طراحی، ساخت و ارزیابی ربات کشت بذر گوجه‌فرنگی برای سینی‌های کاشت گلخانه‌ای

جلال الدین قضاوتی[1*]، داود محمدزمانی[2]، مهدی عباسقلی پور[3]، بهزاد محمدی الستی[4] و عادل رنجی[5]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، بناب، ایران Ghezavati905@gmail.com
۲و ۵- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تاکستان، ایران
۳و۴- استادیار، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

چکیده

ایجاد بستر مناسب و بذرکاری دستی بذرهای سبزیجات کوچک در سینی‌های کاشت نشاء فرآیندی زمان‌بر و مستلزم نیروی انسانی بالاست و موجب محدود شدن ظرفیت تولید کشت سبزیجات در گلخانه‌ها می‌شود. در شرایط ایران، کشاورزان از بذرکارهای ظرفیت بالای خارجی به دلیل قیمت بالا استفاده نمی‌کنند. هدف از این پژوهش طراحی و ساخت یک ربات بذرکار دقیق برای سینی‌های کاشت می‌باشد. بر اساس پارامترهای طراحی شده در آزمایشگاه، یک نمونه اولیه از یک بذرکار بادی توسط نرم‌افزار طراحی SolidWork، شبیه‌سازی و برای کاشت بذر گوجه‌فرنگی ارزیابی گردید. این ربات بذرکار می‌تواند در یک ردیف از سلول‌ها در یک سینی، شیار ایجاد کرده و با اندک تاخیر زمانی یک بذر را در آن شیار جا دهد. این بذر کار در فشار مکش ۳/۸۹ و ۳/۴۲ بار و قطر سوراخ های ۰/۴۷ و ۰/۴۹ میلی‌متر مورد ارزیابی قرار گرفت. بسته به اندازه سینی ها، ظرفیت نامی این بذرکار بین ۱۷۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰ سلول در ساعت می‌باشد. قیمت تمام شده بذرکار با ظرفیت نامی ۱۷۰۰۰ سلول در ساعت با استفاده از نمونه اولیه این دستگاه بذرکار، حدود ۳۰ درصد از هزینه محاسبه شده در بذرکاری به روش دستی است. به منظور ارزیابی سامانه با استفاده از طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی، ۱۰ سینی نشاء در سه تکرار توسط ربات طراحی شده، کشت شد و در هر مرحله تعداد بذر کشت شده به صورت صحیح در هر سینی شمارش شد. دقت سامانه طراحی شده به طور میانگین ۸۸ درصد بود. ظرفیت نامی کشت سامانه، ۱۷۰ سینی در هر ساعت اندازه‌گیری شد.

کلمات کلیدی: سینی نشاء، ربات، کشت بذر، گوجه‌فرنگی

مقدمه

از دیدگاه اقتصادی، گوجه‌فرنگی پس از سیب‌زمینی دومین محصول پر ارزش کشاورزی محسوب می‌شود که از لحاظ میزان مصرف سرانه در جهان نیز پس از آن قرار دارد. مصرف سرانه آن در ایالات متحده در طول ۲۰ سال گذشته حدود ۳۰ درصد افزایش نشان داده است و به رقمی فراتر از ۴۱/۷۳ کیلوگرم در سال ۲۰۰۰ رسیده است. ایتالیا کشور برتر صادرکننده محصول گوجه‌فرنگی در سال ۲۰۰۷، ۲۹ درصد از کل تجارت جهانی این محصول را به خود اختصاص داده است، بعد از آن چین با ۲۸

