



طراحی و ساخت سورتر گوجه گیلاسی

حسین حاج آقا علیزاده^{۱*}، بهنام سپهر^۲

۱. دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا همدان (h-alizade@basu.ac.ir)
۲. دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا همدان (b.sepehr97@basu.ac.ir)

چکیده

جهت تفکیک محصولات تولیدی مخصوصاً محصولات کشاورزی روش‌های مکانیزه و هوشمند خیلی کمی وجود دارد و در این میان محصولاتی مانند گوجه گیلاسی که از میزان تولید بالایی در کشور ایران برخوردار می‌باشد نیازمند درجه‌بندی و سورتینگ می‌باشد تا ضمن کمک به نیروی انسانی برای افزایش بهره‌وری از باز شدن میوه در زمان‌های برداشت، له‌شدگی و انبار کردن و ارسال به محل‌های مصرف نیز جلوگیری به عمل آید. سورتینگ اصطلاحی به معنای درجه‌بندی و دسته‌بندی محصولات کشاورزی است. در بیشتر موارد، سورتینگ مقدمه‌ای برای بسته‌بندی محصول کشاورزی محسوب می‌گردد. ضمن اینکه در بازارهای میوه و تره‌بار جوامع مدرن، به‌طور تقریبی تمامی میوه‌ها و سبزی‌ها به‌صورت سورت و برچسب‌گذاری شده عرضه می‌شوند و این امر سبب تشخیص آسان‌تر کیفیت محصول، توسط مشتری شده و توزیع و عرضه منظم‌تری را به دنبال خواهد داشت. هدف از اجرای این تحقیق، ساخت دستگاه سورتر میوه‌ی گوجه گیلاسی می‌باشد. دستگاه طراحی شده قابلیت جداسازی میوه مذکور در سه ساینز قطری بزرگ متوسط و کوچک را دارد. دستگاه در نرم‌افزار سالید ورک طراحی و در کارگاه گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان ساخته شد. میوه‌ها پس از رهاسازی بر روی تسمه وارد غلتک سوراخ‌داری شده که عملیات سورت کردن را در سه ساینز انجام می‌دهد. با به کار انداختن دستگاه ساخته‌شده برای ۱۰۰ عدد از گوجه‌های گیلاسی ثبت و عرضه گردید و در نهایت با ۸۹٪ تفکیک درست جواب قابل قبولی ارائه داد.

کلمات کلیدی: تسمه‌تقاله، سورتر طراحی و ساخت، قطر، گوجه گیلاسی.

*نویسنده مسئول: h-alizade@basu.ac.ir



طراحی و ساخت سورتر گوجه گیلاسی

مقدمه

سورتینگ اصطلاحی به معنای درجه‌بندی و دسته‌بندی محصولات کشاورزی است. سورتینگ محصولات کشاورزی به درجه‌بندی انواع میوه‌ها و سایر محصولات کشاورزی بر اساس اندازه، رنگ، شکل ظاهری و سایر عوامل و جداسازی ناخالصی‌ها، میوه‌ها و محصولات خراب و فاسد شده اطلاق می‌گردد [۲]. در بیشتر مواقع سورتینگ مقدمه‌ای برای بسته‌بندی محصول کشاورزی محسوب می‌گردد. ضمن اینکه در بازارهای میوه و تره‌بار جوامع مدرن، به‌طور تقریبی تمامی میوه‌ها و سبزی‌ها به‌صورت سورت و برچسب‌گذاری شده عرضه می‌شوند و این امر سبب تشخیص آسان‌تر کیفیت محصول توسط مشتری شده و توزیع و عرضه منظم‌تری را به دنبال خواهد داشت [۲]. امروزه علم و فناوری سورتینگ و تجهیزات مربوطه به درجه‌بندی و دسته‌بندی انواع محصولات کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته به حدی پیشرفت نموده است که در اکثر واحدهای بزرگ کشاورزی و یا در مجاورت آن‌ها انواع تجهیزات سورتینگ یافت می‌شود که این امر سبب تسهیل بسته‌بندی اولیه و حمل‌ونقل محصول نیز شده و ارزش افزوده بیشتری نصیب کشاورزان این کشورها خواهد شد [۲]. متأسفانه هنوز در کشور ایران از نظر بسیاری از مردم، سورت و بسته‌بندی انواع میوه، بسته‌بندی خشکبار و ... به‌عنوان یک بحث فانتزی، تجملی و لوکس می‌باشد که سبب افزایش بهای عرضه محصول می‌شود و به‌ویژه قشر سنتی جامعه همچنان به مصرف محصولات عرضه‌شده به‌صورت فله‌ای و درجه‌بندی نشده ادامه می‌دهند. درجه‌بندی و بسته‌بندی محصولات کشاورزی، در نگهداری، محافظت و استانداردسازی محصول نقش داشته و نیز، عرضه محصولات در اندازه‌های یکسان، باعث یافتن بازارهای جدید خارجی و افزایش صادرات و ورود ارز به کشور خواهد شد.

