۰/۵ ثانیه ز می‌شود و ۰/۳۸ لیتر آب از آن خارج می‌گردد [۶].

قسمت تواندهی: ساز وکار تواندهی از چرخ‌فشاری، توپی‌چرخ، چرخ‌زنجیرمحرک، زنجیر، چرخ‌زنجیرمتحرک، محور و میل‌گاردان تشکیل‌یافته و توانی درحدود$۰/۲۵hp$را به ساز وکار انتقال نشاء منتقل می‌کنند. درطراحی این ساز وکار باید درنظرداشت که حرکت رو به جلوی دستگاه با حرکت رو به عقب نشاءگیرها برابر باشند تا سرعت نسبی نشاءها درلحظه رها شدن صفرشود [۱۰].

$$\left.\begin{aligned} V_\circ &= \frac{R.\pi.n}{30} \\ V_m &= (1+\frac{s}{100}).V_w \\ V_\circ &= V_m \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{R.\pi.n}{30} = (1+\frac{s}{100}).V_w$$

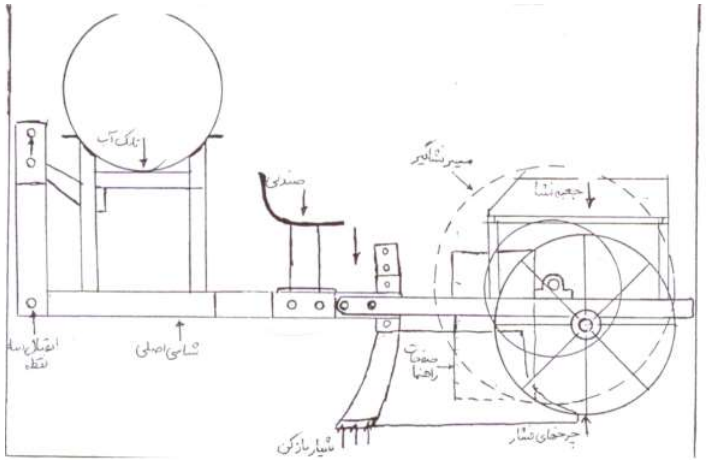
در روابط بالا R= شعاع چرخش نشاءگیرها (mm) ، V_m = سرعت پیشروی تراکتور (m/s) ، n= سرعت زاویه‌ای صفحه نشاءگیرها (rev/min) ، V_o = سرعت محیطی نشاءگیرها (m/s) ، s = لغزش چرخهای‌فشار و V_m = سرعت محیطی چرخ‌فشار (m/s) با قرار دادن s=۱۵٪ ، تعداد دندانه چرخ زنجیر متحرک برابر ۲۶ دندانه و تعداد دندانه چرخ زنجیر محرک برابر۲۲ دندانه بدست می‌آیند. در ساز وکار تواندهی بین محور چرخ زنجیر و چرخ زنجیر متحرک یک کلاچ یکطرفه قرار می‌گیرد تا درصورت چرخش چرخهای فشار درخلاف جهت اصلی به نشاءگیرها آسیبی نرسد.

کنترل : ساز وکار کنترلی در دو قسمت ساز وکار آبدهی و تواندهی استفاده شده‌است. درقسمت آبدهی باز و بسته شدن شیریکطرفه آب توسط میکروسوئیچی که بوسیله نشاءگیرها فعال‌می‌شود و در قسمت تواندهی تنظیم شل وسفتی زنجیر و دریک راستا قرارگرفتن چرخ‌زنجیر محرک و متحرک توسط کشویی‌هایی که تعبیه شده کنترل می‌شود.

شاسی : شاسی‌ها از شاسی‌اصلی، عقب، مخزن آب و جعبه‌های نشاء تشکیل‌یافته و این شاسی‌ها با استفاده از روابط تنش خمشی، پیچشی و برشی طراحی می‌گردند [۵].