درصد در رتبه دوم، سپس اسپانیا ۱۰ درصد، آمریکا ۷ درصد، پرتقال ۶ درصد، یونان، ایران، هلند، شیلی هر کدام حدود ۳ درصد، آلمان، کانادا و ترکیه هر کدام حدود ۱ درصد و کشورهای مکزیک، بلژیک، مجارستان، کاستاریکا، لهستان، روسیه، آرژانتین و فرانسه در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند (Ashkvary, 2008). سطح زیرکشت گیاه گوجه‌فرنگی در ایران در سال ۱۳۸۷ معادل ۱۶۳۵۳۹ هکتار و تولید آن ۵۸۸۷۷۱۵ تن و میانگین استان‌ها به ترتیب ۴۳۵۲ هکتار با تولید ۱۱۷۸۸۷ تن بوده است که با ۳۳/۰۱ درصد سهم از برداشت محصولات سبزی، رتبه دوم را بعد از سیب‌زمینی در ایران دارد (Anonymous, 2009). گوجه‌فرنگی یکی از محصولاتی است که بیشترین بهره‌وری را در مصرف آب کشاورزی دارد. مشکل تولید گوجه‌فرنگی در ایران، پایین بودن عملکرد در واحد سطح است (Ashkvary, 2008). امید است با استفاده از روش‌های نوین کشاورزی، استفاده از بذور هیبرید و آبیاری قطره‌ای با مصرف آب کمتر، تولید این محصول در واحد سطح افزایش یابد. بخش عمده زیر کشت سبزیجات ایران، در حال حاضر از بذرهای هیبرید استفاده می‌شود که گران قیمت هستند اما حجم و کیفیت تولید بالایی دارند. اکثر نشاهای پیوندی مورد استفاده ۸۳ درصد است که حاصل پیوند سه محصول به نام‌های گوجه‌فرنگی ۴۵ درصد، فلفل ۲۸ درصد و کلم ۱۰ درصد هستند. از آنجایی که این بذرها گران قیمت هستند، باید درصد جوانه‌زنی و جوانه‌های سالم و بدون بیماری را برای انتقال به مزارع فضای باز، به حداکثر رساند. آماده‌سازی جوانه‌ها در سینی‌های نشاء نوعی فناوری برای پاسخ‌دهی به این نیاز است (Peyvast and Tafazzoli., 1999). این فناوری در سطح سرمایه‌گذاری کشاورزی، هم برای کشاورز و هم برای سرمایه‌گذار مزایای زیادی دارد. سینی‌ها با یک لایه شامل کود پیت و میکولیت پوشیده شده است و آنگاه پس از شیارزنی و آماده کردن بستر مناسب به صورت دستی، درون هر سلول یک عدد بذر قرار داده می‌شود. اما قرار دادن دستی بذر، مرحله‌ای زمان‌بر و مستلزم نیروی کار بالاست. برای بذرکاری ۱۰۰ سینی نشاء ۱۵×۷ سلولی، برای رشد ۱۰۲۰۰ جوانه حدود ۱۶ کارگر در ساعت نیاز است. همین امر موجب می‌شود به علت در دست نبودن نیروی کار کافی، ظرفیت تولید گلخانه‌ها کاهش یابد. به خصوص در فصل کار، یافتن نیروی کار برای بذرکاری جوانه سبزیجات بسیار دشوار است. بنابراین مکانیزه کردن عملیات بذرکاری در سینی‌ها به منظور افزایش ظرفیت صنعت رو به رشد گلخانه‌های ایران ضروری است. برای اینکه بذرکاری دقیق انجام شود باید یک عدد بذر از داخل مخزن برداشته و درون هر سلول جا گذاری شود. در سراسر دنیا مرحله تکی‌سازی بذر مورد مطالعه پژوهشگران مختلفی قرار گرفته است و انواع مختلفی از سامانه‌های بذرکاری برای محصولات ارائه شده است. در تحقیقی یک جداکننده تکی بذر برای سینی‌های تراکم بالا ارائه شده است که می‌تواند بذرهای بیضی شکل را به صورت تکی جدا کند اما قادر به تکی‌سازی بذرهایی که شکل نامنظم دارند، نیست (Hanacek and Bickel, 1984). همچنین یک بذرکار مکشی چند منظوره ارائه شد که هم برای بذرهای صاف مناسب است هم برای بذرهای کروی. طبق گزارش‌های ارائه شده این بذرکار ۳۶ بار سریع‌تر از کاشت دستی عمل می‌کند (Chen *et al*, 1993). در تحقیق دیگری کارآمدی بذرکار ماشینی بذرهای سبزیجات در ۱۸ نوع مخزن محصول مورد مطالعه قرار گرفت و چنین نتیجه‌گیری شد که عواملی که روی کارآمدی بذرکار اثر دارند عبارتند از: میزان مکش، قطردهانه، شیوه ورود دهانه به مخزن حاوی بذر، شکل بذر و نیز برخی خصوصیات بذر مثل تمیز بودن، اندازه سطح صیقلی یا شکل کپسولی داشتن

(Zigmanov, 1997). برای بذرکاری خودکار دانه های بزرگ میوه‌ها، سبزیجات و محصولات ریشه زیرزمینی یک بذر کار مکشی ارائه شده است (Kim *et al*, 2003).

بر اساس نتایج تحقیقات گذشته، مهمترین عوامل موثر بر عملکرد و سرعت بذرکاری در سینی‌های نشاء عبارتند از قطر دهانه و فشار مکشی. بر این اساس ، طراحی، ساخت و ارزیابی یک ربات کشت بذر درون سینی نشاء که با سرعت و دقت کشت بالا قادر به کشت خودکار بذور سبزیجات به ویژه بذر گوجه‌فرنگی باشد، از اهداف مهم این تحقیق بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