افزایش تقاضای روزافزون مصرف‌کنندگان برای استفاده از میوه‌های تازه و سبزی‌های باکیفیت، منجر به حرکتی مؤثر در جهت بهبود کیفیت میوه‌ها و سبزی‌ها، هم در صنعت غذا و هم در بازار میوه تازه گردیده است. کیفیت محصول عمدتاً شامل ویژگی‌های حسی میوه (ظاهر، بافت، مزه و بو)، ارزش غذایی، ترکیبات شیمیایی، خواص مکانیکی و عدم وجود نقص در میوه می‌باشد. [۴]. ذهن خلاق انسان از یک سو و کنجکاوی و رفاه‌طلبی از سوی دیگر باعث شده که بشر دست به ابتکارات و اختراعات زیادی بزند. از این میان اتوماسیون و رباتیک کردن کارهای سخت، زیان‌آور، خسته‌کننده و تکرار جزء دستاوردهای انسان در سال‌های اخیر می‌باشد ولی صنعت با بهره‌گیری از علوم مختلف و ترکیب آن‌ها روزبه‌روز در حال پیشرفت و توسعه می‌باشد. بخش کشاورزی نیز جهت پیشرفت و بهره‌وری نیاز به ارتباط نزدیک و همه‌جانبه با صنعت پیدا کرده است. جهت جلوگیری از هدر رفتن محصولات کشاورزی با بهره‌مندی از مکانیزاسیون برای هر محصول دستگاه‌هایی را ابداع نموده که ضمن افزایش بهره‌وری باعث می‌شود که محصولات سالم و یکدست و کافی به دست خریدار برسد و تولیدکنندگان این محصولات نیز به کمک همین ابزارها می‌توانند در زمان اندک، محصولات بیشتری را به عمل آورند [۲].

به دلیل عدم توجه به مقوله سورتینگ در ایران چه بسیار از محصولات و فرآورده‌های مرغوب و منحصر به فرد کشور پهناور ایران نظیر زعفران، مرکبات، خرما، پسته، توت‌فرنگی، انواع خشکبار (میوه‌های خشک، برگه‌های میوه، کشمش و ...) که به دلیل عدم رعایت اصول و استانداردهای سورتینگ، بسته‌بندی و عرضه به‌صورت فله‌ای، توانایی و اجازه نفوذ و رقابت در بازارهای خارجی را نداشته و بخش قابل توجهی از آن‌ها نیز تبدیل به ضایعات می‌شود.

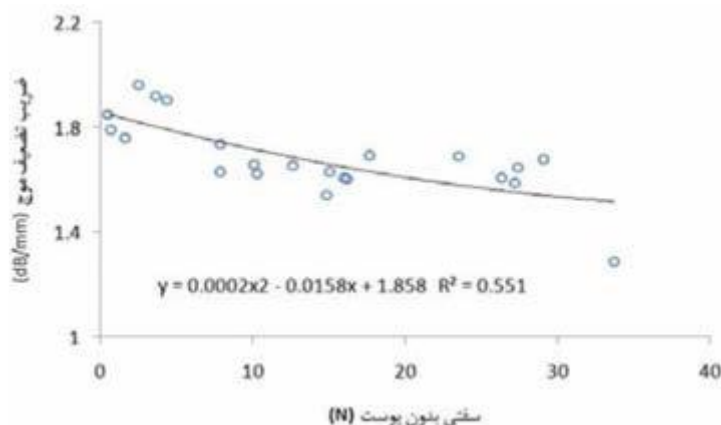
مراحل انجام فرآیند تولید طرح توجیهی سورتینگ میوه به‌صورت ترکیبی از سیستم اتوماتیک و نیروی انسانی انجام می‌پذیرد. در ابتدا سبدهای میوه‌های چیده شده از باغات توسط اوپراتور به حوضچه شستشوی با پمپ سیرکولایسون انتقال می‌یابند و با استفاده از نقاله پارویی میوه‌های غوطه‌ور به جلو حرکت می‌کنند [۵]؛ و در این مرحله شستشوی و ضد عفونی می‌گردند. البته قابل ذکر است این مرحله بسته به نوع