نحوه کار دستگاه:

نشاءکار به قسمت اتصال سه نقطه تراکتور بسته شده و در زمین کشیده می‌شود. با کشیده شدن دستگاه درزمین شیار بازکن بیلچه‌ای، شیاری با عمق مناسب (قابل تنظیم) درخاک ایجادمی‌کند. چرخهای فشار بواسطه نیروی اصطکاک غلتشی که به‌آنها وارد می‌شود، چرخیده و ساز وکار انتقال نشاء را به حرکت درآورده، درنتیجه نشاءگیرها حول محورخود به چرخش درمی‌آیند. قبل از وارد شدن نشاءگیر به میان صفحات راهنما، کارگر نشائی را از جعبه نشاء برداشته و بین صفحات‌لاستیکی قرارمی‌دهد. با وارد شدن نشاءگیر بین صفحات‌لاستیکی، نشاء گرفته شده و به شیار ایجادشده منتقل می‌گردد. وقتی نشاء بصورت مناسب درشیار قرارگرفت، بازوهای فشاردهنده نشاءگیر، بدلیل تمام شدن صفحات راهنما بازشده و نشاء درمیان شیار قرارمی‌گیرد ودرهمین‌حین خاک نیز اطراف نشاء را گرفته و چرخهای فشار نیز خاک را دراطراف نشاء می‌فشارند (شکل ۲).



شکل ۲- قسمتهای مختلف نشاءکار نیمه‌اتوماتیک کلم

قبل‌از رها شدن نشاء از نشاءگیر، میکروسویچی توسط نشاءگیر فعال‌می‌شود و بوبین پشت شیر یک‌طرفه را تحریک و شیر باز می‌شود. با این کار مقداری آب به پای نشاء ریخته می‌شود و بعد از آن خاک، اطراف نشاء را فرا می‌گیرد .

ارزیابی دستگاه :

ارزیابی در دو قسمت مشخص‌کردن سرعت بهینه و مقایسه روش کاشت دستی با روش مکانیزه انجام گردید .

سرعت بهینه : از طرح بلوک‌کامل‌تصادفی با ۳ تیمار و ۷ تکرار استفاده‌گردید [۱]. هرکرت دارای ابعاد $۳m$×۱۰ است که پس از انجام عمل‌کشت در۳ تیمار سرعت ۰/۶ ، ۰/۸ و $۱km/h$ ، صفات فاصله بوته‌ها درردیف‌ها، فاصله بوته‌ها در بین‌ردیف‌ها، عمق کاشت، زاویه استقرار نشاء و میزان آبدهی اندازه‌گیری شدند و جداول تجزیه واریانس در مورد هرصفت تشکیل‌گردید که خلاصه جداول درجدول ۱ آورده شده‌است.

جدول (۱) – خلاصه جداول تجزیه واریانس

صفت	منابع تغیر	درجه آزادی	SS	MS	FS
فاصله بوته در	تیمار	۲	۹۸۲/۳	۴۹۱/۱	۲/۱۷^{ns}
ردیف(mm)	خطا آزمایش	۱۲	۲۷۱۴/۷	۲۲۶/۲	–
فاصله‌میان	تیمار	۲	۷/۸	۳/۹	۰/ ۳۳ ^{ns}
ردیف(mm)	خطا آزمایش	۱۲	۱۴۱/۱	۱۱/۸	–
عمق کاشت	تیمار	۲	۳۵/۲	۱۷/۶	۱/۲ ^{ns}
(mm)	خطا آزمایش	۱۲	۱۷۷/۸	۱۴/۸	–
زاویه استقرار نشاء	تیمار	۲	۱۰۰/۲	۵۰/۱	۱ ^{ns}
(درجه)	خطا آزمایش	۱۲	۶۱۰/۷	۵۰/۹	–
میزان آبدهی به	تیمار	۲	۰/۷۶	۰/۳۸	۸۳۶/۸**
نشاء (lit)	خطا آزمایش	۱۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۴	–

** معنی دار در سطح ۱درصد

مقایسه دقت کشت دستی و مکانیزه : از طرح مقایسه میانگین جفت‌شده و جفت‌نشده در ۲۵ تکرار برای هر روش استفاده‌گردید [۴]. تکرارها برای کشت دستی در کرت‌ه ای m ۳/۵ × ۲ و در روش مکانیزه درکرت‌هایm ۵×۳ انجام شد و درهرکرت صفات فاصله بوته‌ها درردیف، فاصله بوته‌ها دربین ردیف‌ها، زاویه استقرار نشاء و عمق‌کاشت اندازه‌گیری‌شدند و میانگین تکرارها درمورد هرصفت در دو روش با هم مقایسه شدند (جدول ۲) .