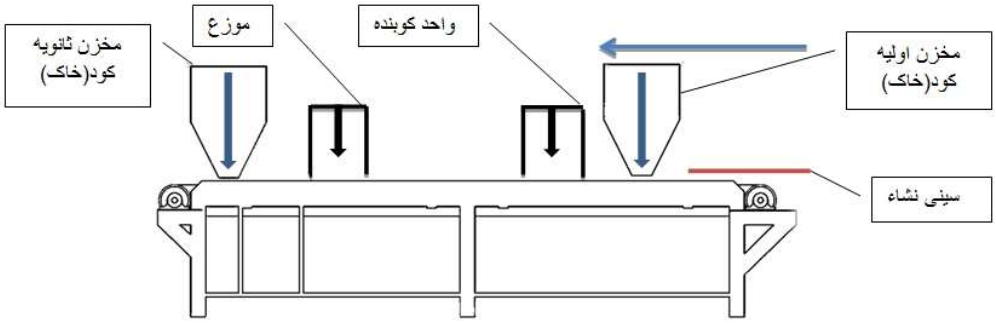
۲.۱. مراحل آزمایشگاهی

ابتدا در آزمایشگاه به بررسی خواص بذرهای گوجه فرنگی پرداخته شد: مهمترین پارامترهای مورد مطالعه، اندازه، شکل، وزن، سرعت خروج از مخزن و سرعت کمینه حمل بودند. سپس یک واحد تکی‌سازی نوع مکشی برای بررسی عوامل مؤثر بر طراحی آماده شد، به طوری که بتوان یک بذر تکی را از توده بذور گوجه فرنگی برداشت کند. کمترین زمان جایگیری (MRT)[1] بخش دهانه برای برداشتن بذر محاسبه شد. MRT عبارت است از کمترین بازه زمانی که دهانه باید روی مخزن بذر ثابت بماند تا یک عدد بذر واحد را بردارد. این کار با کاربرد یک دوربین دیجیتال با سرعت ۲۵ فریم در ثانیه انجام شد و با تحلیل نتایج، زمان مورد نیاز برای حرکت بذر از مخزن به دهانه محاسبه گردید.

۲.۲. ملاحظات مربوط به طراحی

بر مبنای مقادیر بهینه به دست آمده از فشار مکش، اندازه دهانه و MRT به دست آمده، یک نمونه اولیه از بذرکار طراحی و ساخته شد. مهم‌ترین مواردی که در طراحی و ساخت مد نظر قرار گرفت، عبارتند از: هزینه‌ها، آسانی عملکرد، قابلیت حمل و نقل، استفاده از مواد و تجهیزات بومی و موجود، ظرفیت بذرکار و نیز شیوه تکی‌سازی بذر. در شکل ۱ طرح‌واره دستگاه قابل مشاهده است.

[1]. Minimum Residence Time



شکل۱- طرح‌واره ربات کشت بذر

Figure-1. Seed cultivation robot schema

در بررسی‌های به عمل آمده با چند گلخانه تجاری، مشخص شد که در فصل کشت سبزیجات حدود ۲۰۰۰ نشاء در روز تقاضا می‌شود، اما انتظار می‌رود در آینده‌ای نزدیک، این رقم دو برابر شود. طبق مطالعات صورت گرفته در مورد تحقیقات پیشین، مبنای کار بر تکی‌سازی بادی بذر قرار داده شد. در این تحقیق از تجهیزاتی نظیر مثل پمپ‌های مکش، موتور الکتریکی AC، کنترلر PLC، اینورتر، حسگرهای نوری، کنداکتورهای حسگرها، جک‌های بادی، اتصالات، شیرهای برقی، تسمه و غیره برای رسیدن به این هدف استفاده شد و قطعاتی هم که موجود نبودند، طراحی و ساخته شدند. سامان‌دهی، چیدمان و شکل‌بندی اجزاء نیز بر مبنای آسانی عملکرد، تطابق و هماهنگی بیشتر انجام گرفت. قبل از پایان طراحی به جنبه‌های ارگونومی کار نیز پرداخته شد. ارتفاع سکوی دستگاه ۷۸۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد به طوری که مناسب یک کارگر با قد متوسط باشد که روی صندلی نشسته و یا ایستاده است. کلیدها و دریچه‌ها طوری قرار گرفته‌اند که در دسترس کاربر باشند. همزمان سازی حرکتی و زمانی اجزاء دستگاه به ترتیب زیر صورت گرفت:

الف) قرار دادن اولین سینی نشاء برروی تسمه حرکتی دستگاه.

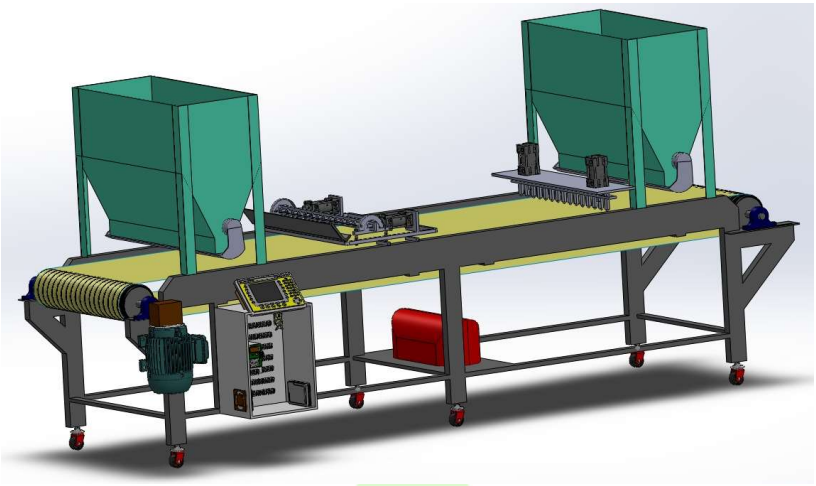
ب)دریافت اولین سیگنال مبنی بر ورود سینی و باز شدن دریچه مخزن اولیه برای کودریزی.