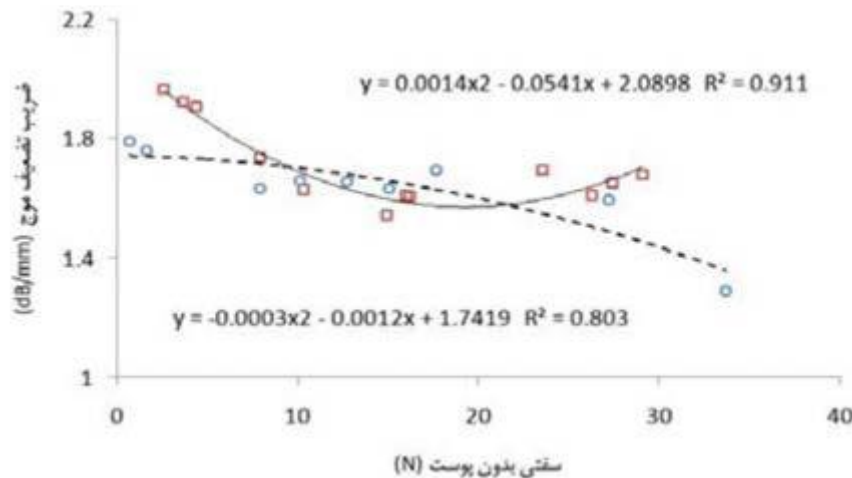
میوه ورودی به دستگاه داشته و ممکن است برای برخی از میوه‌ها انجام نپذیرد سپس میوه‌ها به وسیله نقاله زنجیره‌ای بر روی کاپ‌های قرارگیری میوه به صورت اتوماتیک قرار گرفته و هر کاپ با توجه به وزن میوه در امتداد دستگاه میوه را در محفظه مخصوص خود تخلیه می‌نماید و در کنار دستگاه اوپراتورهای تولید میوه‌های درجه‌بندی شده برحسب وزن را در درون کارتن و یا بسته‌های موردنظر جمع‌آوری کرده و روی کانوایر فوقانی دستگاه جهت جمع‌آوری در پایان خط تولید و انتقال به مرحله بعدی قرار می‌دهند [۶]. در برخی از خطوط تولید پیشرفته ممکن است این بخش طرح توجیهی شامل دستگاه اسکنر کامپیوتری میوه نیز شده که با استفاده از اشعه مخصوص درون میوه موردبررسی قرار گرفته تا در صورت وجود خرابی در بخشی از میوه آن میوه از بقیه محصول جدا شود تا به کاربردهای دیگر نظیر مربا سازی یا مارمالاد سازی برسد [۴]. در انتهای خط کارتن‌های میوه توسط اوپراتور به صورت بلوکی چیده شده و با استفاده از لیفتراک یا جک پالت به دستگاه پالتایز انتقال یافته تا در این قسمت پالت تسمه کشی و زوار بندی گردد. اصولاً با توجه به هزینه‌های بالای بسته‌بندی مقرون به صرفه می‌باشد که بخش کارتن‌سازی یا حداقل فرم دهی کارتن در داخل کارخانه در انتهای خط صورت پذیرد [۹].

محصول تولیدی موردبررسی در این طرح سورتینگ میوه می‌باشد. به طور کلی هدف از سورتینگ میوه دسته‌بندی و درجه‌بندی انواع میوه بر اساس سایز و کیفیت می‌باشد. به طوری که بتوان محصول نهایی را به صورت یکدست و یک اندازه در بسته‌بندی‌های مختلف در بازار ارائه نمود و مشتری نهایی در طول زمان از یکنواختی خرید خود با برند موردنظر مطمئن باشد. بسته‌بندی نهایی میوه و سبزی پس از عملیات سورتینگ به منظور جابجایی آسان و همچنین حفاظت از محصول نهایی سورتینگ شده صورت می‌گیرد [۷]. از ویژگی‌های بسته‌بندی مناسب میوه عدم استفاده از مواد مضر و شیمیایی در ساختار بسته‌بندی، سهولت فریز کردن و نگهداری در سردخانه، قابلیت حمل و نقل مناسب، پاسخگویی به نیازهای نهایی بازار به طوری که در وزن‌ها و بسته‌های مختلف که همه سلیقه‌ها را در بر بگیرد، استحکام فیزیکی مناسب بسته‌بندی به خصوص در صورت سورتینگ صادراتی میوه و سبزیجات، پالت سازی و جایگذاری صحیح کارتن‌ها درون پالت همچنین بسته‌بندی باید به گونه‌ای باشد که درون بسته و محصول سورتینگ شده کاملاً مشخص باشد [۱۲].

اندازه میوه تأثیر معنی‌داری بر سایر پارامترهای سورتینگ دارد. یکی از این پارامترها امواج فراصوتی برای سورتینگ میوه‌ها است. روابط معنادار بین ضریب تضعیف موج با سفتی هلو بدون پوست در حالت کلی و در گروه‌های نیمه رس و رسیده در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است [۱].



شکل ۱- نمودار تقریب ضریب تضعیف موج با سفتی هلو بدون پوست



شکل ۲- نمودار تغییرات ضریب تضعیف موج با سختی هلوی بدون پوست در گروه نیمه رس و رسیده

استفاده از محصولات کشاورزی سورت و بسته‌بندی شده موجب توسعه فروشگاه‌های مدرن زنجیره‌ای و حذف تدریجی فروشگاه‌های سنتی عرضه محصولات کشاورزی می‌شود [۸]. از نتایج این عمل کاهش رشد فضای تجاری کوچک و سنتی در فضای مسکونی و نیز یکنواختی در قیمت محصول عرضه شده و سیستم عرضه و کنترل مدرن‌تر خواهد شد [۱۱]. فروش انواع محصولات کشاورزی اعم از میوه، سبزی‌ها، گوشت، مرغ، خشکبار و ... به صورت درجه‌بندی و بسته‌بندی شده در قطعات و اندازه‌های یکسان و استاندارد، سبب رشد تجارت الکترونیکی در آینده خواهد شد و بسیاری از خریداران می‌توانند محصولات سورت و بسته‌بندی شده استاندارد را از طریق سفارش تلفنی و یا خرید اینترنتی تهیه نمایند و این امر در آینده موجب حذف برخی از سفرهای بیهوده درون شهری که در حال حاضر به منظور جست‌وجو برای خرید انواع محصولات کشاورزی است، خواهد شد [۱۰].