مقایسه سرعت: درتکرارهای ذکرشده در بالا زمان کشت هرتکرار اندازه‌گیری گردید و ظرفیت مزرعه‌ای برحسب ha/h وسرعت برحسب تعداد کلم کشت شده بر دقیقه اندازه‌گیری شدند و با استفاده از طرح مقایسه میانگین با هم مقایسه گردیدند (جدول ۳).

مقایسه هزینه: هزینه های غیر مشترک دو روش برآورد گردید. یک نشاءکار ۵ ردیفه، سطح $۱/۴ha$ را در ۸ ساعت کار روزانه کشت می‌کند و همین مساحت را ۱۰ نفرکارگر دریک روز کشت می‌کنند و با استفاده از همین اعداد هزینه‌ها محاسبه و مقایسه می‌گردند.

مقایسه تاثیر آبدهی: درروش کشت‌دستی پس‌از کشت کلم فورا باید آب به کلم رسیده تا کلم‌ها از بین نروند و به همین دلیل سرعت کاشت ازمیزان آب آبیاری تبعیت می‌کند و نمی‌توان بیشتر از آن سرعت کشت را بالابرد. در روش مکانیزه بوسیله ساز وکار آبدهی مقداری آب پای نشاء کلم ریخته و باعث می‌شود که گیاه کلم تا زمان آبیاری اصلی ازبین نرود و به این روش سرعت کاشت بالامی‌رود. برای نشان دادن تاثیر آبدهی، آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی تنظیم شد که درآن کلم با دستگاه و به روش‌دستی کشت گردید. سپس در هر روش کشت، ۵ تیمار مختلف آبیاری در۵ تکرار از نظر درصد سبزشدگی نشاءها پس ازگذشت ۲ روز مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آبیاری شامل، آبیاری فوری پس‌از کشت، آبیاری ۱۵ دقیقه پس از کشت،۳۰ دقیقه پس از کشت، ۴۵ دقیقه پس از کشت و۶۰ دقیقه پس ازکشت بود.

نتایج و بحث:

با استفاده از جداول تجزیه‌واریانس (جدول ۱)، بین سه سرعت۰/۶، ۰/۸، ۱km/h دستگاه در مورد صفات فاصله‌بوته‌ها در ردیف‌ها، فاصله میان ردیف‌ها، عمق کاشت و زاویه استقرار نشاء اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و این سه سرعت تفاوتی با هم نداشتند ولی در مورد صفت میزان آبدهی به نشاء بین سه سرعت اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ مشاهده شد. با توجه به اینکه سرعت ۱km/hبالاترین سرعت کاشت و در این سرعت میزان آب مناسبتری (۰/۳۸لیتر) پای نشاء ریخته می‌شود، این سرعت بعنوان سرعت بهینه شناخته شد.

در طرح مقایسه دقت دو روش کشت، نمودارهٔ ای (۱) ، (۲) ، (۳) ، (۴) تنظیم گردیدند. نمودار (۱) و (۲) نشان می‌دهند فاصله‌بوته‌ها درردیف‌ها و فاصله بوته‌ها در بین ردیف‌ها در روش کشت مکانیزه به مقداراستاندارد ۵۰۰mm نزدیک می‌باشند و با مقایسه t های بدست‌آمده از طرح مقایسه میانگین جفت ده و جفت نشده با اعداد جداولt نیز همین نتیجه بدست می‌آید. بین میانگین زاویه استقرار نشاءها در دو روش اختلاف معنی‌داری مشاهده‌نشد، ولی بین میانگین عمق‌کاشت دو روش اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ مشاهده گردید وعمق‌کشت روش مکانیزه مناسب‌تر شناخته شد.

از مقایسه سرعت‌کاشت در دو روش، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ مشاهده شد. سرعت روش مکانیزه دریک ردیف بر ۳۳ بوته بر دقیقه و سرعت کاشت دستی ۱۸ بوته بردقیقه به دست آمد. با توجه به نمودار (۵) سرعت روش مکانیزه بیشتر است.