ج)آماده کردن بستر کشت و کوبش خاک یک ردیف از سلول‌های سینی در یک زمان.

د)تأمین ترکیبی از پارامترهای طراحی ماشینی و عملیاتی از جمله اندازه سوراخ‌های استوانه، فشار مکش، ارتفاع مخزن بذر، کمترین زمان جایگیری، و ارتعاش مخزن بذر برای تکی سازی برداشتن بذر.

ه)برداشتن بذرها از مخزن بذر توسط سامانه بردارنده خلأیی و آزادسازی آن از دهانه برای قرارگیری درون سلول‌های سینی نشاء.

و) و در مرحله پایانی باز شدن دریچه مخزن ثانویه به منظور کودریزی.



شکل ۲- مدل‌سازی دستگاه با نرم افزار SolidWorks

Figure-2. Modeling of machine by SolidWorks software

مراحل ب تا و در یک دور از چرخش موتور الکتریکی با سرعت ۶۰ دور در دقیقه انجام می پذیرد، در حالی‌که برای کاشت هر سینی تنها ۲۲ ثانیه زمان لازم است تا ظرفیت مطلوب کشت بذر حاصل آید. برای بررسی هم‌زمانی اجزاء عملیاتی، قبل از بررسی نهایی بذرکار، با استفاده از نرم افزار SolidWork اجزاء عملیاتی، شبیه سازی و حرکت آنها بررسی گردید (شکل ۲).

۲.۳.طراحی اجزاء کاری دستگاه

بذرکار از چندین بخش تشکیل شده است که برای حاصل شدن نتیجه مطلوب به طور هماهنگ با هم عمل می‌کنند. این بخش‌ها عبارتند از یک شاسی و سازوکار تسمه نقاله، مخازن اولیه و ثانویه کود، واحد کوبنده، موزع دستگاه و مخزن در حال ارتعاش بذر. دستگاه طوری طراحی شده است که موقعیت دهانه، میزان فشار مکش، ارتفاع برداشتن بذر و فرکانس ارتعاش سینی بذر قابل تنظیم باشد. در شکل ۳ نمای واقعی دستگاه قابل مشاهده است.

شکل ۳- ربات کشت بذر درون سینی نشاء

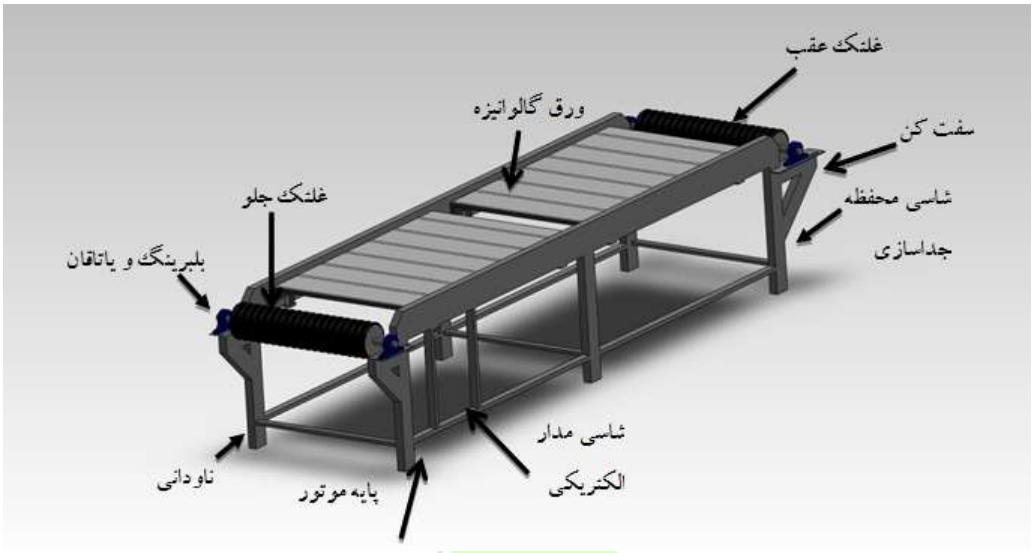
Figure-3. seed planter Robot in tray

۲.۳.۱. شاسی و سازوکار تسمه نقاله

الف) *شاسی سامانه و تسمه نقاله*: به منظور استقرار اجزاء مکانیکی و الکترونیکی دستگاه به صورت یکپارچه، از یک شاسی با ابعاد ۷۴×۸۶×۳۰۰ سانتی‌متر از جنس قوطی‌های فولادی و همچنین برای حمل سینی نشاء و هدایت آن به قسمت انتهایی و انجام مراحل کشت بذر و کودریزی، تسمه نقاله‌ای بر روی شاسی نصب شد (شکل ۴).

ب) *تسمه:* از تسمه نقاله به منظور انتقال سینی نشاء استفاده شد. جنس آن از لاستیک بوده و ضخامت آن سه میلی‌متر می‌باشد. این تسمه به صورت آج‌دار انتخاب شد تا انتقال و هدایت سینی نشاء بدون سرش انجام شود.