مواد و روش‌ها

اجرای این طرح در آزمایشگاه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه بوعلی سینا همدان صورت گرفته است. در این تحقیق با ساخت یک نمونه سورت گوجه گیلاسی به صورت نمونه آزمایشگاهی با استفاده از نرم‌افزار SolidWorks 2019 طراحی گردیده است؛ و در نهایت برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 2019 استفاده گردید. برای استخراج اندازه قطر سوراخ‌های غلتک، از بازار میوه و تره‌بار استان همدان (شکل ۳) به صورت رندوم (تصادفی) سایز کوچک، متوسط و بزرگ این نوع گوجه استخراج گردیده است شکل ۱ (قطرها با استفاده از کولیس دیجیتالی مدل لیمیت (ساخت چین) اندازه‌گیری شدند) شکل ۴.



شکل ۳- گوجه گیلاسی



شکل ۴- کولیس دیجیتالی

از یک تسمه از جنس برزنت برای قرارگیری گوجه‌ها در نظر گرفته شد. برای چرخاندن غلتک و تسمه‌نقاله از یک موتور الکتریکی که بر روی شاسی چهارپایه تعبیه شده است استفاده گردید، شکل ۵.



شکل ۵- موتور الکتریکی

انتقال توان از طریق چرخ زنجیر فلزی به تسمه‌نقاله و غلتک صورت گرفت. برای جلوگیری از سقوط گوجه از بغل‌های تسمه‌نقاله از ورق فلزی به ضخامت یک میلی‌متر با ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر به‌عنوان دیواره استفاده گردیده است. برای جلوگیری از عمل سرخوردگی میوه بر روی غلتک گردان اقدام به افزایش اصطکاک غلتک از طریق خشنکاری سطح داخلی غلتک شده است. در جدول ۱ جنس مواد بکار رفته در تولید این ماشین نشان داده شده است.

جدول ۱- جنس قطعات ساخته شده

جنس	قطعه
ورق فلزی سرد یک میلی‌متری	غلتک گردان
برزنت	تسمه
قوطی ۲×۳ (ورق گرم)	شاسی (پایه‌ها)
پلاستیک فشرده	جعبه جمع‌آوری
St37	چرخ‌دنده

نحوه کارکرد ماشین بدین صورت است که میوه بعد از جمع‌آوری در داخل جعبه بر روی تسمه ره‌اشده و موتور الکتریکی روشن می‌شود. سپس تسمه‌نقاله که به‌وسیله پولی‌هایی در دو انتهایش مهر شده نیرو را از موتور الکتریکی دریافت نموده و تسمه را می‌چرخاند. با چرخش تسمه گوجه‌ها به حرکت درآمده و به داخل غلتک گردان تخلیه می‌گردد. غلتک گردان نیز نیروی گردش خود را از موتور الکتریکی دریافت کرده و به چرخش درمی‌آید. غلتک گردان با زاویه ۲۵ درجه از بالا به پایین قرار گرفته است تا عمل حرکت گوجه‌ها داخل صفحه صورت بگیرد.



در طراحی، صفحه گردان به سه بخش تقسیم گردیده است که هر بخش دارای قطر متفاوتی می‌باشد. در زیر هر بخش یک جعبه پلاستیکی برای جمع‌آوری محصول قرار گرفته است. سپس محصول به ترتیب راز کوچک به بزرگ سورت و بسته‌بندی می‌گردد. اجزای تشکیل‌دهنده سیستم سورتینگ گوجه گیلاسی به صورت زیر می‌باشد:

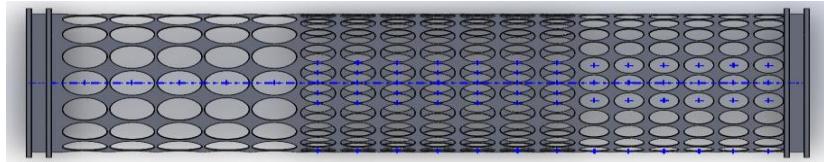
قسمت اول: طراحی کامپیوتری که با نرم‌افزار سالید ورک طراحی و پیاده شده است.

قسمت دوم: پرشکاری و جوشکاری ورق‌ها و شاسی.