در مقایسه هزینه‌ها نیز هزینه غیر مشترک کاشت مکانیزه برابر۲۶۰۰۰ تومان در روز برای‌کشت ۱/۴ هکتار می‌باشد و همین سطح را ۱۰ نفرکارگر در یک روز به روش دستی کشت می‌کنند که دستمزد آنها ۳۰۰۰۰ تومان می‌شود و تفاوت ۴۰۰۰ تومان در هزینه بدست می‌آید .

مقایسه تاثیرآبدهی در نمودار (۶) آورده شده‌است. در تیمار آبیاری۶۰ دقیقه پس از کشت در روش مکانیزه ۱۷ درصد تلف‌شدگی بوته‌ها و در روش دستی ۹۵ درصد تلف‌شدگی وجود دارد و در بقیه تیمارها به غیر از تیمار آبیاری فوری تا حدودی این اختلاف مشاهده می‌شود.

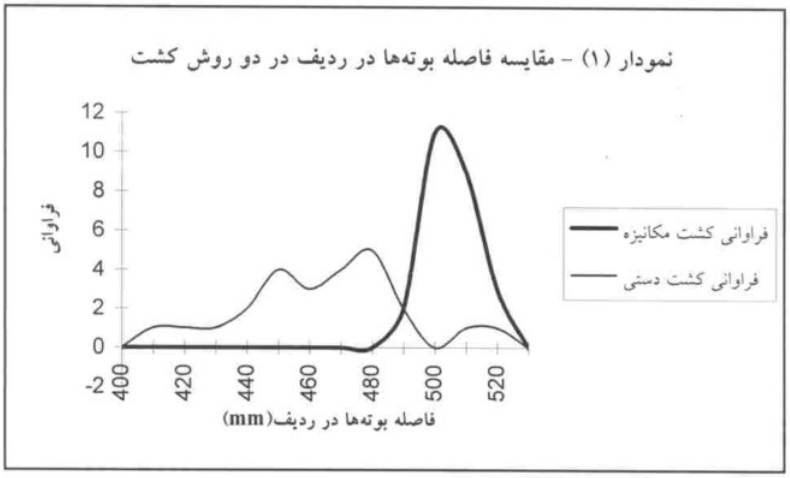
جدول (۲) – پارامترهای آماری اختلاف دو دسته داده (روش کاشت دستی و مکانیزه)

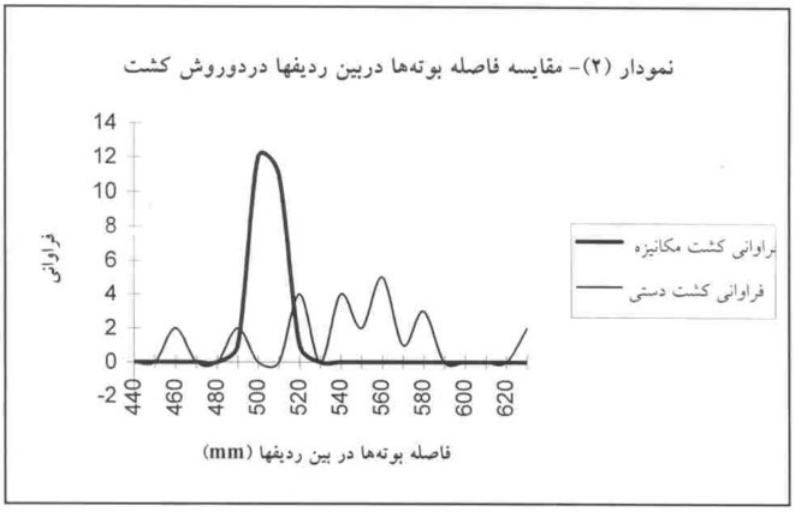
	فاصله طولی(mm)	فاصله عرضی(mm)	زاویه‌استقرار(درجه)	عمق‌کاشت(mm)
میانگین‌اختلاف	۴۰/۸	-۴۱	-۰/۰۰۹	۶/۹
انحراف معیار	۲۹/۴	۴۲/۳	۴/۲	۱۱/۲
واریانس	۸۶۴/۱	۱۷۸۶/۵	۱۸/۱	۱۲۶
tجفت ده	۶/۹**	۴/۸۵**	۰/۰۱ ns	۳/۱**
tجفت نشده	۷/۶**	۴/۹**	۰/۰۱ ns	۳/۲**