پ) *غلتک ها:* برای ایجاد حرکت خطی در تسمه نقاله، دو غلتک لاستیکی ساخته شد. غلتک محرک به دلیل حرکت تسمه به سمت جلو، در قسمت جلوی دستگاه نصب گردید و انتقال نیرو از یک موتور الکتریکی موجب حرکت تسمه نقاله می‌شود. سامانه انتقال نیرو از موتور به غلتک محرک، شامل جعبه‌دنده متصل به انتهای محورهای خروجی از غلتک و موتور الکتریکی می‌باشد. غلتک متحرک در انتهای دستگاه نصب شده و برای تنظیم حرکت تسمه و نیز، شل و سفت کردن آن (به وسیله سازوکار سفت‌کن) به کار می‌رود. این غلتک در داخل شیارهای ایجاد شده در پایه‌های جانبی به طور طولی در راستای تسمه حرکت می‌کند. جنس غلتک‌ها از لاستیک فشرده انتخاب شده و برای اینکه تسمه لاستیکی کاملاً به غلتک بچسبد و احتمال هرگونه سرش را از بین ببرد، از سازوکار تنظیم کشش به صورت لاستیکی با صفحات جدا از هم استفاده شد.

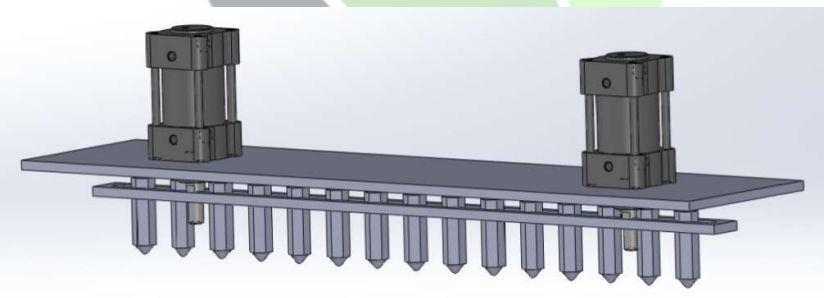


شکل ۴– شاسی اصلی و تسمه نقاله

Figure.4. The main chassis and belt conveyor.

۲.۳.۲. سازوکار کوبنده سمبه‌ای (حفره‌ساز)

سازوکار کوبش خاک به طور هم‌زمان در سلول‌های یک ردیف از سینی حفره ایجاد می‌کند. حرکت رفت و برگشتی عمودی میله اتصال دهنده، سازوکار حفره‌زنی را به کار می اندازد (شکل ۵).



شکل۵– سازوکار کوبنده سمبه‌ای خاک (حفره‌ساز)

Figure.5. -Soil Punch mechanism

میخ‌های شیارزن از میله پلاستیکی به قطر ۲۰ میلی‌متر ساخته شده‌اند و روی یک قطعه فلزی به فاصله‌ای برابر با فاصله سلول-های سینی کار گذاشته شده‌اند. می‌توان میخ‌ها را برای اندازه‌های مختلف سینی به سادگی تعویض کرد. نیروی لازم برای فرو رفتن میخ‌ها به عمق حداکثر ۱۵ میلی‌متر درون سلول ها محاسبه شد. طبق محاسبات نیرویی برابر با ۲۳ نیوتن لازم است تا ۱۵ سلول هم‌زمان شیار زده شود.

۲.۳.۳. موزع خلأیی دستگاه

این بخش متشکل از ۱۵ دهانه (مکنده) بذر است که روی یک استوانه میان تهی آلومینیومی به ابعاد ۲۰×۵×۱۰ میلی‌متر به فواصل معین نصب شده است. طول لوله خلأ متناسب با یک لایه بذر مانند گوجه‌فرنگی جهت بذرکاری در ردیف از سلول‌های سینی نشاء می‌باشد (شکل ۶).

شکل ۶- موزع و مخزن بذر دستگاه

Figure.6. Seed metering system and reservoir

گوشه سینی مخزن بذر با زاویه ۴۰ درجه نسبت به افق قرار داده شده است تا برداشتن بذر توسط لوله‌های خلأیی به راحتی و بدون ایجاد مشکل انجام شود. با استفاده از یک واحد کنترل ارتعاش که از طریق تنظیم سرعت چرخشی محور موتور محرک سامانه ارتعاشی تنظیم می‌شود می‌توان فرکانس ارتعاشات مخزن بذر را کنترل کرد. برای این که حرکت بذرها به سوی جایگاه برداشته شدن آرام باشد می‌توان میزان زاویه کج بودن سینی را به دلخواه تغییر داد.