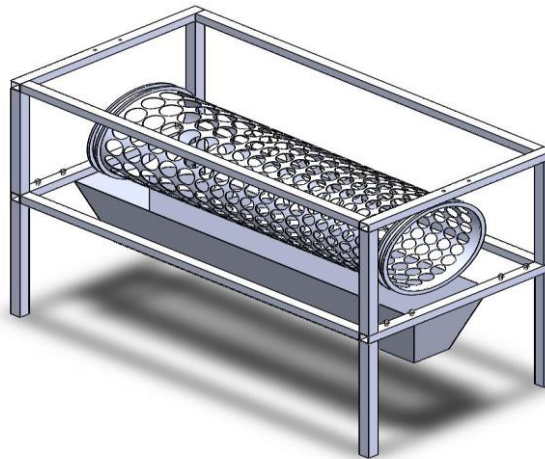
قسمت سوم: اسکلت و شاسی که تسمه‌نقاله پولی‌ها و صفحات نگهدارنده بر روی آن سوار شده‌اند.

قسمت چهارم: موتور الکتریکی، جعبه‌های جمع‌آوری، دریچه‌های تقسیم و چرخ زنجیر.

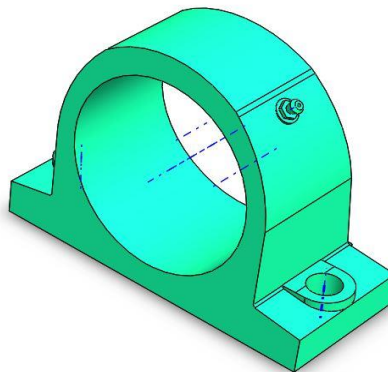
طرح کلی قطعات طراحی شده دستگاه در شکل ۶ تا ۹ نشان داده شده است.



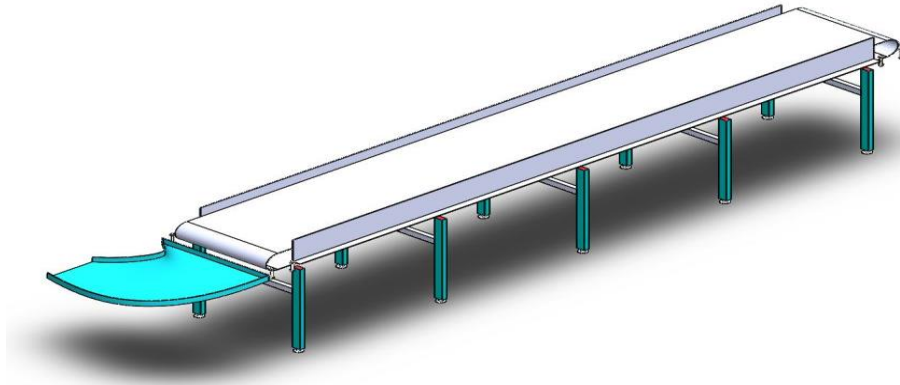
شکل ۶- غلتک سوراخ‌دار گردان



شکل ۷- غلتک گردان به همراه شاسی



شکل ۸- هوزینگ



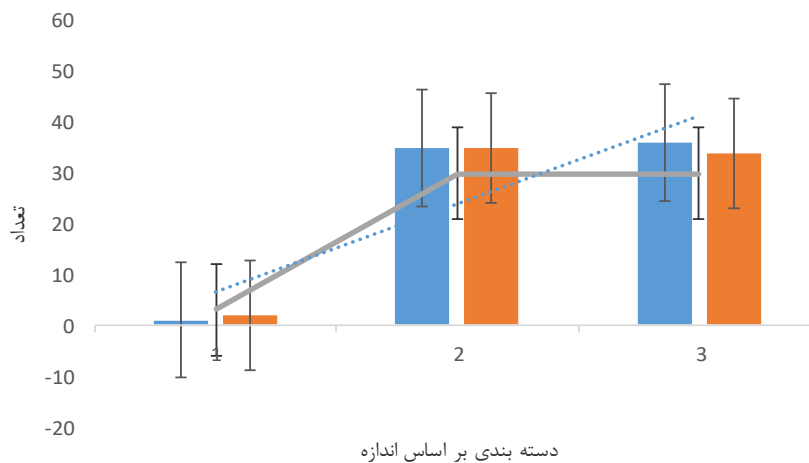
شکل ۹- تسمه نقاله به همراه شاسی و پولی‌ها

نتیجه‌گیری

جهت ارزیابی و تعیین دقت تشخیص جداسازی محصول، مقادیر به‌دست‌آمده برای تعداد ۱۰۰ عدد گوجه گیلاسی با شرایط زیر انجام گردید و دقت دستگاه مشخص شد. در این طرح ابتدا ۱۰۰ نمونه از نمونه‌های موجود انتخاب شدند به طوری که ۳۵ عدد از گوجه‌ها در محدوده اندازه ۱۵ میلی‌متر، تعداد ۳۵ عدد بین ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر و تعداد ۳۰ عدد در محدوده ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر بودند؛ که اعداد و نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۲ نشان داده شده و در نمودار ۱ تفسیر گردیده‌اند.