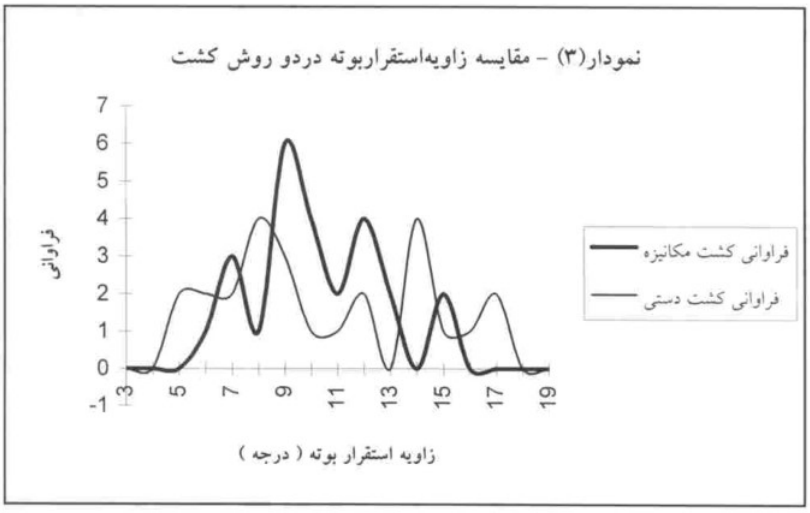
جدول (۳)– مقایسه سرعت کاشت روش مکانیزه با روش دستی

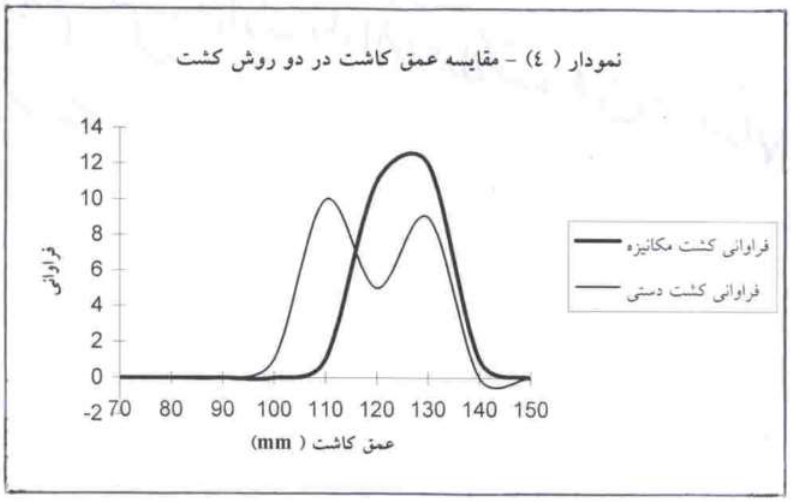
پارامتر آماری	روش دستی				روش مکانیزه			
	زمان (sec)	سطح (m^2)	سرعت (ha/h)	سرعت (کلم/min)	زمان (sec)	سطح (m^2)	سرعت (ha/h)	سرعت (کلم/min)
میانگین	۲۷/۶	۱/۷۵	۰/۰۲۳	۱۷/۵	۱۸/۵	۲/۵	۰/۰۵	۳۲/۵
انحراف معیار	۲/۲	۰	۰/۰۰۲	۱/۵۵	۰/۶۳	۰	۰/۰۰۲	۱/۱
واریانس	۴/۸	۰	۴×۱۰^{-۶}	۲/۴	۰/۳۹	۰	۳×۱۰^{-۶}	۱/۲