۲.۴.آزمون عملکرد ربات بذرکار

چرخه عملکردی بذرکار در شکل ۱ ارائه شده است. نحوه عملکرد این سامانه به گونه‌ای است که در ابتدا کاربر، سینی نشاء خالی را بر روی تسمه نقاله قرارداده و تسمه نقاله با سرعت ثابت، سینی را به سایر بخش‌های ماشین هدایت می‌کند. با رسیدن سینی به زیر مخزن اولیه خاک (کود)، یک حسگر نوری لبه سینی را حس کرده و سپس با صدور فرامین کنترلی توسط کنترلر PLC، دریچه

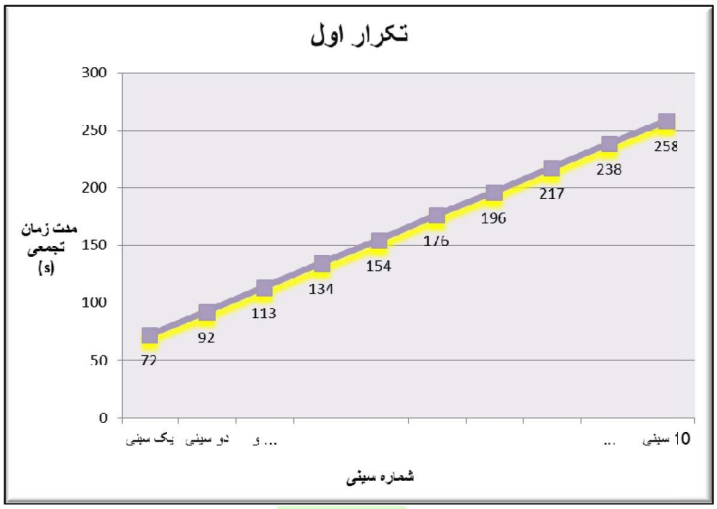
تحتانی مخزن خاک توسط یک جک بادی باز شده و خاک درون سلول‌های سینی نشاء ریخته می‌شود. در مرحله دوم و با به-کارگیری یک حسگر نوری دیگر، واحد کوبنده توسط دو جک بادی و سازوکار کوبشی، خاک درون سلول‌ها را کوبیده تا در مرحله سوم توسط یک سازوکار رفت و برگشتی، سوزن‌های خلأیی موزع، بذر را از مخزن در حال ارتعاش برداشته و درون سلول‌ها قرار دهند. مرحله پایانی خاک‌ریزی بر روی بذر مستقر درون سلول‌های سینی نشاء می‌باشد که سازوکار آن مشابه مخزن اولیه خاک می‌باشد. در انتها سینی پر شده توسط کاربر برداشته می‌شود. جمع‌آوری و پردازش داده‌های تمام حسگرها و نیز صدور فرامین کنترلی به جک‌های بادی توسط کنترلر PLC و بر اساس برنامه کنترلی WinProlader انجام شده است.

ارزیابی عملکرد دستگاه با بذرکاری تکی بذرهای گوجه‌فرنگی در سینی ۱۰۲ سلولی (۷×۱۵) انجام شده است. فشار مکش و اندازه دهانه برای بذر گوجه‌فرنگی محاسبه شد. طول مقیاس بندی برابر و بر اساس فواصل سلول‌ها یعنی ۳۰/۵ میلی متر در نظر گرفته شد. کارآمدی تکی‌سازی بذر توسط سامانه، به صورت درصد تکی دانه‌کاری و درصد کل سلول‌های بذرکاری شده، محاسبه شد. کارآمدی مصرف بذر عبارت است از نسبت کل سلول‌های کشت شده به کل بذرهای موجود در سلول‌ها. کارآمدی بذرکاری نیز عبارت است از درصد بذر برداشته شده تکی، دوتایی و چندتایی. ظرفیت دستگاه نیز به صورت تعداد سلول‌های سینی بذرکاری شده در هر ساعت تعریف شد.

۳.نتایج و بحث

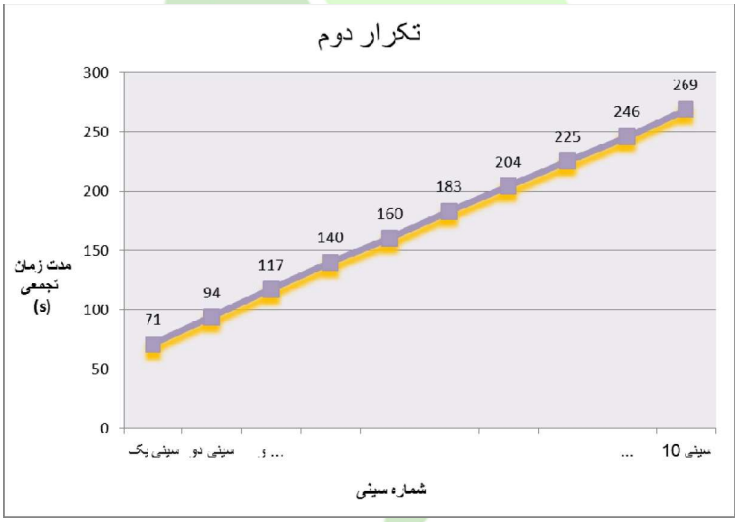
۳-۱-۱- نتایج بررسی مدت زمان تجمعی کشت ۱۰ سینی در سه تکرار

به منظور ارزیابی دقت عملکرد سامانه، ۱۰ سینی در سه تکرار، توسط کاربر داخل دستگاه قرار داده شد و همزمان با ورود اولین سینی و خروج آخرین سینی مدت زمان کل کشت ۱۰ سینی به طور جداگانه ثبت گردید. در بررسی‌های اولیه بر اساس زمان، مشخص شد اگر خطای کاربر در قرار دادن به موقع سینی‌ها بر روی نقاله نادیده گرفته شود، تغییر زمانی قابل توجهی در زمان خروج سینی‌ها پس از کشت دیده نمی‌شود. نتایج این آزمون در نمودار شکل‌های ۷، ۸ و ۹ ارائه شده است.