جدول ۲- نتایج تحلیل داده‌ها

روش	جعبه ۱	جعبه ۲	جعبه ۳
جداسازی چشمی	۳۵	۳۵	۳۰
جداسازی دستگاه	۶	۳۴	۳۰
تعداد خطا	۱	۱	۰
درصد خطا	٪۴	٪۴	٪۰

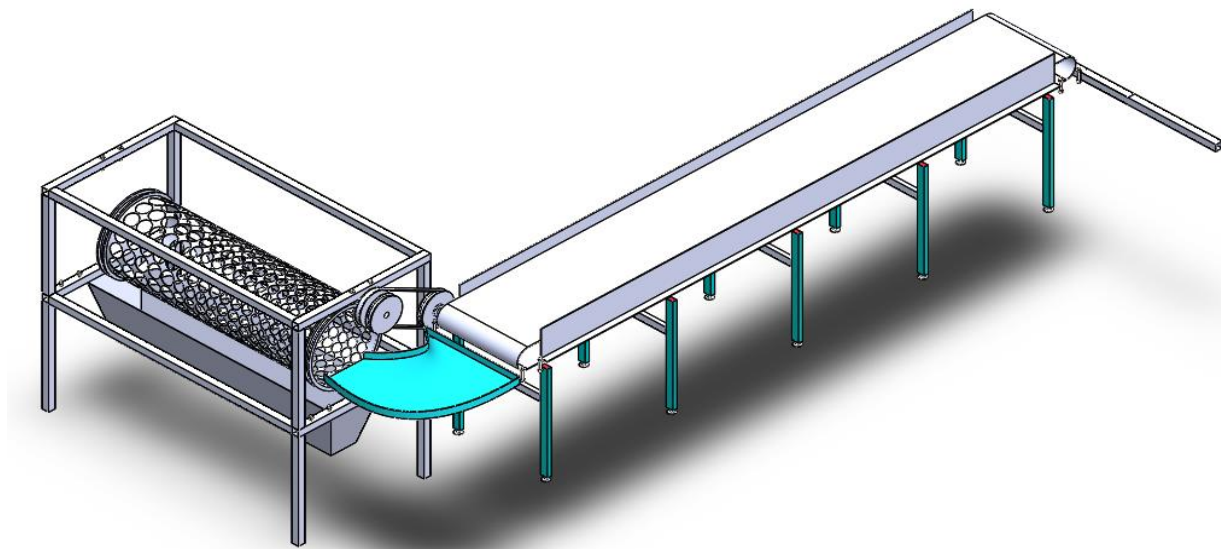


نمودار ۱- مقایسه دستگاه سورت‌ر و روش دستی (اندازه‌گیری واقعی)

بر طبق نمودار ۱ محور افقی تعداد جعبه‌هایی را نشان می‌دهد که به ترتیب از کوچک به بزرگ عمل سورتینگ را انجام می‌دهند و نمودار عمودی تعداد میوه‌هایی را که در داخل هر جعبه قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد. بر این اساس خطای کمتر از ۸ درصد مشاهده می‌شود.

در تحلیل مکرر و ماهانه‌ای که با اندازه‌گیری پیاپی برای این ۱۰۰ نمونه در ۳۰ روز متوالی کار با دستگاه به‌دست آمده است و با استفاده از تحلیل داده‌ها درصد معناداری آزمون ۸۹ درصد به‌دست آمده است. این اعداد نشان از پایین بودن درصد خطا در روش سورتینگ میوه به لحاظ ابعادی است [۹].

در شکل ۱۰ نمای کلی طراحی شده دستگاه نشان داده شده است.