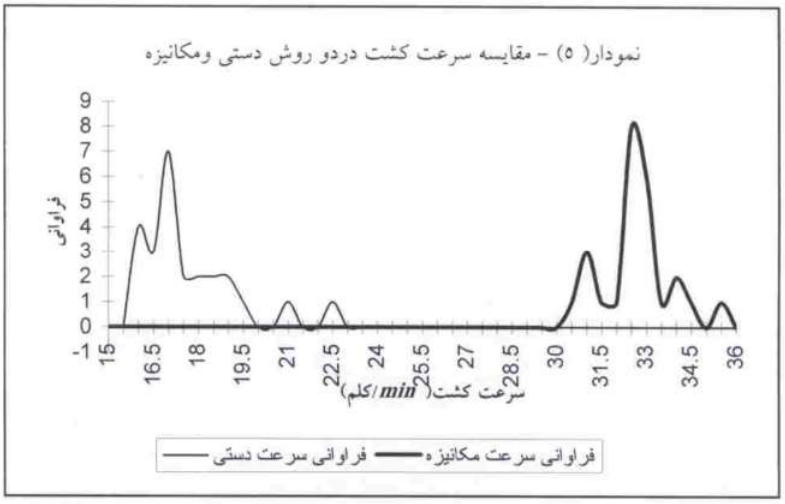
tجفت‌شده=** ۳۸/ ۷ و tجفت‌نشده=** ۲۷/۹

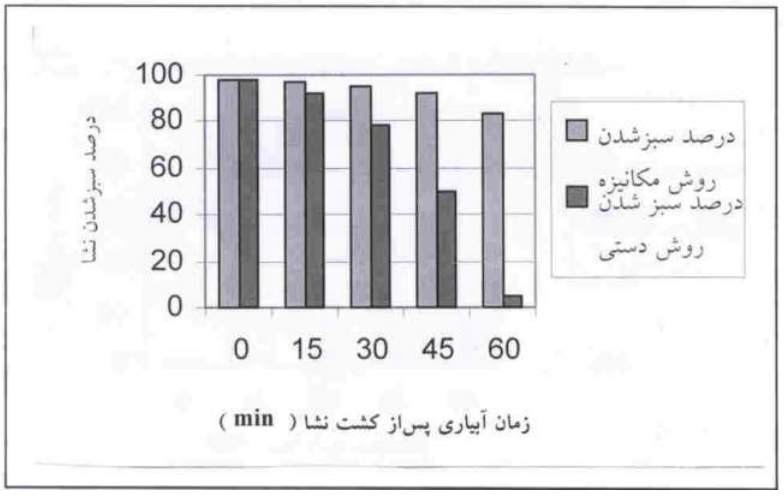

نمودار (۱) - مقایسه فاصله بوته‌ها در ردیف در دو روش کشت
فراوانی
12
10
8
6
4
2
0
-2
400
420
440
460
480
500
520
فاصله بوته‌ها در ردیف(mm)
فراوانی کشت مکانیزه
فراوانی کشت دستی


نمودار (۲)- مقایسه فاصله بوته‌ها دربین ردیفها دردوروش کشت
فراوانی
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
440
460
480
500
520
540
560
580
600
620
فاصله بوته‌ها در بین ردیفها (mm)
فراوانی کشت مکانیزه
فراوانی کشت دستی


نمودار(۳) - مقایسه زاویه‌استقراربوته دردو روش کشت
فراوانی
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
زاویه استقرار بوته (درجه)
فراوانی کشت مکانیزه
فراوانی کشت دستی


نمودار (٤) - مقایسه عمق کاشت در دو روش کشت
فراوانی
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
70 80 90 100 110 120 130 140 150
عمق کاشت (mm)
فراوانی کشت مکانیزه
فراوانی کشت دستی


نمودار(٥) - مقایسه سرعت کشت دردو روش دستی ومکانیزه
فراوانی
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
15 16.5 18 19.5 21 22.5 24 25.5 27 28.5 30 31.5 33 34.5 36
سرعت کشت(min/کلم)
فراوانی سرعت مکانیزه
فراوانی سرعت دستی


درصد سبزشدن نشا
100
80
60
40
20
0
0 15 30 45 60
زمان آبیاری پس‌از کشت نشا (min)
درصد سبزشدن
روش مکانیزه
درصد سبز شدن
روش دستی

نتیجه گیری

نتایج زیر بعد از ساحت و آزمایش دستگاه نشاء کار کلم به دست آمد:

۱- سرعت بهینه‌ای که دستگاه درآن کارمی‌کند برابر $۱ km/h$ می‌باشد.

۲- از نظر دقت روش کشت مکانیزه در سطح معنی‌دار۱٪ بر روش کشت دستی ارجحیت دارد (به غیراز زاویه استقرار)، وهمچنین با توجه به نمودارها انحراف از میانگین در روش مکانیزه کمتر می‌باشد .