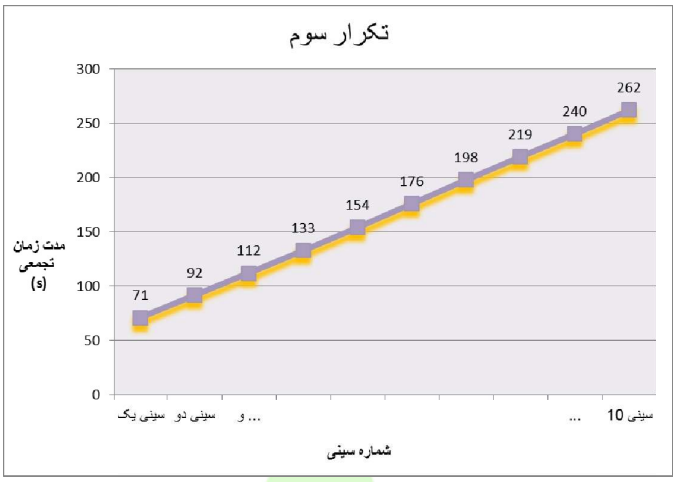
شکل ۷– مدت زمان تجمعی به دست آمده در تکرار اول

Figure-7. The cumulative time achieved in the first iteration



شکل ۸– مدت زمان تجمعی به دست آمده در تکرار دوم

Figure-8. The cumulative time achieved in the second iteration



شکل۹- مدت زمان تجمعی بدست آمده در تکرار سوم

Figure-9. The cumulative time achieved in the third iteration

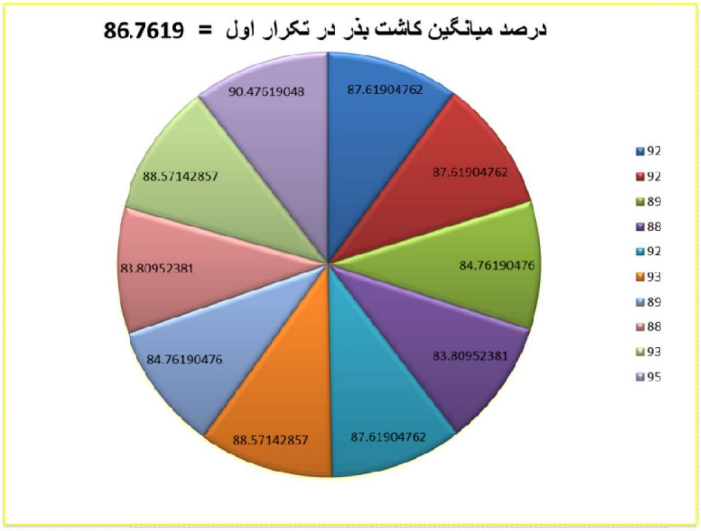
۳-۱-۲- دقت کشت دستی و مکانیزه

پس از کشت هر سینی در هر تکرار مقدار بذر کشت شده هر سینی شمارش و به‌صورت درصد بیان شد (نمودار شکل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲). مدت زمان متوسط برای برداشتن یک بذر از سینی مخزن بذر و قرار دادن آن درون هر سلول سینی نشاء کمتر از ۲ ثانیه اندازه گیری شد. در این تحقیق سعی شد تا تکی سازی بذر بهینه برای طراحی و ارزیابی عملکرد بذرکار نمونه، انتخاب شود. نمونه اولیه بذرکار با همین تنظیمات و با یک سینی نشاء حاوی ۱۰۵ سلول مورد استفاده قرار گرفت. ظرفیت بذرکار آزمایش شده با سینی نشاء به اندازه ۷×۱۵ سلول، ۱۷۷۵۰ سلول در هر ساعت محاسبه شد که نشان می‌دهد با کاهش اندازه بذر، فشار مکش افزایش می‌یابد. بنابراین در هنگام کار با بذرهای ریز باید دقیقاً مراقب نوسانات فشار مکش بود تا به حداقل برسد و دوتایی بودن بذر تنها تحت تأثیر قطر دهانه بود. بنابراین بر کمینه کردن دوتایی بودن بذر باید اندازه دهانه را یکسان ساخت.