شکل ۱۰- نمای طراحی شده دستگاه

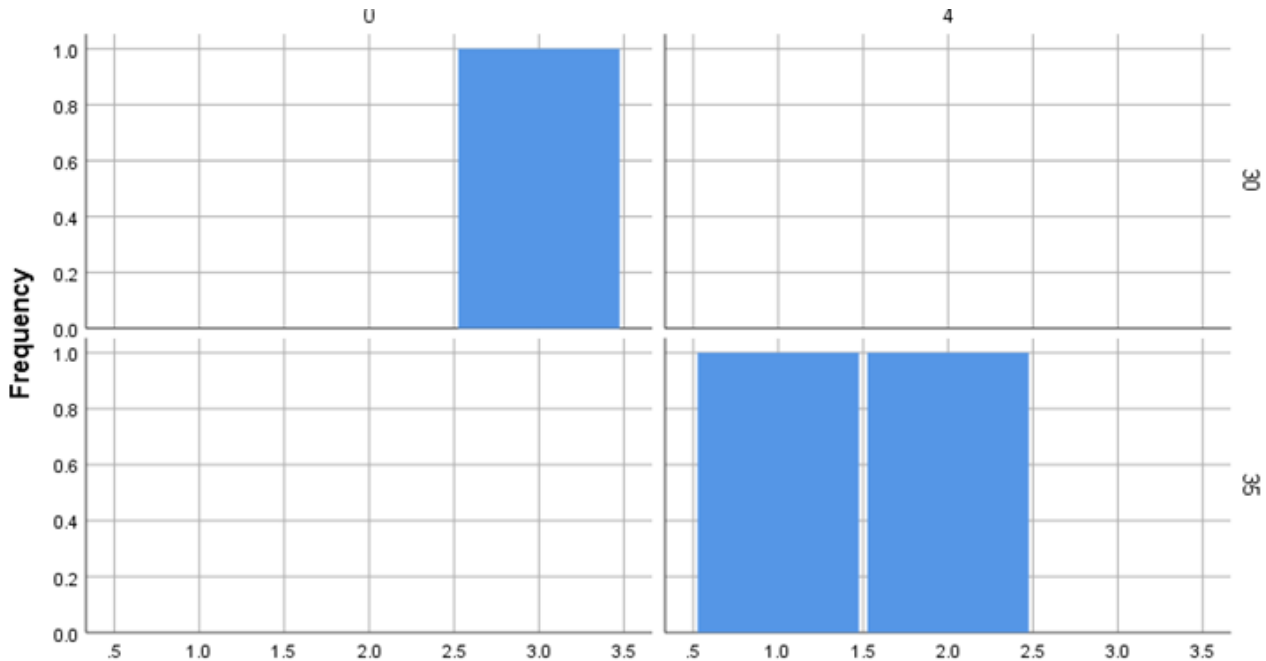
بسیاری از ویژگی‌های پس از برداشت گوجه گیلاسی مانند زمان ماندگاری و کیفیت خوراکی آن، وابسته به زمان برداشت می‌باشند [۸]. بنابراین در صورتی که امکان تعیین کیفیت میوه فراهم گردد، می‌توان به‌صورت غیرمستقیم زمان برداشت محصول را پیش‌بینی نمود [۸]. روش‌های متداولی برای بررسی کیفیت درونی میوه‌ها شامل: بصری، حسی، اندازه‌گیری و یا روش‌های مخرب می‌باشند [۶]. به‌طوری‌که ارزیابی رنگ، شکل، اندازه و سفتی مکانیکی در تحقیقات مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۳]. به دلیل اینکه شکل و اندازه میوه و سبزیجات در طی دوره رشد تغییر می‌کند، بررسی تغییرات این پارامترها یکی از ساده‌ترین روش‌های سنجش کیفیت محصول محسوب می‌شود.

نتایج تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS به‌صورت زیر معنی‌دار بودن آزمون و قابل تفکیک بودن آن‌ها را با ۸۹ درصد جواب قابل قبول نشان می‌دهد. در اینجا از روش دوربین واتسون استفاده گردیده است.

جدول ۳- جدول ANOVA داده‌ها

Model	R	R Square	R Square Change	Sig. F Change	Durbin-Watson
۱	۱ ^a	۱	۱	۰/۷۸	۰/۸۹

در نمودار ۲ هیستوگرام داده‌های به دست آمده از دستگاه نشان از نزدیک بودن داده‌ها به مقدار واقعی و درصد خطای کم آن‌ها را می‌دهد.



نمودار ۲- نمودار هیستوگرام خطای اندازه‌گیری شده

نتایج نشان می‌دهند ابتدایی‌ترین راه برای افزایش کیفیت محصول جداسازی آن‌ها از لحاظ ابعاد آن‌ها می‌باشند؛ بنابراین بهترین روش برای جداسازی ابعادی، استفاده از دستگاه سورت‌ر ابعادی که مطابق با مطالب فوق، طراحی و ساخته شده است می‌باشد.

از نتایج این تحقیق می‌توان برای فرآوری گوجه‌فرنگی برای کارخانجات صنایع غذایی استفاده نمود. همچنین نتایج این تحقیق می‌تواند مقدمه‌ای برای طراحی و ساخت دستگاه‌های مشابه باشد.

در میان روش‌های کیفیت‌سنجی محصولات کشاورزی، روش جداسازی ابعادی روش کم‌هزینه و قابل قبولی برای ابتدای فرآیند افزایش کیفیت محصول می‌باشد. این امر باعث می‌شود دقت سایر روش‌ها (طیف‌سنجی، روش‌های غیر مخرب و ...) برای افزایش کیفیت محصول بیشتر شود و همچنین از نظر غیر مخرب بودن، کم‌هزینه بودن و ... بهتر از بقیه روش‌ها است و قابل اشاعه برای سورتینگ انواع محصولات کشاورزی است.

در این طرح ابتدا ۱۰۰ نمونه گوجه گیلاسی انتخاب شد، به طوری که ۳۵ عدد از گوجه گیلاسی‌ها در محدوده اندازه ۱۵ میلی‌متر، ۳۵ عدد از گوجه گیلاسی‌ها در محدوده اندازه بین ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر و تعداد ۳۰ عدد در محدوده ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر بودند. با جداسازی این گوجه‌ها به وسیله اندازه‌گیری دستی (با کولیس) درجه‌بندی گوجه‌ها به صورت واقعی و با چشم صورت گرفت سپس عمل برچسب‌گذاری بر روی میوه‌ها انجام پذیرفت. به این صورت که میوه‌های شماره یک کوچک‌ترین، شماره دو متوسط و شماره سه بزرگ‌ترین بودند و به ترتیب در داخل جعبه‌های خود قرار گرفتند. بعد از انجام عمل سورت به وسیله ماشین متوجه شدیم در جعبه یک، ۴٪، در جعبه دو، ۴٪ و در جعبه سه، ۰٪ خطا وجود دارد. با تکرار این عمل به صورت روزانه و به مدت یک ماه درصد خطای ۱۱ درصد به دست آمد که نشان‌دهنده مقدار قابل قبولی برای انجام عمل سورت توسط ماشین ساخته شده می‌باشد. می‌توان با از بین بردن علل به وجود آورنده خطای این مقدار را به حداقل رساند و در نتیجه می‌توان از این دستگاه برای سورت محصول گوجه گیلاسی با درجه اطمینان بالا و سرعت بالا (۸۹٪ قدرت تفکیک) استفاده نمود.