۳- سرعت کشت مکانیزه با تفاوت ۱۵ بوته بر دقیقه نسبت به‌روش دستی بیشتر است.

۴- هزینه کشت مکانیزه با تفاوت ۴۰۰۰ تومان در روز نسبت به روش دستی کمتر می‌باشد.

۵- بوسیله ساز وکار آبدهی دستگاه، کشاورز با اعتماد بیشتری نسبت به سبز شدن بوته کاشته شده می‌تواند عمل کشت را انجام‌دهد.

پیشنهادها

پیشنهاد می گردد نشاءکار کلم ساخته شده با دستگاه های مشابه داخلی و خارجی از نظر عملکرد کار مقایسه گردد. همچنین عملکرد این دستگاه در کاشت سایر محصولاتی نظیر گوجه، پیاز و کاهو مورد بررسی قرار گیرد.

فهرست منابع

۱- صیری ، ع . (۱۳۶۷) . طرحهای آماری در علوم کشاورزی ، انتشارات دانشگاه شیراز ، ۹۱۲ ص

۲- پیوست ، غ و تفضلی ، ع . (۱۳۷۷) . سبزیکاری ، نشررشت ،۳۶۲ص

۳- صناعی ، ۱ . (۱۳۷۱) . اصول ماشینهای بذرکار، (تألیف برناتسکی ، ،هامان وکانافوسیکی) ترجمه، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۷۴ ص

۴- فرشادفر ، ع . (۱۳۶۹) . طرحهای آماری برای تحقیقات کشاورزی ، (کوآنچای آ. گومر – آرتو آ.گومر) ، (ترجمه) ، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی ، ۱۳۲۵ ص

۵-قاسم‌زاده ، ح . (۱۳۷۹) . طراحی مکانیکی اجزای ماشین ، ج۱ ، (تالیف مات ، رابرت) ، ترجمه ، انتشارات دانشگاه تبریز ، ۵۱۲ ص

۶- مهدیان، ع. (۱۳۸۱). طراحی، ساخت و ارزیابی نشاءکار نیمه‌اتوماتیک کلم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۱۲۶ص

7-Bernacki . H ., j. Haman and Kanafojski . G . (1967) . Agricuktural Machines Theory and Construction , Published by PWRIL , Warszawa , pp. 826

8-Chow, J. B., J. K .Wang and Myers, A. L. (1980). Hand-fed lettuce seedling block transplanter , Transaction of the ASAE. 23: 1117-1120

9-Haffar , I . (1995) . Design and field evaluation of a Low –cost Crop transplamter with multiple seedlings feed . Agricultural Mechanization in Asia –Africa and Latin America , 26 (3) : 29-32

10-Ladeinde , M . A ., S . R . verma and Baksher , v . (1995) . Performance of semi-automatic tractor – mounted cassava plamter . Agricultural Mechanization in Asia – Africa and Latin America , 26 (1) : 27-30

11-Margolin, A., V. Bakshev and Verma , S. R. (1986). Development of semi automatic transplanter. Acta- Horticultura . 187, 158

Design, development and investigation of semi-automatic cabbage transplanter

A. Mahdian soltanabadi, M. Heidari Soltanabadi, T. Tavakoli, M. H.Khoshtaghaza

Abstract:

To increase the speed and the precision of planting and to decrease the costs, a semi-automatic cabbage transplanter was designed and development. It was used for transplanting of white-headed cabbage plants(*Brassica oleracea var. capitata)*. This machine is made of five basic components: shavel furrow opener, conveyor planting unit, plant pockets (holders), packing wheel, and water supply. It has also three supporting parts: frames (mainframe, reserve water tank frame and plant box frame), power transfer and control system. Plant pocket (vee-shape forming) are attached to the conveyor unit, which rotate by the packing wheel.

This transplanter was evaluated the planting whit optimized speed of 1 km/h and the speed of planting 33 plants in every row within one minute. The results showed that the precision, speed, and cost of planting with this system compared to the hand planting have significant difference in 1% level. So transplanting whit this machine is better and preferd than the hand planting.

Keyword: Planter, transplanter, transplanting.cabbage, vegetable, semi-automatic-dibbling.