در مورد گوجه فرنگی چندتایی بودن بذر به طور چشم‌گیری تحت تأثیر فشار مکش و دهانه موزع بود. شاید این به دلیل سطح کرک‌دار بذور گوجه فرنگی است که موجب می‌شود که بذرها به هم بچسبند و به جای تکی یا دو تایی بودن، توده چندتایی تشکیل دهند اما به دلیل استفاده از بذر پوششی در این تحقیق، کشت چندتایی مشاهده نشد. در مورد گوجه فرنگی، قطر دهانه تأثیر زیادی روی توده‌ایبودن بذرها داشت. همچنین مشاهده شد که دهانه خلأیی در چند حالت هیچ بذری را برنمی‌دارد: ۱) زمانی که در طی فرآیند برداشتن بذر، بذر کافی در سینی مخزن بذر موجود نبود، ۲) دهانه بر اثر گیر کردن بذرهای نامتناسب، گرد و خاک یا مواد خارجی دیگر مسدود بود، ۳) فشار مکش در طول چرخه برداشتن، دچار نوسان می‌شد. بنابراین، می توان با انجام برخی عملیات میزان خطا را کاهش داد: ۱) ریختن میزان کافی بذر به دستگاه به گونه‌ای که سطح سینی کاملاً پوشیده شود، ۲) طراحی یک

سازوکار خود تمیزکن برای بذرکار، ۳) جایگزین کردن مارپیچ مغناطیسی با سامانه مکانیکی تا مسیر جریان هوا را راه باز نگه دارد.

بنابراین طبق مشاهدات بهتر است برای عملکرد مطلوب دستگاه، بذرها یک اندازه و ترجیحاً پوشش دار باشند.



شکل ۱۰– درصد میزان کاشت صحیح بذر در تکرار اول

Figure 10. Correct planting rate percentage in the first iteration

شکل ۱۱– درصد میزان کاشت صحیح در تکرار دوم

Figure 11. Correct planting rate percentage in the second iteration

شکل ۱۲- درصد میزان کاشت صحیح در تکرارسوم

Figure 12. Correct planting rate percentage in the third iteration

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مدیر محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب جناب آقای مهندس شهدوست و همچنین مسئولین محترم بسیج علمی پژوهشی سپاه انصار المهدی (عج) به خاطر حمایت های فکری و مالی از انجام پروژه قدردانی می گردد.

منابع

1. Ashkvary, M. 2008. Review of international trade of processed tomato products in the world and Iran position in this market. The first Conference of Production and processed Technology Tomato. Mashhad. (In Farsi).
2. Anonymous, 2009. Crop Statistics. Available at: http://dbagri.maj.ir/zrt/yearrep.asp.p:144&-9900. Accessed 15 September 2009. (In Farsi).
3. Peyvast, GH., and Tafazzoli, A. 1999. Vegetable Farming. Guilan University press. (In Farsi).
4. Margolin, A., V. Bakshev, and Verma , S. R. 1986. Development of semi automatic transplanter. Acta- Horticultura. 187, 158.
5. Chen, J. M., C. C. Yu, J. H. Lei, J. M. Yu, and C. F. Chang. 1993. A multipurpose vacuum seed planter for vegetable crops plantings. Journal of Agriculture and Forestry,42(1), 1–18.
6. Hanacek, W. A. and P. Bickel. 1984. Singulating Seeder for High Density Plug Trays. United States Patent. Patent No.4,466,554.

7. Kim, D. E., Y. S. Chang, S. H. Kim, and G. I. Lee. 2003. Development of vacuum nozzle seeder for cucuribitaceous seeds (I)—design factors for vacuum seeding large sized seeds. Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery,28(6): 525–530.

8. Zigmanov, P. 1997. Efficiency of Machine Sowing of Vegetable Seed into Containers. Novi Sad, Yugoslavia.

Design, Construction and Evaluation of Robot of Tomato Seed planting for the trays of Greenhouse Planting

Jalaleddin Ghezavati[1*], Davood Mohammad Zamani[2], Mahdi Abbasgholipour[3], Behzad Mohammadi Alasti[4] and Adel Ranji[5]

[1*] Young Researchers and Elite Club, Bonab Branch, Islamic Azad University,Bonab, Iran
Ghezavati905@gmail.com
[2,5] Young Researchers and Elite Club, Takestan Branch, Islamic Azad University,Takestan, Iran
[3,4] Assistant Professor of Agricultural Machinery Engineering -Islamic Azad University - Bonab Branch

Abstract

Creating an appropriate platform and manual planting of small vegetables seeds in planting trays is a time-consuming process and requires more workforces. Therefore this limits the capacity of production of vegetables in greenhouses. Usually in Iranian situation, farmers' do not use foreign high capacity seeds, because of theirs higher price. Thus the aim objective of this study was simulation and constructing an exact seed planting robot for planting tray by using native and standard materials and components available in the market. Based on designed parameters in lab, a primary sample of prototype planting seeds was simulated by SolidWorks software and was analyzed for planting of tomato seed. This seed planting Robot can create a furrow in a row of cells of tray and put a seed in a shot delay. The seed plant Robot, in suction pressure of 3.89 and 3.42 (bar) and the diameter of hole of 0.47 and 0.49 mm was investigated. Depending on the tray capacity, the planting capacity of seed planting Robot was between 17,000 to 35,000 cells per hour. In order to evaluate the system, 10 trays of plants in three repetitions were planted by the Robot and at each step; the correct number of seeds planted in each tray was counted. The accuracy of the designed system was 88% and its cultivation capacity was 170 trays per hour.

Key words: seed planting, tomato, robot, planting tray