منابع:

۱. ابراهیم پور، ز.، شریانی، و.ر. (۱۳۹۵). سورتینگ و تعیین برخی پارامترهای محصولات کشاورزی با استفاده از امواج صوتی. دومین کنگره بین‌المللی زمین، فضا و انرژی پاک. تهران-ایران.
۲. بالستانی، ا.، احمدی مقدم، پ.، مدرس، ا.، دولتی، ح. (۱۳۹۱). طراحی ساخت و ارزیابی دستگاه سورتینگ میوه با استفاده از بینایی ماشین. دانشگاه ارومیه.
۳. خلیلی، خ. (۱۳۸۰). ماشین بینایی و اصول پردازش دیجیتال تصویر، انتشارات جهان نو.
4. Abbott, J. A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology Technology* 15: 207-225. ASAE Standards. 2000. ASAE S368.4: Compression test of food materials of convex shape. American Society of Agriculture Engineering.
5. Al-Mallahi, A., Kataoka, T., and Okamoto, H. 2008. Discrimination between potato tubers and clods by detecting the significant wavebands. *Biosystems Engineering*, 100, 329–337.
6. ASAE Standards. ASAE S368.4: Compression test of food materials of convex shape. American Society of Agriculture Engineering 2000.
7. Brantley, S. A., Hamann, D. D., and Whitfield, J. K. 1975. A multiple belt adjustable Vee size grader for sweet potatoes and cucumbers. *Transactions of the ASAE*, 18, 350–362.
8. Cartz, L. 1995. *Nondestructive testing, Radiography, Ultrasonic, Liquid Penetrant, Magnetic Particle, Eddy Current*. ASM International. USA. Pp 229.
9. Cheng. Y. and C.G. Haugh. 1994. Detecting Hollow Heart in Potatoes Using Ultrasound. *Transactions of the ASAE*, 37(1): 217-222.
10. Diezma-Iglesias, B., Ruiz-Altisent, M., and Barreiro, P. 2004. Detection of internal quality in seedless watermelon by acoustic impulse response. *Biosystems Engineering*, 88, 221–230.
11. Elbatawi, I. E. 2008. An acoustic impact method to detect hollow heart of potato tubers. *Biosystems Engineering*, 100, 206–213.
12. Hoseinpour, A., and Abbott, J. A. 2011. High speed detection of potato and clod using an acoustic based intelligent system. *Quality measurement of fruits and vegetables. Postharvest Biology Technology* 15:207-225, 1999.
13. Kim, K.B, Jung, H.M, Kim, M.S, Kim, G.S. 2004. Evaluation of fruit firmness by ultrasonic measurement. *Advances In Nondestructive Evaluation*, PT 1-3 Key Engineering Materials 270-273: 1049-1054, Part 1-3.
14. Spanos, G. A., and Wrolstad, R. E. (1990). Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 38(7), 1565-1571.

Design and manufacture of cherry tomato sorter

Hosein Hajagha alizadeh^{1*}, Behnam Sepehr²

1. Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University of Hamedan
2. Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University of Hamedan

Abstract

There are very few mechanized and intelligent methods for separating crop products, especially agricultural products, and products such as cherry tomatoes which have high production in Iran require grading and sorting to help increase manpower. The efficiency of fruit opening during harvesting, crushing and storing and shipment to locations is also prevented. The term sorting means the classification and classification of agricultural products. In most cases, sorting is an introduction to agricultural product packaging. In the modern fruit and vegetable markets, almost all fruits and vegetables are sorted and labeled, making it easier for the customer to recognize the quality of the product and seek a more regular distribution and distribution. Had. The purpose of this study was to develop a tomato fruit sorter machine. The designed machine is capable of separating the fruit in three large, medium and small diameters. The machine was designed in solid work software and manufactured in the workshop of Agricultural Machinery Mechanics, University of Bu Ali Sina, Hamadan. The fruits are inserted into the drill roller after release on the strap, which performs the sorting operation in three sizes. By operating the machine made for 100 cherry tomatoes were registered and supplied and finally gave an acceptable response with 89% correct resolution.

Key words: Cherry Tomato, Conveyor Belt, Diameter, Surveyor Design and Manufacturing.

*Corresponding author: Hosein Hajagha alizadeh
E-mail: h-alizade@basu.ac.ir